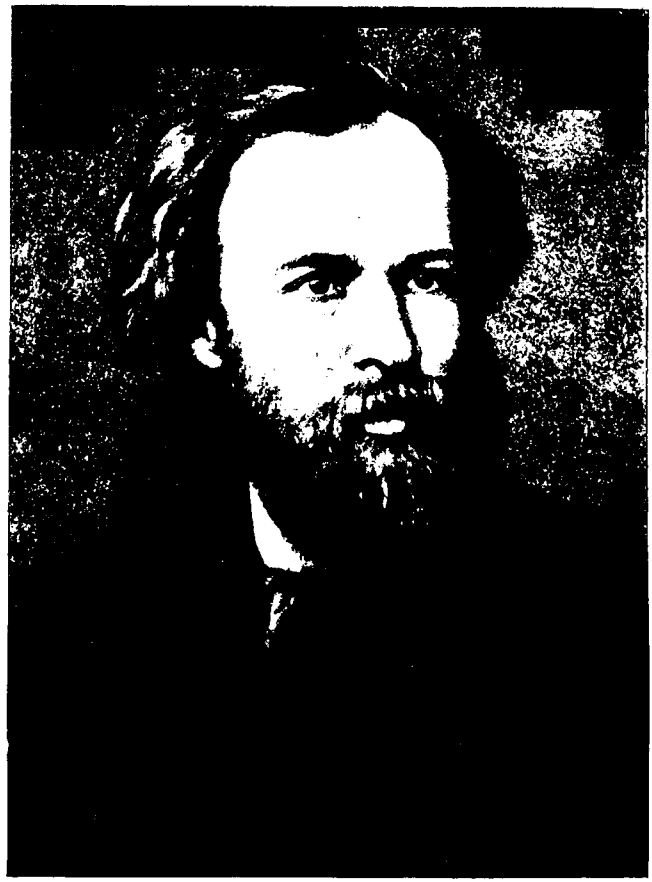
АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ

СОЧИНЕНИЯ

XXV

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
Ленинград—Москва
1952



D Mendeleef

РЕДКОЛЛЕГИЯ:

С. Э. Фриш (чл.-корр. АН СССР, и. о. отв. редактора), Е. Д. Волова (ученый секретарь), С. И. Вольфкович (академик), И. В. Гребенщиков (академик), Т. П. Кравец (чл.-корр. АН СССР), А. А. Максимов (чл.-корр. АН СССР), В. С. Немчинов (академик)

Ответственный редактор тома чл.-кор. АН СССР С. Э. ФРИШ

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

От редакции 9

Дополнения к т. I. Кандидатская и магистерская диссертации . . 15

Опыт исследования о грызунах Петербургской губернии (студенческая диссертация) 17

Изоморфизм и гомеоморфизм 69

I. Закон единства форм Haüy; первые исключения из него, теория вовлечения Beudant'a; исследования Fuchs'a . 69

II. Изоморфизм по исследованиям Mitscherlich'a и его школы 72

III. Удельные объемы изоморфных тел, по исследованиям Коппа 74

IV. Изоморфизм и гомеоморфизм 76

V. Различные степени близости форм. Исследования Лорана 76

VI. Близость форм при различии атомного строения. Факты 82

VII. Близость форм при различии атомного строения. Теории последователей Mitscherlich'a 86

VIII. Близость форм при различии атомного строения. Полимерный изоморфизм Scheerer'a и гетеромерный Hermann'a 88

IX. Близость форм при различии атомного строения. Теория химических соединений Laurent'a и Gerhardt'a. Опыт приложения этой теории к изъяснению некоторых явлений гомеоморфизма 91

X. Близость форм при различии атомного строения . 94

XI. Близость форм без близости удельных объемов. Теория Dana 96

XII. Заключение 97

Письменные ответы на вопросы по химии при сдаче испытания на степень магистра химии 98

1. Об аллотропическом состоянии тел 98

2. Анализ кремнекислого соединения, содержащего литий . 103

3. Учение Жерара о кислотах 104

Удельные объемы. (Магистерская диссертация) 109

Вместо предисловия 111

Часть 2. Удельные объемы и состав кремнеземных соединений 112

V. Удельные объемы сходственных соединений 112

VI. Изменение удельных объемов при химических реакциях . 148

Часть 3. О составе кремнеземных соединений 175

VII. Выводы 220

Стр.

Дополнения к т. II. Периодический закон 229
О вычислении теплоемкости химических соединений 231
Периодическая законность для химических элементов 239
1. Сущность закона периодичности 244
2. Применение закона периодичности к систематике элементов 260
3. Применение закона периодичности к определению атомных весов малоисследованных элементов 266
4. Применение закона периодичности к определению свойств не открытых еще элементов 283
5. Применение закона периодичности к исправлению величины атомных весов 289
6. Применение закона периодичности к дополнению сведений о формах химических соединений 293

Дополнения к т. IV. Растворы 307
О формуле Гросгана для растворов 309
О тепловыделении как признаке ассоциации серной кислоты с водою 310

Дополнения к т. VI. Газы 317
О средствах, необходимых для проведения опытов над газами. (Письмо П. А. Кочубею 1874 г.) 319
Краткий отчет о ходе исследований над упругостью газов, производимых Д. И. Менделеевым 321
Итоги работы над газами 325
Тетрадь 4 счетов по опытам Русского технического общества от 165 до 181 № 326
Об отказе продолжать опыты над упругостью газов. (Письмо П. А. Кочубею 1881 г.) 328

Дополнения к т. VIII. Работы в области органической химии . . . 331
Лекции органической химии, читанные в Технологическом институте в 1868 г. 333
Углеродистые водороды 339
Предельные углеводороды C^nH^{2n+2} 343
Металлоорганические соединения 354
Непредельные углеродистые водороды 368
Ряд ацетилена 373
Ряд C^nH^{2n-4} 375
Ароматический ряд C^nH^{2n-6} 383
Индиго 399

Дополнения к т. IX. Пороха 423
Письмо управляющему Морским министерством о необходимых мероприятиях для разработки порохового дела в России 425
Письмо управляющему Морским министерством об организации лаборатории для изучения взрывчатых веществ 428
Объяснительная записка к проекту штата лаборатории Морского министерства 430
Об исследовании Научно-технической лабораторией различных типов бездымного пороха 433
О результатах испытания нового сорта бездымного пороха . 436
О стоимости бездымного пороха 438
Взрывчатые вещества. (Добавление к статье Чельцова) 443
Взрывчатые вещества. (Примечание к статье Чельцова) . . . 446

Стр.

О пироколлодийном порохе 448
Об изыскании способов удешевленного заготовления пироколлодия 450
Письмо адмиралу С. О. Макарову 453
О заводском производстве пироколлодия 455
О целесообразности различных способов превращения пироколлодия в порох 458
Соображения, касающиеся экономической выгоды и технического удобства валового производства пироколлодия . . 460
О штатах Морской научно-технической лаборатории. 463
Замечания к Журналу Комиссии Охтенского порохового завода 467
Журнал Комиссии, образованной по приказанию начальника Охтенских пороховых заводов для рассмотрения докладной записки профессора Менделеева, представленной Управляющему Морским Министерством 476
Письмо С. О. Макарову о пироколлодийном порохе 482
О бездымном порохе Морского ведомства 483
Об издании Известий Морской научно-технической лаборатории 491

Дополнения к т. X. Нефть. 493
О нефтяном промысле в Америке и об отношении его к русскому нефтяному промыслу на Кавказе 495
О премии Рагозина 514
По вопросу о безопасном освещении нефтяными продуктами . 516

Дополнения к т. XV. «Знания теоретические» — мелкие заметки 519
Записка об ученых трудах экстраординарного профессора Н. А. Меншуткина 521
Записка об ученых трудах экстраординарного профессора А. А. Иностранцева 523
Записка об ученых трудах приват-доцента по физической географии А. И. Воейкова 526
Записка об ученых трудах ординарного профессора С.-Петербургского университета по кафедре агрономии А. В. Советова 532

Дополнения к т. XXII. Метрологические работы. 535
О соотношении русского фунта и килограмма, русского фута и метра 537
О присоединении к международной конвенции по электрическим единицам 538
Об условиях учреждения поверочного учреждения в с. Павлово 539
О приобретении платино-иридиевого метра от Международного бюро мер и весов 540
Представление на утверждение допускаемых погрешностей образцовых и торговых мер длины и емкости 541
О развитии деятельности Главной палаты, об увеличении штатных и не штатных лиц, об отпуске средств на поверочные учреждения, о факультативном введении метрической системы 546
О мероприятиях, необходимых для объединения мер и весов в империи. (Представление управляющего Главной палатою мер и весов). 555
Представление на утверждение размеров денежных сборов за поверки в Главной палате мер и весов 565

Стр.

О весе кубического дециметра воды при ее наибольшей плотности . . . 571
Об издании отчета о возобновлении прототипов мер 585
Об участии Главной палаты на Всемирной выставке 587
Письмо об изменениях календарного стиля 588
Опытные исследования колебания весов 590
Точные весы. Исследование их качаний 596
О запрещении клеймения мер менее $^1/_2$ гарница 600
О поверке в Главной палате акцизных приборов 601
Об изменениях в проекте циркуляра Министерства внутренних дел, касающегося недостаточной точности мер и весов в аптеках 605
О предоставлении всех частей дела местной выверки мер и весов ведению управляющего Главной палатой 607

Разное. 611
Об экспертизе в судебных делах 613
Об издании газеты «Подъем» 618
Редакторский отчет VIII съезда естествоиспытателей 621
О бассейне для испытания судовых моделей. Письмо и докладная записка управляющему Морским министерством 630
Проект положения о бассейне для производства опытов над сопротивлением воды на модели судов и над действием судовых двигателей 639
Об издании «Основ промышленности» 644
Предисловие к книге В. Д. Менделеева «Проект поднятия уровня Азовского моря запрудою Керченского пролива» . . 655
Письмо в газету «Новое Время» о средствах борьбы с дизентерией 660

Автобиографические и библиографические материалы 661
Письмо С. Ю. Витте 663
Биографические заметки 667
Список моих сочинений 687
Содержание томов библиотеки Д. И. Менделеева, в которых им собраны написанные и напечатанные им работы 777
Список произведений, помещенных в книгах библиотеки Д. И. Менделеева под нумерами 1001—1100 780
I. Д. И. Менделеев. Знания теоретические 781
II. Д. И. Менделеев. Знания прикладные 789
Отдел 1-й, Сельскохозяйственные статьи 789
Отдел 2-й. Нефть и каменный уголь 790
Отдел 3-й. Порох, особенно бездымный 791
Отдел 4-й. Меры и весы 792
Отдел 5-й. Педагогика, образование 792
Отдел 6-й. Экономические, социальные, тарифные и разные технические 793
III. Д. И. Менделеев. Мелкие, случайные рефераты 796
IV. Книги, редактированные, дополненные и переведенные Д. И. Менделеевым 798
V. Статьи, письма, книги и другие произведения, касающиеся Д. И. Менделеева, и его портреты 798

ОТ РЕДАКЦИИ

Настоящий XXV том, включающий дополнительные материалы к собранию сочинений Д. И. Менделеева, состоит главным образом из впервые публикуемых работ. Тематически настоящий том, в соответствии с основными томами собрания сочинений, разбит на ряд разделов, в каждом из которых материал расположен в хронологическом порядке. В раздел «Разное» вошли несколько отдельных работ Д. И. Менделеева, которые не могли быть включены в тематические тома, как например: «Об экспертизе в судебных делах», «Об устройстве бассейна для испытания судовых моделей» и др., представляющие безусловный интерес.

Впервые публикуемые работы печатаются с рукописей Д. И. Менделеева, хранящихся в музеях его имени, а также в ряде архивов.

Дополнения к тому I («Кандидатская и магистерская диссертации») содержат студенческую диссертацию Д. И. Менделеева по зоологии, письменные ответы на вопросы по химии, предложенные ему в Университете при сдаче испытания на степень магистра химии, а также 2-ю и 3-ю части магистерской диссертации «Удельные объемы».

Работа Д. И. Менделеева «Опыт исследования о грызунах С.-Петербургской губернии», написанная им при окончании Петербургского педагогического училища в возрасте 21 года, представляет совершенно особый интерес. Прежде всего она хорошо иллюстрирует разнообразие научных интересов Дмитрия Ивановича в студенческие годы. Вместе с сохранившимися его записями лекций по зоологии, читанных в 1854—1855 гг. профессором Ф. Ф. Брандтом («О порядке грызунов»), работа эта показывает, что будущий великий ученый в начале своего научного пути очень серьезно изучал зоологию позвоночных не только по разным литературным источникам, но и с помощью личных исследований.

О том, что Менделеев в это время усиленно интересовался зоологией, видно также и из того, что в 1854 г. Д. И. Менделеев прочел три (пробных) лекции, в том числе одну по зоологии на тему: «О влиянии теплоты на распространение животных». Работа Д. И. Менделеева «Опыт исследования о грызунах С.-Петербургской губернии» была связана с предпринятым Ф. Ф. Брандтом большим трудом по изучению фауны С.-Петербургской губернии; одну из глав этого коллективного труда и должно было составить сочинение Д. И. Менделеева. О самой работе Д. И. Менделеева проф. Брандт в своем отчете конференции писал: «Это очень похвальное сочинение рекомендовал я „Московскому Вестнику"».

Сравнение диссертации Д. И. Менделеева со сделанной им записью лекций Ф. Ф. Брандта о грызунах показывает полную самостоятельность работы Менделеева. О том же говорит и примечание самого Д. И. Менделеева, сделанное на первой странице рукописи, которое показывает, что составление статьи сопровождалось самостоятельной исследовательской работой. Это же видно, например, и из того, что Менделеевым приводятся довольно многочисленные собственные измерения некоторых грызунов. Так им были измерены в разных направлениях 20 домашних мышей собственной добычи, 6 экземпляров Sminthus и 1 летяги, пойманной под Петербургом, а также некоторые другие грызуны.

Д. И. Менделеев принял систематическое деление грызунов, введенное академиком Брандтом, но обработал материал совсем иначе и написал работу по плану, отличному от плана курса его учителя. Молодой Менделеев с редкой для его возраста осмотрительностью учитывает строгость критерия, применяемого разными исследователями к понятию о виде.

В описании отдельных родов и видов Д. И. Менделеев, в отличие от Брандта, уделяет везде, где только может, большое внимание экологии животных, а также различным особенностям, имеющим практическое значение и интересным для широкого круга читателей.

Говоря о разных видах грызунов, ученый сообщает различные подробности, которые свидетельствуют о личных наблюдениях или воспоминаниях автора. Особенно интересны высказывания Менделеева, касающиеся чисто научных вопросов, а именно: систематики, зоогеографии и т. п., показывающие степень его зоологических познаний, а также его творческую самостоятельность в данной области.

Наибольший интерес представляет в некотором отношении высказывание молодого Менделеева о родственных свя-

зях между домашней мышью и черной крысой. В нем Д. И. Менделеевым еще за несколько лет до опубликования Дарвином «Происхождения видов» высказывается взгляд не об одной лишь изменяемости видов, но и о генетической связи между видами посредством дивергентной эволюции.

В публикуемой впервые статье «Изоморфизм и гомеоморфизм», являющейся развитием студенческой диссертации на эту тему, написанной Д. И. Менделеевым при окончании Педагогического института (напечатана в I томе собрания его сочинений), большое внимание уделяется разбору указанных явлений не с кристаллографической, а с химической точки зрения. Приводимое Д. И. Менделеевым в IV разделе данной статьи определение «изоморфизма» показывает, что он еще за 18 лет до Лебеля и Вант-Гоффа говорил с полной уверенностью о расположении атомов в частице.

В своих ответах на вопросы при испытании в университете на степень магистра 22-летний Д. И. Менделеев указывает на ошибочность мнения о том, что «одинаковость состава обеспечивает тождество свойств», оговаривая, правда, что польза этого утверждения заключалась в том, что заставила «тщательно изучать свойства тел». Перечисляя признаваемые в то время примеры аллотропии, Дмитрий Иванович, однако, указывает, что причиной пассивности железа является не аллотропичность его состояния, а наличие «слоя железного окисла на поверхности», что было доказано в XX в.

Публикуемые впервые вторая и третья части магистерской диссертации «Удельные объемы» посвящены, главным образом, строению кремнеземных соединений. Возможно, что такой интерес к этому классу соединений явился результатом его еще детских и юношеских наблюдений, с одной стороны, над валяющимися на стекольном заводе в Арземянке (где вырос Д. И. Менделеев) кусками старых плавильных горшков, переливающихся различными оттенками и цветами покрывающей их глазури, а, с другой — над уральскими самоцветами, которые в разных видах попадали на тобольский рынок. Молодого и наблюдательного химика не могло не поразить многообразие соединений кремнезема, в связи с чем у него, вероятно, и возникла мысль о том, что у всех этих разнообразнейших по цвету и по кристаллической форме веществ одна и та же основа — кремнезем. Нужно было найти обоснование этому многообразию, и Дмитрий Иванович нашел его в способности крем-

незема образовывать всевозможные сочетания из своих молекул.

Удельные объемы были в то время единственным точно измеримым свойством тел, и ими Дмитрий Иванович занимался очень много.

Было известно, что природа дает много примеров многочисленных кремнеземистых соединений, написать формулы которых из-за крайней сложности и изменчивости их состава оказывалось очень трудным. Существовавшие по этому вопросу мнения были крайне разноречивы, в частности мало вероятными считались формулы Берцелиуса, и большая заслуга Дмитрия Ивановича перед наукой заключается в признании четырехвалентности кремния, считавшегося по Берцелиусу трехвалентным.

«Много вероятия в том, что частица кремнезема SiO^2 (т. е. кремний) есть радикал четырехвалентный», — пишет Д. И. Менделеев. Мало того, Дмитрий Иванович признает, что в кремнеземистых соединениях глинозем замещает кремний, а не щелочи или щелочные земли, т. е. «почти всегда в этом случае по мере прибавления глинозема уменьшаются количества кремнезема, а не окислов R».

Почти сто лет тому назад Д. И. Менделеев уже установил, что в природных кремнеземистых соединениях происходит замещение не только (сходственными телами) изоморфами, но и группами..., составленными из изоморфных окислов. Он составил даже ряд: K, Na, Mg, Ca, Fe, Fe_2O_3, Al_2O_3, SiO_2, в котором пара крайних окислов могла по подобию изоморфизма замещаться парой средних окислов, и тем самым на 20 лет раньше Грота объяснил изоморфизм полевых шпатов как замену Na + Al на Ca + Si.

Статья «Периодическая законность для химических элементов»[1] была до 1950 г. известна лишь в немецком, французском и английском переводах. Обнаружение русского оригинала и опубликование его является крайне важным, так как дает возможность ознакомиться с истинными формулировками Д. И. Менделеева по вопросам, связанным с историей создания периодического закона.

В печатаемой в настоящем томе статье «О вычислении теплоемкости химических соединений», представляющей собой перевод с немецкой статьи, Д. И. Менделеев, исходя из того, что теплоемкости зависят от прочности соединений

[1] В списке сочинений эта работа названа Д. И. Менделеевым «Периодическая законность химических элементов».

атомов друг с другом, подходил к признанию чрезвычайной сложности углеродной частицы. Крайне важным является имеющееся в этой работе указание Д. И. Менделеева на то, что аналогичные органические соединения нужно искать на основе кремния, бора и серы. Здесь же Дмитрий Иванович высказывает предположение о равенстве внешней и внутренней работы для газов, что является зачатком теории равнораспределения, которая приобрела такое существенное значение в современных теориях теплоемкости.

В настоящем томе публикуется краткий отчет и некоторые другие материалы, связанные с исследованиями Д. И. Менделеева над упругостью газов, не вошедшие в его основной отчет на эту тему, напечатанный в VI томе собрания сочинений. Этот отчет представляет существенный интерес, поскольку в нем изложены результаты тщательных измерений над сжимаемостью газов, начиная от значительного разрежения до давления в 5 атмосфер. Д. И. Менделеевым с сотрудниками показано, что ранее полученные числа Реньо требуют значительных исправлений.

В качестве дополнения к тому «Работы в области органической химии» в настоящем томе впервые публикуются литографированные записки лекций Д. И. Менделеева по органической химии, читанных им в Технологическом институте в 1868 г. Печатаемая запись, озаглавленная «Углеводороды», является, очевидно, лишь частью курса, читавшегося Д. И. Менделеевым, и отнюдь не является повторением материала об углеводородах, опубликованного им несколькими годами ранее в «Учебнике органической химии»,[1] представляя собой специальный курс.

Во вступлении к лекциям Д. И. Менделеев дает описание предмета органической химии, далее рассматривает довольно подробно типы наиболее характерных реакций. Кроме предельных и непредельных углеводородов открытой цепи, полиметиленов и ароматических углеводородов, Д. И. Менделеев рассматривает в своих лекциях также хлоропроизводные углеводородов и металлорганические соединения. Формулы различных соединений представлены Д. И. Менделеевым на основе теории строения, предельные и непредельные углеводороды рассматриваются в пределах соответствующих гомологических рядов, правда, в лекциях нет указания на то, какую роль в развитии представлений о гомологии сыграла точка зрения самого Д. И. Менделеева.

---

[1] См.: Менделеев Д. И., Соч., т. VIII, изд. АН СССР, 1948 г., стр. 426—488.

Большое внимание в своем курсе лекций Д. И. Менделеев уделил освещению ряда технических вопросов, связанных с химией нефти и других технических продуктов, богатых углеводородами.

Небольшая по объему, впервые печатающаяся статья «Индиго» является в известной мере компилятивной. В конце XIX в. чрезвычайно усилился интерес к синтезу ряда соединений, до того времени известных лишь как природные, и Д. И. Менделеев, не оставаясь в стороне от направления этих исследований, занялся вопросом строения индиго, причем им были критически проанализированы все существовавшие в то время взгляды на этот счет.

Дополнительные материалы к IX тому «Пороха» состоят из ряда докладных записок Д. И. Менделеева, относящихся к организации научно-технической лаборатории Морского министерства и к работам Морской лаборатории и на заводах Ушкова по уточнению условий лабораторного получения и заводского производства пироколлодия и пироколлодийного пороха. Из печатаемых записок на имя морского министра Н. М. Чихачева и инспектора морской артиллерии адмирала С. О. Макарова ясно видна заинтересованность Д. И. Менделеева в дальнейшей судьбе пироколлодийного пороха.

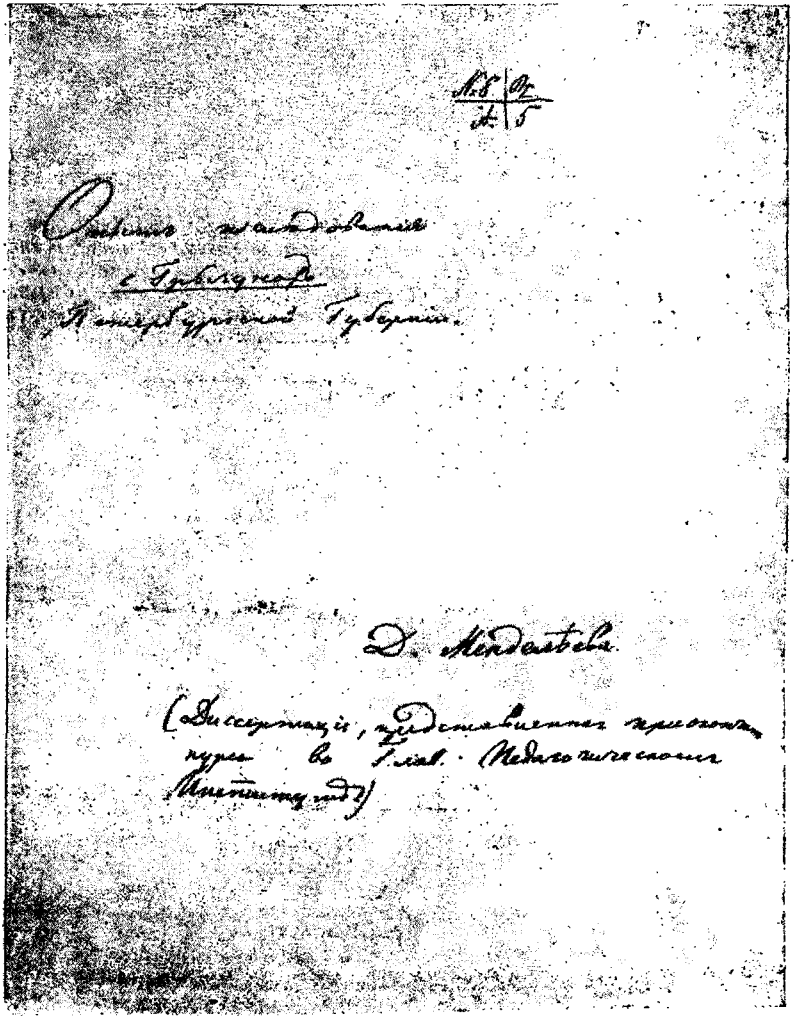
Материалы к XXII тому «Метрологические работы» показывают большую заботу Д. И. Менделеева об учреждении службы поверочного дела в стране, а также умелое сочетание им научных предпосылок метрологии с требованиями практической деятельности.

Все публикуемые в этом томе материалы печатаются с очень незначительными изменениями, касающимися некоторых определений, потерявших для советского читателя смысл; в необходимых случаях в квадратных скобках добавлены отдельные слова. а также даны подстрочные примечания редакции.

В редактировании тома принимали участие: проф. *Л. И. БАГАЛ*, чл.-корр. АН СССР *С. Н. ДАНИЛОВ* (органическая химия), проф. *А. Ф. ДОБРЯНСКИЙ* (нефть), чл.-корр. АН СССР *В. А. ДОГЕЛЬ* (зоология), проф. *В. Я. КУРБАТОВ* (удельные объемы и периодический закон), проф. *Б. А. ПОРАЙ-КОШИЦ* (индиго), проф. *П. М. ТИХОДЕЕВ* (метрология), чл.-корр. АН СССР *С. Э. ФРИШ* (физика), чл.-корр. АН СССР *Ю. А. ШИМАНСКИЙ* (кораблестроение).

ДОПОЛНЕНИЯ К ТОМУ I

КАНДИДАТСКАЯ И МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИИ



Рукопись хранится в Музее им. Д. И. Менделеева при Всесоюзном Научно-исследовательском институте метрологии им. Д. И. Менделеева. Для настоящего издания дешифрована б. секретарем Д. И. Менделеева, директором Музея, А. В. Скворцовым. На обложке имеется пометка Д. И. Менделеева, сделанная карандашом:

$$\frac{№\ 8}{A}\left|\frac{Pt}{5}\right.$$ [*Прим. ред.*].

Грызуны[1] (Glires s. Rodentia) резко отличаются от всех других млекопитающих *резцов* $\frac{2}{2}$, *редко* $\frac{4}{2}$, *клыков нет, а между коренными зубами и резцами большой промежуток; впадины, служащие для сочленения нижних челюстей* (cavitates glenoidales), *спереди, а часто сзади, не ограничены; гладкий мозг не имеет извилистых впадин* (giri); *ноги с когтями.*

Эти признаки позволяют легко отличить грызунов от близких с ними животных других порядков: от вомбата (Phascolomys) из двуутробных, от Hyrax из многокопытных и от мадагаскарской руконожки (Chiromys), вполне достойной образовать отдельный порядок, средний между грызунами и четырерукими.

Грызунам вообще свойственна незначительная величина, так что заяц и бобр принадлежат уже к большим животным этого порядка, и только немногие тропические грызуны (Hydrochoerus Capybara) достигают величины собаки среднего роста. Общий вид тела этих животных очень разнообразен, как их привычки и образ жизни, но зато общий вид и устройство черепа представляют много однообразного во всех

[1] При составлении этой статьи, кроме советов г-на академика и уважаемого профессора Ф. Ф. Брандта * и исследований живых предметов и экземпляров Зоологического музеума Академии Наук, служили главным руководством: 1) Schreber. Die Säugetiere und Wagner's Supplement. 2) Pallas. Nodae species quadrupedum e glirium ord. 3) Pallas. Zoographia Rosso-Asiatica, t. I. 4) Desmarest. Mammologie. 1820. 5) Cuvier. Le régne animal. 1829—1830. 6) Кесслер. Естественная история млекопитающих Киевского учеб[ного] округа. 7) I. F. Brandt. Bemerkungen über die Wirbelthiere d. nördl. europäischen Russlands. 1855, в путешествии Гофмана. 8) I. F. Brandt. Untersuchungen über d. craniol. Entwickelungsstufen d. Nager d. Jetztzeit. Mémoires scien. naturelles d. l'Acad. St.-Petersb., t. VII, 1855. 9) Blasius und Kaiserl. Wirbelthiere d. Europas.

* Брандт Федор Федорович (1802—1879 гг.) — выдающийся зоолог, с 1831 г. директор Зоологического музея имп. Академии Наук в Петербурге, с 1833 г. действительный член Академии Наук. [*Прим. ред.*].

грызунах. Череп вообще развит в длину, особенно же личная часть его выдается наружу и берет верх над затылочной. Потому-то мозговая полость незначительна, носовые и челюстные кости удлинены. Удлиненная межчелюстная кость спереди составляет узкий конец рыла, образующий большой промежуток между коренными и передними зубами. Сзади межчелюстная кость до того удлиняется, что всегда касается лобной кости, проходя между носовой и верхнечелюстной костями; это встречается только изредка у других млекопитающих. Череп почти всегда сверху изогнут очень немного, оттого что носовая, лобная и темянные кости очень плоски и лежат почти в одной прямой поверхности, почти параллельной нижней поверхности черепа, отчего высота черепа на обоих концах и в середине почти равна и личный угол очень мал. На задней поверхности черепа затылочная кость составляет по большей части плоскую вертикальную пластинку. Височная впадина почти никогда (исключая Lagomys) не разделена от глазной впадины не только вертикальною костяною перегородкою, но даже и плоским скуловым отростком лобной кости, как это мы видим у руконожки, многих копытных и др. Скуловые дуги мало выгнуты в стороны, каждая из них составляет вертикальную пластинку (сверху вырезанную, а снизу дугообразно выпуклую). Это устройство скуловой кости вместе с малым развитием венечного отростка нижней челюсти[1] ясно показывает слабость жевательных мускулов, и в самом деле они у грызунов очень незначительны. Их челюсти устроены по преимуществу для движения взад и вперед — для перегрызания (rodentia), а не для жевания. Поэтому не верхняя, а задняя часть нижних челюстей в особенности развита. Потому-то важным характером для грызунов служит способ сочленения нижней челюсти. Мыщелок (condylus) ее есть обыкновенно продольный, редко полупоперечный (Pteromys nitidus) или округленный (castor) бугорок, который никогда не имеет совершенно поперечного направления. Он свободно может двигаться взад и вперед по продольной сочленевой впадине височной кости (cavitas glenoidalis). [Об]условливаясь этим устройством сочленения нижней челюсти, грызение совершается резцами. Резцы грызунов постоянно развиваются из своего длинного корня,[2] имеют вид дугообразно изогнутого цилиндра или

[1] У Ctenodactylus совершенно нет этого отростка.

[2] Корень верхних резцов часто лежит в верхней челюсти, а не в межчелюстной кости, почему Жофруа С.-Илер и считает их бесконеч-

три- или четыреугольной призмы. Эта беспредельность в росте резцов необходима для них, потому что они сильно стираются от постоянной работы. Постоянство роста доказывается отсутствием конического корня и тою уродливостью, какую находят иногда у грызунов: когда один из резцов совершенно уничтожен, соответствующему резцу другой челюсти нельзя служить для перегрызания; он не стирается, а между тем постоянно растет и вырастает в виде длинного закривленного рога, препятствующего уродливому грызуну и в еде и во многих других отправлениях. Перегрызание чаще всего совершается так: грызун упирается верхними резцами о предмет и двигает нижнею челюстью, так что нижние резцы, совершая движение взад и вперед, перепиливают часто очень крепкие предметы. Нижние резцы как при грызении, так и при перетирании пищи коренными зубами то захватывают верхние резцы, то остаются позади их, отчего внутренняя поверхность тех и других постоянно срезана и резцы представляют форму долота, острый режущий конец которого образован наружным слоем эмали. Острые резцы грызунов составляют важнейшее их орудие; ими проворная белка прогрызает и раскалывает самые крепкие орехи, ими крысы и мыши проводят бесчисленные ходы в стенах и полах наших домов, с помощью этих же зубов предусмотрительный бобр перегрызает толстые деревья для своих плотин, они же служат многим грызунам и для копания нор. Устройство резцов очень однообразно у всех грызунов и, составляя их характер, мало изменяется по семействам и родам; коренные зубы, напротив, очень изменчивы. Когда они имеют корни, т. е. предел в росте, то обыкновенно бывают в молодости, а иногда и навсегда, бугорчаты, впоследствии же эти бугры часто стираются, и тогда делается ясным складчатое строение эмали, их окружающей. Редко эта эмаль не входит складками внутрь зуба и образует простой зуб. Когда корни зубов не образуются, зубы растут постоянно по той мере, как стираются, и тогда они образованы или из призм, или из поперечных пластинок. Число коренных зубов с каждой стороны обеих челюстей изменяется от 2 до 6. Обыкновенно же их $\frac{3—3}{3—3}$ или $\frac{4—4}{4—4}$.

ными клыками,* имеющими форму резцов и проходящими чрез межчелюстную кость. Это предположение тем вероятнее, что в клыкоподобных резцах слонов мы имеем почти противоположный пример.

* Принятие верхних резцов грызуиов за «бесконечные клыки» неправильно: это настоящие резцы. [*Прим. ред.*].

Общий характер зубов разных родов определяется здесь, как и везде, родом пищи, которая главным образом есть растительная, редко с примесью мясной; чаще она состоит из зерен и плодов, реже из коры, трав, грибов и т. п.

Как характерен череп грызунов, так мало общего можем мы сказать об остальном костяке грызунов. Позвоночный столб и ребра, лопатка и таз не имеют никаких важных особенностей. Устройство ног довольно различно. Передние ноги иногда очень развиты; тогда мы находим у них очень развитую ключицу, а иногда и несросшиеся кости, позволяющие производить самые разнообразные движения. Этому устройству обязана белка своей способностью лазить и подносить лапами пищу ко рту; ему обязаны бобры и ондатра за способность строить свои хитрые жилища. У других грызунов ключица не вполне развита, так что не достигает грудины и лопатки, а скрывается в мускулах. Этот недостаток и сращение или малая подвижность костей руки (лучевой и локтевой) стесняют круг действия передних членов. Задние ноги вообще по величине развиты у грызунов сильнее передних, и это отношение достигает иногда очень значительной величины, так что выходят скачущие грызуны: зайцы, табарганы (Dipus) и др. При хождении грызуны ступают почти всегда всею стопою и истинных пальцеходящих из них очень немного. На стопе обыкновенно несколько бородавок. При хождении, рытье, лазании и других отправлениях помогают когти, хотя обыкновенно не сильные и мало изогнутые. Они иногда имеют копытоподобную форму. Большой палец никогда не противополагается другим, как у руконожки. Пальцев от 5 до 3.

Из внутренних органов для грызунов характерен головной мозг, потому что он, сравнительно с другими млекопитающими, мал и не имеет наружных изгибов.

Тело грызунов покрыто волосами, которые на хвосте бобров и мышей превращаются в чешуйчатые кольца, у дикобраза собираются в длинные крепкие колючки и щетины, у Chaetomys subspinosus скручиваются в мелкую спираль, а у шиншилли, у белки и других образуют мягкий мех. Местами тело некоторых грызунов покрыто очень редкими волосами, как, например, нижняя часть лапок, уши и стопы мышей и стопы многих других грызунов. Ротовое отверстие всегда незначительное, так что далеко не достигает коренных зубов. Верхняя губа почти всегда раздвоенная пополам. Желудок обыкновенно простой, редко едва разделенный. Кишечный канал длинный, как у всех употребляющих расти-

тельную пищу. Слепая кишка значительной длины; иногда слепых кишек две, а иногда вовсе нет (Myoxus). Сосцы в различном числе на груди и брюхе, редко сбоку. Матка более или менее двураздельная. Половые органы и их прибавочные железы по большей части значительно развиты. Плодовитость иногда изумительна. Жизнь грызунов довольно разнообразна: по большей части это угрюмые ночные животные, изредка находим мы здесь дневных и веселых. Многие грызуны роют себе норы в земле (полевки, дикобразы, байбаки) или строят искусственные жилища (маленькая мышь, бобры), немногие обитают под землей (слепыш), в жилище человека (крысы, домашние мыши), на деревьях (белки), на воде (бобры, ондатры, водяные крысы). Некоторые грызуны быстро бегают (мыши), другие скачут (табарганы, зайцы) и лазят (белки), а иные при перепрыгивании поддерживаются в воздухе особою кожною складкою между передними и задними ногами (летяги). На севере многие подвергаются зимней спячке. Иные отличаются большею предусмотрительностью и вообще развитыми инстинктивными способностями. Многие очень вредят, разводясь около наших жилищ и полей, зато десятки тысяч людей питаются исключительно от ловли пушных грызунов.

Многочисленные по числу видов и неделимых грызуны распространены во всех странах и живут от полярных стран (Lemmus и Lepus) до экватора, от морской поверхности до снежной линии. Их нет только на некоторых островах Тихого океана, бедных органическими существами, но в Новой Голландии они водятся, как доказали Ватергуз и другие.

Судя по нынешним сведениям нашим об распространении грызунов, видно, что они по преимуществу свойственны умеренным климатам, по крайней мере по числу видов. К полюсам и, может быть, к экватору число видов малопомалу уменьшается. Постараемся в кратких словах доказать это, заимствуя факты из «Географического распределения животных» Людвига Шмарда (L. K. Schmarda, Wien, 1853).

На самом севере Европы из 13, чаще встречающихся млекопитающих, 4 грызуна (Arvicola amphibius, Arv. argrestis, Myodes lemmus и Lepus variabilis). На Новой Земле 2 грызуна (Myodes torquatus и M. obensis), на севере Сибири до полярного круга 5 грызунов (M. obensis, M. torquatus, Arvicola rutilus, Lagomys hyperboreus и Lepus variabilis), в Гренландии 2 вида (Lepus gracilis и Myodes groenlandicus — obensis), на севере Америки из 18 млекопитающих 8 грызунов (Spermophylus Parryi, Myodes groenlandicus,

helvolus, trimucronatus, hudsonicus, Arvicola hibridus, Lepus glacialis и L. americanus). Таким образом грызуны составляют:

	Млекопитающих	Грызунов
На севере Европы	13	4
На Новой Земле	6	2
На самом севере Сибири	13	5
В Гренландии	6	2
В самой Сев. Америке	18	8
Среднее	11	4

т. е. среднее абсолютное число грызунов около полярного круга есть 4, или 36% всего числа млекопитающих.

	Млекопитающих	Грызунов
В средней Европе около из	100	30
В империи Российской по фауне Симашко из	212	83
В киевской фауне (Кесслер)	62	28
Около Черного моря (Нордманн)	87	32
В Харьковском округе (Чернай)	42	20
В петербургской фауне	33	10[1]
В Воронежской губ. (по Северцову)	32	18
Около Аральского озера	70	33
В средней и южной Сибири	80	37
В Средней возвышенной Азии	50	13
В южной Европе	71	17
В Малой Азии	76	26
В Японии	48	13
В умеренной и Северной Америке	250	120
Среднее число	79*	34

Все исчисленные страны лежат между изотермами 0° и 20° С.

В странах, более теплых, т. е. в экваториальной части, между изотермами 20° С, число грызунов значительно уменьшается:

	Млекопитающих	Грызунов
В Северной Африке	62	17
Около Гвинейского залива	110	19
В Габеше	60	12
Около верховьев Нила	114	32
На Мадагаскаре	44	1
В возвышенной Африке	162	46

[1] Sciurus vulgaris, Sciuropterus volans, Mus decumanus, Mus musculus, Mus sylvaticus, Mus agrarius, Arvicola amphibius, Arv. arvalis, Lepus variabilis и Lepus timidus.

* В рукописи, очевидно, описка: должно быть 87. [*Прим. ред.*].

На западном полуострове Индии . .	149	34
На восточном » »	57	18
На Зондских островах	170	31
В Непале	110	24
В Австралии	131	16
В средней Америке и на Антильских островах	62	12
В Бразилии	320	92
В Перу	112	28
Среднее	119	27

В более полярных странах южного полушария число грызунов снова увеличивается:

	Млекопитающих	Грызунов
В Хили	34	14
В южной части Пампаса	36	14
В Патагонии	34	18

На мысе Доброй Надежды и в южной части Австралии, лежащих южнее изотермы 20°, относительное число грызунов к остальным млекопитающим определить невозможно, потому что эти страны исследованы только вместе со своими соседними более теплыми странами, но не отдельно. В трех названных южных странах средним числом по 15 грызунов, что составляет 44% млекопитающих.

	Число грызунов:	
	абсолютное	процентное
На самом севере	4	36
Между северными изотермами 0° и 20° .	34	43
Между изотермами 20°	27	23
На юг от южного изотерма 20° С . .	15	44

Итак, процентное количество грызунов, очевидно, уменьшается, убывая к экватору и полюсам. В частности, это еще лучше можно наблюдать, рассматривая страны, лежащие между изотермами 20° С. Абсолютное число грызунов около экватора тоже значительно меньше, чем в северных, более умеренных странах. Если на юге в умеренных странах меньше видов грызунов, чем в жарких странах, то этому, очевидно, причиною служит незначительность материка южной части Америки, потому что на всех больших материках число видов, при одинаковости прочих условий, всегда больше, чем на малых. Наибольшее же число грызунов живет в Северной Америке.

Заметим, впрочем, что предыдущие исследования числа грызунов, может быть, не совершенно верны, потому что

умеренные страны более изучены, чем жаркие, а особенно в отношении к столь малым и скрытным животным, каковы почти все грызуны. Притом подобные выводы не могут быть произведены иначе, как при содействии критики, основанной на известных началах, ибо весьма часто признаваемое число видов не существует как основанное на ложном понимании различия видов или на началах, вовсе отличных от тех, какие признаны другими естествоиспытателями, исследовавшими другие стороны. Уравнивание начал образования видов весьма важно для строгости естественно-географических выводов.

Грызуны появились на земле в третичную эпоху и, вероятно, в миоценовый период. Найденные остатки принадлежат родам, существующим и ныне: Sciurus, Mus, Arvicola; Castor, Myoxus, Lepus и др. Остатки грызунов найдены в каменоломнях Ёнингена, во многих пещерах и брекчиях, окружающих Средиземное море, у нас в Крыму и др.

Грызуны, по последним исследованиям Брандта, распадаются на четыре подпорядка.* Они обусловливаются господством четырех типов, представителями которых будут: белка, мышь, дикобраз и заяц. Без сомнения найдутся переходные формы, более или менее близкие к тому или другому типу, чрез что и образуются переходные семейства.

I ПОДПОРЯДОК — БЕЛКОПОДОБНЫЕ — SCIUROMORPHI

Скуловой отросток нижней челюсти простой, образующий треугольную пластинку. Подглазное отверстие[1] в виде небольшой узкой вертикальной скважины. Концы (т. е. отростки, образующие заднюю и нижнюю часть) нижних челюстей, выходя из всего нижнего края челюстей, идут прямо взад почти параллельно друг другу. Наиболее из всех грызунов приближается к обезьянам одно семейство Sciuroides, которых представители есть и у нас.

---

*Деление на 4 подотряда в настоящее время заменено делением на 2 подотряда: двупарнорезцовые (Duplicidentata) и парнорезцовые (Simplicidentata). К первым относятся Lagomorphi, т. е. последний отряд системы Брандта; ко вторым — все прочие грызуны. Группа зайцеподобных (Lagomorphi) отличается от всех прочих грызунов наличием в верхней челюсти не одной пары, а двух пар резцов. [*Прим. ред.*].

[1] Это отверстие очень характерно для грызунов и находится обыкновенно впереди глаз и выше начала коренных зубов. Оно служит для прохода нервов и сосудов из орбиты глаза к поверхности лица и обратно.

II ПОДПОРЯДОК — МЫШЕПОДОБНЫЕ — MYOMORPHI

Скуловой отросток восходит из верхней челюсти обыкновенно двумя корнями, образующими своим основанием незначительное или иногда большое подглазное отверстие. Нижний корень обыкновенно образует пластинку. Концы нижних челюстей восходят обыкновенно из всего нижнего края их и идут взад под углом. Имеют общий вид мыши или полевки и составляют центр всего порядка. Содержат шесть семейств: Myoxoides, Castoroides, Sciurospalacoides, Myoides, Spalacoides, Dipodoides.

Одно или, может быть, два из них имеют своих представителей и у нас.

III ПОДПОРЯДОК — ДИКОБРАЗОПОДОБНЫЕ — HYSTRICHOMORPHI

Скуловой отросток верхних челюстей с двумя корнями и нижний из них никогда не образует пластинки. Подглазное отверстие значительной величины. Концы нижних челюстей восходят из боков (исключая Hydrochoerus) их и идут взад более или менее параллельно друг другу. Все четыре семейства: Hystrichoides, Spalacopoides, Chinchilloides, Hemionychoides — водятся по преимуществу в Новом Свете и в нашей стороне не встречаются.

IV ПОДПОРЯДОК — ЗАЙЦЕПОДОБНЫЕ — LAGOMORPHI

Простой мало развитый скуловой отросток не образует пластинки. Подглазное отверстие незначительное, почти округленное. Концы нижних челюстей восходят из всего нижнего края их и, проходя параллельно, загибаются вверх. Наиболее сходны с белкоподобными, но представляют много особенностей, которыми сходствуют отчасти с жвачущими. Единственное семейство этого подпорядка, Lagoides, имеет в нашей фауне двух представителей.

Мы выписали только важнейшие признаки подпорядков, основание же всей системы Брандта лежит на рассмотрении всей совокупности признаков. Эта система, девизом которой можно выставить: uva plurima nitent, есть в действительности лучшая и естественнейшая система грызунов, возможная при изучении наружных форм и строения скелета, особенно черепа.

Характер семейства взят как из общего вида, так в особенности из строения черепа. Образование ключицы и коренных зубов не столь важно для системы грызунов, как полагали прежде, так что присутствие или отсутствие корней у коренных зубов может служить разве только для образования низших групп, и по системе Брандта они дают характер подсемействам (Prismatodontes и Rhizodontes). Нашей фауне принадлежат семейства: бе́лковые (Sciuroides), мышиные (Myoides) и зайцевые (Lagoides).

Семейство I. Белковые — Sciuroides

Передние ноги имеют четыре пальца и зачаток большого; у задних ног 5 пальцев. Хвост пушистый. Нижние резцы с боков кверху несколько суживаются оттого, что они спереди округлены. Коренных зубов обыкновенно $\frac{5-5}{4-4}$; редко, при недостатке переднего, всегда меньшего, — $\frac{4-4}{4-4}$. Лобная кость между глазными углублениями обыкновенно широкая (исключая Haploodon), дает треугольный скуловой отросток; затылок округленно выпуклый. Скуловой отросток верхней челюсти простой и расширен в треугольную пластинку, занимающую угол между верхнею челюстью и началом скуловой кости. Ланитная часть челюстей вполне костяная. Слезная кость и слезный канал лежат в глазной полости. Подглазные отверстия незначительной величины сравнительно с носовым отверстием и имеют вид вертикальной щели, спереди отверстой, а сбоку полуприкрытой особым гребешком, выходящим из верхнечелюстной кости: Костяное небо вполне развито и между коренными зубами довольно широко. Крыловидные отростки основной кости более или менее плоски. Короткие околорезцовые отверстия приближены к резцам. Ключица вполне развитая.

К бе́лковым относятся грызуны довольно различной формы и образа жизни, но весьма сходные особенно по остеологическому характеру. Здесь общие признаки сближают и всесветную игривую белку, жительницу лесов, столь близкую к обезьянам, и угрюмую летягу и пестрого бурундука с неуклюжим сурком, роющим норы близ снежной линии Альпов, с миловидным сусликом наших степей.

Представителями этого, почти всесветного семейства в нашей фауне мы имеем: белку, летягу и, может быть, бурундука.

Род 1. Белка—Sciurus

Резцы, особенно нижние, с боков сжатые и потому в конце заостренные, спереди узкие. Коренные зубы $\frac{5-5}{4-4}$ с корнями,[1] бугорчатые. Маленький полуконический, в старости выпадающий, передний коренной зуб верхних челюстей не более четверти следующего зуба; остальные коренные зубы верхних челюстей с венчиком почти квадратным, исключая самого заднего, увенчанного округленно-треугольною коронкою. В нижней челюсти передний зуб уже следующих, задний длиннее прочих. У всех венчики почти ромбические.[2] Число полуроговых складок, идущих по нёбу, равно или почти равно числу коренных зубов, т. е. 5.[3] Защечных мешков нет.[4] Волоса на хвосте, всегда приподнятом кверху, расположены, в особенности, по бокам (disticha), как бы расчесаны на ту и другую сторону. Между передними и задними ногами не тянется кожный отросток, как у летяги.

Белки принадлежат к животным легким, лазящим и перепрыгивающим. Мозговая часть черепа их очень развита, по крайней мере более, чем у других грызунов, и потому сзади более или менее округлена, оттого и затылочная и лобная кости широки и глаза далеко стоят друг от друга, а лобная часть сравнительно короче, чем у других грызунов, отчего и носовая кость довольно коротка. Венечный отросток нижних челюстей высотою равен сочленевому отростку. Большое затылочное отверстие не прямо на длинной оси черепа, а немного пониже ее, как вообще у лазящих. Очень подвижные кости передних и задних ног, острые и крепкие когти позволяют белкам лазать; сила задних ног — скакать и сидеть на них, а совершенство ключицы и подвижность лапы дозволяют употреблять передние ноги для того, чтобы подносить пищу ко рту. Белки проводят почти всю свою жизнь на деревьях, от которых обыкновенно берут пищу. Пища иногда, но только отчасти, состоит и из животных веществ. Водятся повсюду, кроме Новой Голландии. Разнообразие видов их существует в теплых

---

[1] Все эти признаки коренных зубов отличают белок от сусликов и сурков.

[2] В отличие от Haploodon (Hapludon), составляющего подсемейство Prysmatodontes.

[3] У суслика и сурка их вдвое больше.

[4] В отличие от бурундука и суслика.

странах, например около Гвинейского залива и в теплой части Северной Америки, в Индии, особенно на восточном полуострове, на Зондских островах; на севере доходит до границы хвойных лесов. У нас только один вид, относящийся к числу северных белок, отличающихся длинными ушами и ясно двураздельным поднятым хвостом.

Вид. Обыкновенная белка, или векша — Sciurus vulgaris L.

Она принадлежит к тому зоологическому порядку (ordo) *грызунов* (Glires seso Rodentia), который отличается от других порядков млекопитающих тем, что: 1) имеет следующее устройство зубов: в верхней челюсти 2, очень редко 4 резца, или передних зуба; в нижней 2 резца; они служат главными орудиями для первого принятия пищи, постоянно обтачиваются от работы и постоянно растут; клыков, т. е. конических боковых зубов у грызунов нет, а между передними и коренными зубами существует промежуток; коренные зубы довольно разнообразны, смотря по роду пищи. 2) Все грызуны имеют в черепе *длинный желобок*, служащий для сочленения нижней челюсти. Этот желобок (cavitas glenoidalis) не закрыт ни спереди, ни сзади, оттого нижние челюсти легко могут двигаться взад и вперед, что составляет особенность жевательных органов грызунов, пища которых измельчается главным образом чрез подобное движение челюстей. 3) Мозг грызунов гладок, т. е. не имеет вверху извилистых (giri) впадин, какие есть у всех почти млекопитающих. 4) На ногах когти. Этих признаков достаточно, чтобы отличить грызунов от всех других зверей. Все грызуны, по последним исследованиям нашего знаменитого академика Брандта, разделяются на четыре типа, представителями которых можно избрать белку (подпорядок белкоподобные — Sciuromorphi), мышь (мышеподобные — Myomorphi), дикобраза (дикобразоподобные — Hystrichomorphi) и зайца (зайцеподобные — Lagomorphi). Зоологическое семейство бе́лковых (Sciuroides) относится к первому подпорядку. Оно характеризуется так: на передних ногах 4 пальца и зачаток большого, на задних ногах 5 пальцев, хвост пушистый, нижние резцы спереди округлены, коренных зубов вверху по пяти (редко 4), внизу — по четыре, широкая лобная кость дает треугольный скуловой отросток и т. д. У рода белок (Sciurus) зубы бугорчатые, в верхней челюсти передний зуб маленький, животные лазящие, представляю-

щие переход к обезьянам, волоса на хвосте расположены по преимуществу сбоку (disticha), как бы расчесаны на обе стороны, ни защечных мешков (как у бурундука), ни кожной перепонки между передними и задними лапами (как у летяги) у белок не бывает.

Наша белка отличается пучком длинных волос, выходящих из конца ушей. Впрочем, эти пучки почти пропадают на лето, когда вся шерсть белок становится реже, короче и изменяется в цвете. В общем виде тела белки особенно поражают: широкая голова, наклоненная книзу, как у всех лазящих, и длинный, снизу весьма ясно расчесанный хвост. Миловидная головка белки, оканчиваясь коротким рыльцем, поддерживается короткой шеей на длинном гибком туловище. Свободно гнущиеся передние ноги почти в полтора раза короче задних, не разгибающихся вполне ни в колене, ни в пятке.

Цвет векши изменяется, смотря по времени года и по месту жительства. Постоянными в окраске остаются: белый цвет всей нижней поверхности тела, по крайней мере от начала шеи до начала задних ног, и буро-черные усики, сидящие перед глазом (почти в средине между концом рыла и глазом), под глазами и изредка по бокам головы. Кроме того, основания волосков, покрывающих спину, во всех видоизменениях, во всех возрастах и во всякое время года, остаются серыми; конец рыла и окружность глаза также постоянно более светлого цвета, чем окружающая их шерсть, и потому меньше изменяются в цвете. Переход цвета спины в белый цвет нижней поверхности тела у наших белок обыкновенно совершается постепенно, но у сибирских почти всегда довольно резко. Цвет ушей, ног и средней линии спины и хвоста вообще согласуется с цветом спины, хотя все эти части имеют довольно часто и особенные оттенки. Так, уши и хвост бывают темнее спины, особенно концы волос, покрывающих их.[1]

Разность цвета лап, хвоста, головы и ушей от цвета спинки происходит, кажется, еще и оттого, что окраска этих частей изменяется после ежегодной перемены в окраске спины. Об летней шерсти всех белок должно заметить, что она короче, реже, грубее и потому не столь пушиста, как шерсть, приобретаемая на зиму. Притом летом мало-помалу

[1] В Музеуме имп. Академии Наук хранится экземпляр сибирской белки, у которой конец хвоста, именно его последняя треть, белого цвета, спина бело-серого, а пучки ушей и концы лап рыжего цвета.

исчезают по ушам пучки волос. Спина летней (вообще после или около случки) белки нашего климата (летом и зимой у белок Западной Европы) ржавчинного цвета. К зиме (около октября) этот цвет мало-помалу переходит в светлосерый. Он зависит от того, что вершина каждого волоса окрашивается кольцами черного цвета и белого. Самый кончик волоса остается в нашем петербургском климате довольно часто бурым, от чего зависит тот не чисто серый цвет, который обыкновенно одевает нашу белку зимой. У зимней белки наших стран голова и лапы пониже колен сохраняют красноватый отлив, а хвост бурый. Молоденькие белки имеют летний мех более светлорыжего цвета, чем взрослые. Хвост и ушные пучки никогда не становятся у наших белок столь черными, какими бывают у восточно-сибирской белки. Эта разновидность отличается тем, что летом шерсть ее более или менее темносерого или черного цвета с небольшим бурым отливом, а зимняя шкурка совсем без рыжего оттенка, пушистее и посветлее летней. Пучки ушей и хвост остаются у иных постоянно черными или черно-бурыми («чернохвостки»). У одних из них по средине спины идет голубая, у других бурая ось, иные («бусые») вполне серого пепельного цвета.*

Белки северо-восточной Европы и Западной Сибири более или менее подходят к двум описанным разновидностям. Собственно же серые («голубые») белки водятся только по Сибири, особенно по северо-восточной ее части. Но и там изредка попадаются белки летом рыжие, с серо-рыжим хвостом («горболысь»).[1] Как выродки водятся совсем белые белки, черные и другие. Перемена шкурки с временем года совершается линянием и вырастанием новых волос. Замечательно, впрочем, что и в комнате шерсть белки изменяется; следовательно это изменение, постоянно производясь под влиянием физических условий, укрепилось надолго в породе. Впрочем, с переменою места, по уверению Корнилова, сибирские белки быстро меняют оттенки, а особенно доброту своей шкурки и становятся такими, какими были белки, обитавшие до них в тех же местах. Оттенки, изменяясь с местом жизни, зависят по преимуществу от пищи, густоты леса и, по поверью охотников, от воды, которой часто при-

* Местные цветовые разновидности белки называются в охотоведении «кряжами». [*Прим. ред.*].

[1] Многие замечания о сибирских белках заимствованы из статьи Г. П. Корнилова, помещенной в т. I «Магазина землеведения и путешествий» (стр. 653).

писывается у нас совокупное влияние многих причин, изменяющих климатический характер местности.

Лучшие белки водятся в густых хвойных лесах; в березовых мех их становится реже и светлее. Густота леса оказывает благоприятное влияние на развитие белок, вероятно, потому, что там удобнее белкам перескакивать и отыскивать пищу.

Рассеченная верхняя губа и короткая нижняя почти прикрывают желтые резцы верхних челюстей векши. Большие черные глаза сидят по бокам почти посредине между ушами и концом рыла. Щетинки усиков, направляясь взад, идут почти до затылка, а иногда и дальше его. Расстояние между обоими рядами коренных зубов почти равно длине зубного ряда как в верхней, так и в нижней челюсти; ряды зубов параллельны. Три задние зуба верхних челюстей имеют на венчике с наружных краев по два острых бугорка. Спереди каждого из них стоит тупой маленький бугорок. С внутренних краев эти три зуба имеют по одному тупому большому бугорку. Четвертый (сзади) зуб почти треугольный и, изменяясь в фигуре, более или менее подходит к предыдущим. По длине всех венчиков (вершин) идет общая бороздка, по бокам ограниченная описанными выше бугорками. В нижней челюсти вдоль зубов идет такой же продольный желобок, ограниченный боковыми бугорками. Желобки венчикового ряда обеих челюстей кнаружи немного выгнуты. Зубы нижней челюсти с наружного бока неясно делятся на две пластинки и оканчиваются на венчике двумя тупыми бугорками. На внутреннем крае венчика у каждого зуба три маленьких бугорка. Такие зубы, очевидно, способны к растительно-животной пище; впрочем, первая всегда преобладает, но по мягкости своей не заставляет венчики сглаживаться. Довольно длинные ноги белки снабжены особой стопой и острыми серпообразными когтями. На волосистой подошве передних лап пять бородавочек, расположенных в виде пятиугольника. На длинной подошве задних ног четыре голых бородавочки, которые расположены в виде дуги. Когти всех лап с боков очень плоски и, будучи прикреплены к последнему суставцу, по устройству могут стать перпендикулярно к направлению пальцев. От этого они почти не тупятся при хождении, тем более, что мягкие подушечки, находящиеся подле каждого когтя, и бородавочки вполне достаточны для твердой опоры ноги. Чрез это устройство всегда острые когти способны цепляться на самые незначительные шероховатости. Это позволяет белкам, цепляясь,

быстро лазать, а сила задних длинных ног дает возможность делать скачки в две, три сажени.

Абсолютная величина векши значительно изменяется по разнообразным причинам. Так, восточно-сибирская черная белка всегда больше нашей рыжей. Прилагаем измерения, сделанные над живой белкой петербургских окрестностей, одетой в зимнюю шкурку. По прямой линии от конца последних хвостовых волос до конца рыла — 1 русский фут, а длина тела от конца рыла до начала хвоста — 8″6‴,* по изгибу затылка и спины — 9″2½‴. Хвост без волос — 7″. Ушная раковина (без волос) возвышается над черепом на 4½‴, а от острого конца этой раковины до начала ушного разреза, что лежит на боку головы, 1″4‴. Длина головы равна 2″4‴. Длина вытянутых передних ног, [при] измер[ении] расстояния от конца когтей до грудины, равна 3″7½‴. Когти задних лап могут отдалиться от таза не дальше 4″5‴, а вся нога по своему изгибу имеет до 5″5‴. Передняя стопа — 1″2½‴, задняя — 2″5‴.

Веселый обитатель наших хвойных и лиственных высокоствольных лесов — игривая белка — вьет себе на них уютные, мягкие гойна (гнезда), питается теми произведениями, какие добудет в этом лесу, и проводит на н[их] и свое веселое лето и спокойную зиму. В своих гнездах белки обитают парами, а иногда забираются в дупло или чужое гнездо. За миловидность, ловкость и проворство белку полюбит всякий, кто увидит ее, потому зачастую и держат белок дома в клетках. Любо посмотреть, как моется белка, как кружит колесо в своем бесконечном беге, как проворно грызет орехи и, пригорюнясь, сидит в уголку. Любимая пища белки — орехи, потому она и селится с большою охотой около орешника и в кедровых лесах. Последние доставляют лучшее приволье для белки, оттого область кедров есть в то же время область лучших белок. Векша питается, кроме орехов, почками, корой деревьев, березовым трутником, опёнками, подчас яйцами птиц, даже мясом. Так, в Сибири для поимки белок ставят иногда плошки с соленой рыбой, опёнками и другими приманками. Недостаток пищи заставляет белок, особенно по весне и осенью, переселяться в другие места. «Беговые» белки выселяются иногда очень далеко, пока не найдут привольного места, по крайней мере они так делают очень часто в Сибири. Шаманы инородцев Сибири подмечают направление их бега

* Индекс ″ означает дюймы, а индекс ‴ — линии. [*Прим. ред.*].

и после заклинаний и пляски около костра отсылают охотников в ту сторону, куда пустились белки.

Продолжительный бег сильно утомляет белок, и их трупы усеивают дорогу. На своем пути они подвигаются обыкновенно, перескакивая по вершинам деревьев, редко они бегут по земле и, когда встречается река, переплывают. Их не держат ни широкая Лена, ни быстрая Ангара, не говоря о меньших реках; побуждающий голод, хвост вместо ветрила да легкость тела переносят иных и на другой берег, но зато многие и погибают. На зиму векши запасают себе пищу и остаются спокойно в гойнах, выйдут разве в теплый светленький часок размять отлежавшиеся члены. Спариваются белки в конце зимы под весну и недели чрез четыре приносят 3—6 детенышей. В далекой Сибири, в привольных лесах кедров, белки носят и весной и осенью по 6—10 детенышей.

Белка обитает во всех лесах Западной Европы, по всей России и Сибири, в южной Европе, в Малой Азии и в возвышенной ее части; ее нет только там, где голая степь не представляет условий для ее жизни. В изобилии населяют белки «таежную» (лесную) часть Сибири и питают тысячи инородцев и русских охотников северо-восточной России, северо-западной и Восточной Сибири. Лучшие темноголубые белки водятся за Становым хребтом и по берегу Охотского моря; лучшие темнокрасные белки живут на юге от Яблонового хребта. Чем западнее, все хуже и хуже становятся они, и уже около Иртыша, не говоря о Пермской, Вологодской и Архангельской губерниях, беличий мех почти втрое дешевле заленского, либо охотского. Зимний мех раза в четыре дороже летнего, и потому главный лов идет от октября до генваря. На охоте зоркий глаз якута, тунгуза или коряка следит гойно белки по «тахтаре», т. е. по порошинкам снега, сброшенным белкою, когда она вышла погулять. Винтовка меткого охотника почти не дает промахов. Плошки еще усиливают сбор; и так по всей России бьют ежегодно до 15 млн (по Беру) белок. Меха белок идут в Китай (3—6 млн), во внутреннюю Россию и в остальную Европу. Ценность ежегодного оборота этою рухлядью простирается до полутора миллиона рублей серебром, полагая среднюю цену шкурки в 10 коп. сер. Лучшие шкурки идут по 25 коп. сер., самые дешевые севернорусские ценятся копеек в 7 сер. У нас так мало белок, что ловом их не занимаются, но на севере Финляндии белкованье составляет один из промыслов тамошних жителей. Меха белок пускаются

в продажу, раскраивая каждую шкурку на 4 или на 2 части. Должно заметить, что охотник снимает шкурку с белки чрез разрез, сделанный на боку около линии раздела цветов. Содранный мех делят на четыре части. Мех из задней части спинки — «хребтовый» — есть самый пушистый, темный и лучший; из передней части, т. е. из шейки, выходит «завойчатый» мех с волосом, более коротким; из нижней части шейки «душковый», а из последней четверти — «брюшковый» белый мех. Когда кроят шкурку надвое, выходят: «хребтовый» — темный и пушистый и «черевий» почти белый, не столь пушистый. По меху часто нашивают концы черненьких хвостов.

Род 2. Полетуха* — Sciuropterus F. Cuv.[1]

Резцы, число и форма коренных зубов и хвост почти совершенно, как у белки, только между передними и задними ногами вдоль тела тянется кожная складка, составленная из нижнего (брюшного) и верхнего (спинного) слоев кожи. Эта перепонка служит полетухе для совершения больших скачков, ибо поддерживает в воздухе, служа парашютом или крыльями. Впрочем, истинное летание, какое совершают летучие мыши, полетухам вовсе не свойственно. Эта перепонка сверху и снизу покрыта волосами, как и все тело. Защечных мешков нет. Зубы, стираясь, показывают на венчике неправильные изгибы входящей эмали. Нёбных складок между зубами, как у белок, только пять. Из передних конечностей по краю перепонки идет длинная косточка, служащая для ее поддерживания. Хвост всегда короче длины тела.

Это — ночные животные северо-востока Европы и севера Сибири.[2]

Вид. Обыкновенная полетуха, или летяга — Sciuropterus volans L.

Пушистая летательная перепонка придает этому животному совершенно особенный вид; все животное кажется широким, особенно со спины; ноги, особенно передние,

* «Род 2. Полетуха». В настоящее время употребляется лишь название «летяга». [*Прим. ред.*].

[1] Линней причислял к роду Sciurus, а Жофруа образовал род Pteromys, из которого Фридрих Кювье отделил Sciuropterus и Pteromys.

[2] Сродный ему род Pteromys F. Cuv. обитает только на Зондском архипелаге. Он отличается округленным хвостом и складчатыми зубами.

полуоблеченные летательной складкой, кажутся крошечными, видишь только длинные крепкие когти.

Видовые отличия этого угрюмого грызуна суть: серая, летом буроватая шерсть спины, белое брюхо и хвост, немногим только превышающий длину половины тела. Летательная перепонка с каждой стороны образует четырехугольник, коего передний острый угол образован переднею лапою и косточкою, выходящею из нее, а задний, также острый, — соединением перепонки с массою тела и задним краем, параллельным передним лапам. От этого заднего угла идет только маленький кожный отросток до колена задних лап, почти вполне свободных от перепонки.

Летяга, найденная около Петербурга, хранящаяся в Музеуме Академии Наук, довольно мала. Тело ее имеет 6″ длины, хвост с волосами около 5″, у сибирской же тело 6″7‴, а хвост без волос 3″5‴. У сибирской зимней летяги верх серо-седого цвета с волосками (8‴), окрашенными снизу серым, сверху белым цветом. У петербургской, пойманной летом, редкая шерсть пепельно-бурого цвета, ибо каждый волосок (5‴) при основании темносерого цвета, а на вершине — серовато-бурого. Сверху на лапах и перепонках шерсть потемнее, нижняя часть тела, особенно шея, светло-серого, почти белого цвета. Косточка, идущая в перепонке, до 1″3‴; усики (до 2″) черные, резцы жёлтые, хвост двураздельный серый, слегка бурый.

Летяга живет почти все время на деревьях и по преимуществу на березах и хвойных деревьях. На них устраивает она себе гнезда, обыкновенно в дуплах, и там проводит целый день, выходя только на ночь. Она почти совершенно не ходит, а только лазает и скачет, что делает весьма удобно при содействии летательной перепонки. Ест летяга почки и семена берез и хвойных деревьев, впрочем, березу предпочитает всем другим деревьям. Запасов на зиму не собирает и зимней спячке не подвергается. Плодится самка весной около мая и несет около 3 детенышей. Впрочем, вся история этой белки известна нам только разве от Палласа и немногих других, отчего очень не полна.

Летяга часто водится в Сибири по Оби, Иртышу, Енисею до Лены и даже до Алеутских островов. На западе она встречается, хотя реже, но, однако, во всей восточной половине Европейской России ее изредка находят. В Музеуме Академии есть экземпляры летяги из Эстляндии и Финляндии, а потому областью распространения этого грызуна

бесспорно должно считать всю полосу России от берегов Балтийского моря до берегов Охотского. Оттого мы с большою уверенностью ставим летягу в число наших животных, тем более, что уединение, которо[е] отыскивает себе этот грызун в дремучих непроходимых лесах, и его ночная жизнь, вместе с бесценностью меха,[1] легко объясняют, отчего до сих пор только раз доставили в Музеум Академии экземпляры летяги из окрестностей Петербурга. Впрочем, во всяком случае их должно считать западною границею распространения этого вида, и потому-то, может быть, число особей его у нас очень мало

Первое замечание. Пестрый бурундук (Tamias* striatus), житель Сибири и северо-востока России, найден в недавнее время на Скандинавском полуострове, а потому, может быть, найдется и у нас. Отличием этого бегающего грызуна от белок служит присутствие защечных мешков, а видовыми признаками: белое брюхо да на спине по красновато-желтому фону между белыми пять черных полос. Бурундук поменьше крысы. Живет он в лесах и роет подземные норы, питаясь, подобно белке, в особенности орехами и семенами

Второе замечание. К числу животных петербургских окрестностей можно отнести и бобра (речной бобр), потому что несомненно существование его в прежние времена в наших краях. Известно, что изредка и теперь попадается бобр в некоторых местностях Франции, Баварии, Богемии, Австрии, Скандинавии; у нас в Минской, Киевской губерниях и во многих местах южной России, но прежде бобр был жителем всей Европы, потому, может быть, и теперь изредка наши уединенные речки видят прежнего своего обладателя, хотя нам и не известны случаи его нахождения в окрестностях Петербурга. В ряду грызунов бобр долго занимал сомнительное место, и только последние исследования Брандта разъяснили нам, в каком отношении стоят бобры к другим грызунам. Семейство бобровых (Castoroides) относится к тем мышеподобным (Myomorphi), которые представляют переход от бе́лковых к истинным мышиным. Общий вид всего тела и черепа бобров очень сходен с видом мышей,

---

[1] П. Корнилов говорит, что сотня шкур летяги стоит не более 2 руб. сер., почему сибирские охотники почти вовсе не стреляют летяг, хотя мягкий мех их довольно хорош.

* Латинское название бурундука в настоящее время не Tamias, а Eutamias. [*Прим. ред.*].

особенно полевок, а некоторые признаки сближают его с белками и дикобразами. Передние и задние ноги бобров с 5 пальцами, задние соединены плавательною перепонкою. Хвост почти без волос, чешуистый, ланцетовидный, сверху вниз сплюснутый. Нижние резцы в конце с боков не заострены. Коренных зубов $\frac{4-4}{4-4}$, они складчаты, с плоскими венчиками и с ясными, хотя не вполне развитыми, корнями. Череп сзади плоский. Лобная кость довольно широкая, без надглазного валика, с бугорком, соответствующим скуловому отростку лобной кости. Крыловидный отросток основной кости почти вертикальный. Ланитная поверхность почти костяная. Скуловой отросток, подглазное отверстие и слезная косточка со своим каналом устроены точно так, как у белок. Полное костяное небо имеет форму усеченного треугольника, острый угол которого обращен к резцам. Околорезцовое отверстие ближе к коренным зубам. Ключица совершенная. Исчисленные признаки по большей части очень близки с признаками, отличающими семейство бе́лковых, но непараллельность задних отростков, образующих нижнюю челюсть, а особенно общий, угловатый вид черепа и форма тела заставляют отнести бобров к мышеподобным (Myomorphi). Бобр, представляя, кроме того, некоторый переход и к дикобразам, имеет столь много особенностей, что достоин составить отдельное семейство. Особенно поразительны: большая ямочка на нижней поверхности затылочной кости, горизонтально сжатый хвост, плавательная перепонка на задних лапах, у которых второй палец с двойным когтем, и длинный трубчатый, вверх обращенный ушной проход. Бобровые принадлежат к земноводным грызунам почти всего северного полушария, но развитие индустрии малопомалу вытеснило их из наших стран как потому, что бобры вообще любят жизнь, удаленную от шума, так и потому, что мягкий мех и дорогая струя, выделяющаяся из препуциальной и околопроходной желез, издавна сделали бобров выгодным предметом охоты. Родовыми признаками бобра можно выставить короткие уши, способные прижиматься во время погружения в воду, широкие, в конце усеченные резцы, складчатые коренные зубы, широкую скуловую кость и устройство ног и хвоста. Мех бобров состоит из длинных буро-красных волос и сероватого пуха. Длина тела (без хвоста) бобров около 3 футов с небольшим, и длина хвоста около 1 фута. Бобры России, Западной Европы и некоторых частей Сибири отличаются от бобров

Америки своим уединенным жительством и тем, что не строят тех искусственных водяных нор, которыми прославлены американские бобры.[1]

Бобры Старого и Нового Света по устройству черепа также довольно легко отличаются между собою. У нашего бобра носовые кости длиннее и площе, чем у американского. Впадина затылочной кости у нашего бобра кзаду расширяется, а у американского она равно широка спереди и сзади. Носовое отверстие у американского четыреугольное, а у европейско-азиатских почти треугольное или, правильнее, пятиугольное. Впрочем, эти отличия, найденные Брандтом, может быть, не составляют видовых отличий, но суть признаки породы, тем более, что по внешности оба вида еще не отличены друг от друга. Потому еще не решено, имеем ли мы только один вид бобров (Castor Fiber) или два: американский * и европейский (Castor americanus et Castor europaeus).

Семейство II. Мышиные — Myoides

На передних ногах, кроме четырех пальцев, всегда есть зачаток пятого большого; на задних — пять пальцев. Более или менее длинный хвост покрыт обыкновенно чешуйками и мало волосист. Нижние резцы кверху заострены оттого, что спереди округлены. Коренные зубы или с корнями (Myoides Rhizodontes) или без них (Myoides Prismatodontes), бугорчаты или складчаты, простые или сложные. Число их обыкновенно $\frac{3-3}{3-3}$, редко $\frac{4-4}{4-4}$ (Perognates, Saccomis), еще реже $\frac{4-4}{3-3}$ (Sminthus) и $\frac{2-2}{2-2}$ (Hydromys). Лобная кость между глазными впадинами более или менее широкая, не дает плоского скулового отростка (как у белок) лобной кости. Затылок обыкновенно плоский. Скуловые отростки верхних челюстей выходят из них двумя корнями. Из них верхние

[1] Американским бобром называют также иногда ондатру Fiber zibeticus, тем более, что и она также строит жилища, сходные с бобровыми, и вообще похожа на бобра; однако это есть животное бесспорно семейства мышиных и легко отличается от бобра хвостом, сжатым с боков, и отсутствием плавательной перепонки. Мех ондатры в продаже часто называют американской выхухолью, оттого что ондатра издает запах, сходный с запахом хвоста выхухоли. Иногда не отличают морской выдры, или морского бобра, от бобра речного, потому что дорогой мех этой выдры называют бобром (бобер, бобер американский).

* Американский бобр считается особым видом и называется Castor canadensis. [*Прим. ред.*].

короче нижних (исключая Sminthus) и горизонтально сжаты, а нижние, более длинные корни образуют почти квадратные пластинки, стоящие перпендикулярно к направлению слуховых дуг. На полной костяной ланитной поверхности (в отличие от зайцевых) верхних челюстей находится щель, служащая отверстием для слезного канала. Вертикальные подглазные отверстия сверху более или менее расширены, снизу сужены. Величина их почти равна величине носового отверстия (в отличие от дикобразоподобных). Редко они округленно треугольны и довольно значительны (как у Sminthus). Неширокое костяное нёбо только иногда назади немного вырезано, а то наполняет весь промежуток между рядами коренных зубов и между ними и резцами (в отличие от зайцеподобных). Крыловидные отростки основной кости горизонтальны или вертикальны. Удлиненные околорезцовые отверстия приближены к коренным зубам или более широки и стоят в средине между коренными зубами и резцами. Ключица совершенная.

Мышиные составляют весьма большое типическое семейство мышеподобных (Myomorphi) и даже всех грызунов. Мышиные суть все бегающие грызуны, живущие на земле. Они обитают на всех концах земли, не исключая ни Новой Голландии, ни Мадагаскара — двух стран, география которых представляет наиболее особенностей.

Многочисленное семейство мышиных, по устройству коренных зубов, ясно делится на два подсемейства: корнезубых и с зубами без корней.

А) КОРНЕЗУБЫЕ, ИЛИ СОБСТВЕННО МЫШИНЫЕ — RHIZODONTES S. MURINI

Простые коренные зубы с ясными коническими корнями и обыкновенно с бугорчатым венчиком. Лобная кость умеренная и во всяком случае не образует гребня, сжатого с боков, а обыкновенно придавлена сверху. Надглазной валик лобной кости более или менее ясен и на височной кости расширяется. Костяное нёбо между коренными зубами цельное или только едва вырезано сзади. Этот отдел мышиных имеет у нас представителей из рода «мышь» и может быть изредка — березничок.

Род мышь — Mus

Точное определение этого рода в настоящее время весьма затруднительно, потому что линнеевский род Mus распался

на множество новых родов и многочисленные новые исследования заставляют отличать на этом основании еще большее количество родов. Мыши отличаются от сходственных родов, хорошо известных нам, следующими признаками. Подглазное отверстие вертикальное, сверху округленно расширенное, снизу суженное (в отличие от Sminthus). Уши, ясно выдающиеся из меха (в отличие от Arvicola и многих других), почти голые, рыло удлиненное, щетинки усиков в пяти продольных рядах, верхняя губа глубоко рассечена (в отличие от Sminthus); защечных мешков нет (каковы у Cricetus), коренных зубов $\frac{3-3}{3-3}$, они разделены на бугорки, хотя не очень глубоко (как у Neotoma), и стоят в прямых рядах, идущих в верхней челюсти параллельно друг другу (в отличие от Cricetus). Крыловидные отростки основной кости почти горизонтальны, удлиненные; впадина, что подле них (fossa pterygoidea), продолговатая, не глубокая. Задние концы, образующие угол нижних челюстей, более или менее направлены вверх. Средний палец задних ног более боковых; когти короткие; подошвы голые. Кольчато-чешуистый, почти безволосистый хвост обыкновенно равен длине тела и во всяком случае превышает половину длины его.

Кроме того, заметим еще несколько признаков, общих и характерных для рода мышей. Нижние резцы очень остры, что позволяет мышам употреблять их для разрывания мяса. На резцах незаметно бороздки. Коренные зубы спереди кзади уменьшаются в величине: верхние наклонены немного взад, нижние — немного вперед. Первый зуб верхней челюсти разделен двумя поперечными впадинами, следы которых с боков всегда ясно видны, на три довольно тонкие лопасти, стоящие отдельно; из этих трех лопастей средняя шире других. По длине, т. е. по направлению зубного ряда, обе передние лопасти не глубоко разделены на три части, а задняя лопасть — на две. Второй коренной зуб поперек разрезан на две лопасти, из которых передняя вдоль разделена на три части. Третий зуб разделен тремя складками эмали, входящими изнутри. Он меньше других и имеет округленно треугольный венчик. В нижней челюсти первый зуб разделен двумя глубокими поперечными впадинами на три доли, поперек которых (т. е. по длине зубного ряда) проходит неглубокая впадина. Второй (спереди) и третий зубы нижних челюстей делятся только пополам впадиною, идущею в поперечном направлении. Бугры под старость или от рода пищи часто стираются, но во всяком случае

в характере коренных зубов мышей ясно видны признаки зубов всеядных. Череп очень развит в длину. Скуловая дуга очень изогнута книзу, так что оба ее конца направляются вверх, как у всех истинно мышеподобных. Сочленовый и венчиковый отростки нижней челюсти не высоки. Ноги почти до колен и когтей скрыты под кожей. Гибкость их и большая подвижность когтей лап позволяют мышам быстро бегать и, обхватывая предметы, лазать и схватывать пищу передними лапами. При хождении ступают всей стопой. На передних ногах стопа короткая, на задних — длинная; та и другая голые. Когти, сжатые с боков, довольно тупы и коротки.

Истинные мыши водятся по преимуществу в восточном полушарии[1] и здесь населяют местности разнообразнейших климатов и условий, а одни из них принадлежат даже к числу немногих всесветных жителей. Особенно много их в Средней и жаркой Азии. Мыши относятся к всеядным, почти ночным животным, кажется, не подвергающимся зимней спячке.

Все они очень плодовиты, кидают в год раз по 5—6 и несут иногда до 6 детенышей. Для человека это одни из наиболее вредных, неприятных и трудно истребимых грызунов.

Распадаются на два колена.

Колено первое. Крысы

Нёбные складки посредине не разделены. Длина тела с хвостом всегда более фута. На хвосте больше двухсот чешуистых колец.

Вид 1. Кочевая, или бурая крыса — Mus decumanus Pall.[2]

Эта мышь, наибольшая из всех наших мышей, легко отличается буро-серым цветом, зависящим от того, что нижняя часть волос серого цвета, а вершина — серых, черных, бурых и рыжих оттенков. Нижняя поверхность тела не чисто белого цвета, довольно резко отделенного от цвета спины. Впрочем, цвет всей шерсти подвергается значительным изменениям. Толстый хвост сверху подходит под цвет

[1] В Америке (по Ватергузу) дикими встречаются почти всегда мыши из особого рода — Hesperomys.

[2] Большая крыса, щур, пацюк.

спины, снизу посветлее; длиною обыкновенно немного покороче тела. На хвосте около 210 колец;[1] между ними выходят волоски, направленные кзади. Почти голые уши втрое короче головы и, загнутые, не достигают своим концом глаз. Глаза черные, круглые, большие. На щеках, на рыле и над глазами выходят длинные щетинки, из которых иные идут до ушей. Да и по всему меху часто выходят щетинки, значительно превышающие длину остальных волос; эти щетинки направляются в разные стороны, отчего мех никогда не бывает гладок.

Длина тела бурой крысы изменяется от 10 до 7 русских дюймов; весит она поменьше фунта. Измерения частей тела кочевой крысы можно видеть из следующего примера. Длина тела без хвоста — 9″5‴, длина хвоста — 8″7‴, голова — 2″5‴, передние ноги — 1″6‴, их стопа — 7‴, длина задних ног — 2″1‴, длина стопы задней ноги — 1″5‴, длина ушей — 8‴. На хвосте 169 колец. Взятый экземпляр, впрочем, не принадлежит к нашей фауне.

Бурая крыса водится по большей части в нечистых, сырых частях строений, особенно там, где много мучнистой и мясной пищи, а также в садах и полях, особенно по берегам рек. Летом в очень сильные жары, когда вся вода уничтожится в окрестности нор их, крысы отправляются огромными длинными вереницами к реке или озеру на водопой и делают это всегда ночью. Томимые жаждой, они становятся тогда очень дерзкими. Такие похождения часто видят жители Рыбинска, где миллионы крыс наполняют амбары, стоящие по берегам Волги. Для жилья в домах крысы роют ходы и норы под полом, а иногда также вырывают небольшие норки и ходы около реки и в полях. Черная* крыса прекрасно плавает и потому легко забирается на корабли и перевозится из одних стран в другие. В Европе она появилась в первой половине XVIII ст. Отечеством бурой крысы считают средину Азии; чрез Астрахань проникла она в Россию, а из Индии на кораблях в Англию и остальную Европу. Ныне она водится уже по всей Европе и в тех местах, где укореняется, быстро истребляет черную крысу. Это в недавнее время сделалось для Киева (с 1849 г.) и его окрестностей, а здесь, в Петербурге, уже 20 лет тому назад. Далеко ли распространение ее во внутренней России — мало известно. Но в приморских местностях, например

[1] У одной Кесслер нашел 180.

* Очевидно описка, вместо „бурая". [*Прим. ред.*].

в Крыму, Одессе, даже в Петропавловском порте (по Вознесенскому) и в Америке, она очень обыкновенна.

Прожорливый пацюк вредит особенно тем, что своими крепкими резцами рвет и грызет все, что ему попадается, а отвратительный запах его извержений многое делает негодным к употреблению. Крысы падки на все и своею дерзостью часто весьма удивляют, нападая на живых мелких и даже крупных зверей и птиц. Много истребляют домашних мышей и черных крыс. Полезны как истребители падали. В последнее время шкурки их стали во Франции выделывать и употреблять на перчатки.

Замечание. Другой вид крыс — домовая, или черная крыса. Mus Rattus L.[1] бесспорно существовала прежде и в Петербурге, но ныне, кажется, совсем истреблена. Тем не менее в окрестностях Петербурга, особенно в дальних уездах его, с большою вероятностью можно предполагать существование и этого вида, особенно потому, что бурая крыса всегда по преимуществу разводится в больших городах. Первоначально этот вид водился во всей Европе, но когда и откуда появился он — неизвестно, а между тем лучшие и весьма наблюдательные писатели древних времен не упоминают о ней. Георги (около 1800 г.) говорит, что черная крыса обыкновенна во всей России до 62° с. ш. Как местности, наблюденные и известные ему, он упоминает Остзейские провинции, петербургские окрестности, Вологду, Пермь, Астрахань. Паллас (около 1830 г.) нашел ее еще в Симбирске и некоторых других местностях. Ныне, по показанию Черная, нет черной масти около Харькова, а по словам Кесслера, она вытесняется и из Киева. Кроме того, мы очень мало знаем о распространении этой крысы. Признаки черной крысы суть: спина черная с редкой проседью или рыжевато-серобурая от смеси волос, различным образом окрашенных; брюхо темно- или светлопепельное; цвет спины постепенно переходит в цвет брюха, мех довольно мягкий; усики выходят за уши, они покрыты снаружи и изнутри мягким пухом, загнутые — достигают глаз, потому что равны $^1/_2$ длины головы. Хвост, длина которого приблизительно равна длине тела, одноцветен сверху и снизу, содержит около 240 колец и покрыт между кольцами очень редкими и короткими волосками; на передних стопах 5, а на задних 6 бородавo-

[1] Обыкновенная крыса, щур. Сюда же, вероятно, [относится], по замечаниям многих, и M. leucogaster Pietet, Rattoides Pietet и M. tectorum Savi.

чек. Длина тела этой крысы изменяется от 8 до 5 русских дюймов, а длина толстого хвоста от $8^1/_4$ до 4″. Живет только около жилищ; вредит столько же, как и кочевая. Обе плодятся весьма скоро и около времени случки, как и в голодное время, дерутся и заедают друг друга.

Колено второе. Мыши

Нёбные складки на середине не сходятся, по крайней мере задние. Длина тела вместе с хвостом всегда гораздо меньше фута, даже не превышает 9 дюймов и обыкновенно равна 5 или 4 дюймам. На хвосте от 100—200 колец.

Вид 2. Домовая мышь—Mus Musculus L.

Все знают ее и за вред, за пронырливость все не любят и гнушаются маленьким грызуном, до которого дошла речь в нашей фауне, хотя в своей форме он не имеет ничего неприятного и некрасивого.

Известный всем цвет спинки домовой мыши происходит от окраски каждого волоса черными и рыжевато-серыми кольцами. Основание этих волос всегда серое. На боках цвет спинки мало-помалу переходит в грязносерый, которым окрашена одноцветная шерсть, покрывающая нижнюю часть тела. Эти цвета довольно часто изменяются, так иногда рыжий, иногда серый, иногда черный цвета преобладают на всем теле; летом цвет вообще светлее зимнего. Как особенность встречаются пятнистые, желтые, светлосерые, белые и черные мыши. Замечательно, что в местах, где завелись белые мыши, они не переводятся. Причину этого должно искать или в постоянстве условий, производящих изменения в цвете кожи, или в передаче цвета окраски в следующие поколения. Опыты Колодона подтверждают последнее. Он нашел даже, что приплод от серой и белой мышей состоит всегда отчасти из чисто серых, отчасти из чисто белых детенышей, а не из пестрых. Белые мыши иногда имеют красные глаза (альбинизм), иногда черные, как у обыкновенной мыши. Ноги обыкновенной мыши цвета спины, а концы лап и подошвы почти голы.

Тонкие, полупрозрачные уши покрыты очень редкими и короткими волосками. Длина ушей равна почти половине длины головы, так что пригнутые уши достигают глаз. Хвост сверху темнее, чем снизу, серого цвета, почти без волос, потому наощупь скользит, холоден и неприятен. Он

почти равен (или немного более) длине тела и состоит из около 180 колец. Длинное гибкое тело домовой мыши подперто невысокими ножками, оканчивающимися почти голыми лапками с маленькими и тонкими когтями. Гибкость ног позволяет домовой мыши быстро бегать, хотя при хождении стопа ее почти совершенно не гнется. Передвигая лапы, мышь почти не движет своим телом и оттого кажется, что не бежит, а скользит — плывет она по ровному полу. На голой стопе много бородавочек, а подле когтей подушечки. Это позволяет мыши легко держаться на скользких предметах, почему она и может лазать, ибо устройство ключицы помогает этому. Резцы верхних челюстей желтые.

Отношение частей тела домовой мыши столь сходственно с отношением тех же частей тела домовой крысы, что истинным отличием этих двух мышей остаются только чисто наружные признаки — цвет и величина. Длинная голова с остреньким рыльцем, черные с проседью длинные щетинки усов, уши и хвост обоих видов совершенно одинаковы; внутреннее устройство мало еще сравнительно изучено, но известно, что слепая кишка домовой мыши гораздо более вытянута, чем округленный слепой отросток кишек домовой крысы. Простой народ в некоторых местах считает оба вида крыс выросшими и при благоприятных условиях развившимися мышами, в особенности утверждает он это про черную крысу. Вообще при настоящих сведениях нельзя еще наверное сказать, существует ли между обоими видами — черной крысой и домовою мышью, истинное отличие и не суть ли это только разновидности одного вида. Происхождение этих разновидностей тем легче объяснить себе, что домовая мышь была уже известна древним писателям и, издавна обитая в жилищах человека, легко могла чрез длинный ряд поколений вполне укрепить свою породу. Напротив того, домовая крыса — пришелец для Европы — порода, развившаяся под теплым небом, чужда нашим странам и потому быстро истребляется у нас. Если мы взглянем на разнообразие пород лошадей, овец, собак, даже бурых медведей и зайцев (по Миддендорфу), нас нисколько не удивит яркое отличие обоих видов в величине. Интересно было бы знать, спариваются ли оба вида мышей или нет? Вероятно нет; впрочем, отрицательный ответ еще ничего бы не сказал противу единства происхождения обоих видов, как ничего не говорит столь же отрицательный ответ о разновидностях морской свинки.

Длина тела домовой мыши от конца рыла до основания хвоста средним числом равна 3 дюймам.

Произведя до 20 измерений величины нашей мыши, я нашел, что по различию полов длина тела ее изменяется, но хвост постоянно у самок короче длины тела, а у самцов длиннее. Этот признак оказался столь верным и постоянным, что по нему мы часто и очень точно определяли впоследствии пол мышей. Притом стан самца более крепок и толст, чем стан самки. Около начала мая мне попались две самки, кормившие грудью. Тогда можно было видеть 5 пар сосцов, дававших при выжатии молоко, покрытых только редкою шерстью. Во всякое другое время, кроме времени кормления, различить эти органы почти невозможно. Сосцы расположены у мышей на груди и брюхе так, что позади передних ног находится их 3 пары, а перед задними ногами 2 пары. Расстояние между правым и левым сосцами увеличивается, начиная от первой пары до третьей, а далее уменьшается. Большое расстояние, находящееся между 3-й и 4-й парами сосцов, почти равно $^1/_3$ длины тела. Число колец хвоста при моих исследованиях оказалось довольно непостоянным и обыкновенно меньшим 180.

Прилагаем несколько измерений петербургских мышей [стр. 49].

Домовая мышь живет не только в строениях и жилищах людей, но и в поле и в лесах. Живя общинами, мыши прорывают в полах и стенах строений норы и ходы. Это совершают они с удобностью своими острыми и крепкими резцами, а гибкое мягкое тело дозволяет им пробираться везде, куда только просунется их голова.

Как большая часть мышей, домовая мышь особенно деятельна только ночью. Весь день смирно сидит она в своей норке. В лесах и полях питается особенно плодами, в домах — мясною и растительною пищею. Было бы излишне упоминать о тех проказах и о том вреде, что причиняют мыши. Способность прыгать и лазать не позволяет ничего упрятать от них. Невероятная плодовитость допускает быстрое размножение их и трудность избавления. Говорят даже, что они ежемесячно приносят 5—6 детенышей, которые после 4 месяцев сами готовы к оплодотворению. Таким образом, от одной мыши в год может расплодиться от 400 до 1200 мышенков, считая, что каждый раз из 5—6 родится наполовину самок. На этом основании чрез два года поколение одной самки может простираться от 50 тысяч до полмиллиона. Понятно, что такая плодовитость в действительности не

[Пол]	Длина (в русских дюймах)							
	тела по прямой линии	хвоста	головы	ушей [1]	ног передних [2]	ног задних	задней стопы	число колец хвоста
1) Самец	27	30	$10\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	9	13	$7\frac{1}{2}$	
2) Самец	31	32	$11\frac{1}{2}$	4	7	$10\frac{1}{2}$	7	159
3) Самец молодой	$24\frac{1}{2}$	$26\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{2}$	3	$4\frac{1}{2}$	10	7	
4) Самец также .	21	23	8	$3\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	10	$6\frac{1}{2}$	100
5) Самец	31	32	11	$4\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$	13	7	171
6) Самец	34	$34\frac{1}{2}$	12	5	$6\frac{1}{2}$	15	$7\frac{1}{2}$	
7) Самец	$29\frac{1}{2}$	33	$9\frac{1}{2}$	4	8	15	7	167
8) Самка	31	29	8	$3\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	11	5	
9) Также	$37\frac{1}{2}$	$32\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	4	8	14	7	
10) Также	29	27	$7\frac{1}{2}$	4	6	14	6	189
11) Самец	28	31	11	4	$8\frac{1}{2}$	12	7	159
12) Самец	24	25	$7\frac{1}{2}$	3	5	10	$6\frac{1}{2}$	—
13) Самец	32	33	13	$5\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	14	7	172
14) Самец	30	31	$10\frac{1}{2}$	4	7	12	6	163
15) Самец	22	25	9	$3\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$	10	7	179
16) Самец	31	$31\frac{1}{2}$	9	$3\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	11	8	186
17) Самка	23	$22\frac{1}{2}$	7	$3\frac{1}{2}$	6	11	7	170
18) Самка	27	25	10	4	$5\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	153
19) Самка	30	29	10	$3\frac{1}{2}$	7	$11\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	171
20) Самка	25	21	$8\frac{1}{2}$	4	$6\frac{1}{2}$	11	6	162

существует, потому что мыши в молодости сильно мрут, а возмужалые зачастую кровавыми драками истребляют друг друга. Крысы, кошки, собаки и ловушки разного рода еще больше помогают этому истреблению. Показанные числа относятся к самым благоприятным обстоятельствам.

Домовая мышь почти повсюду сопутствует человеку. От берегов Кандалажской губы и Колы (Миддендорф), от северных частей Урала, от Березова (по сведениям Уральской экспедиции) и Туруханска (66° с. ш., Миддендорф) ее нашли во всех частях Старого Света, до Индии, Японии и внутренней Африки, даже на столь отдаленных островах, каковы острова Вознесения и Св. Елены. Она водится также во всей Северной, Средней и Южной Америке. Только в весьма немногих населенных местностях нет домовой мыши. Так, по словам Вознесенского, ее нет в Камчатке, а по замечанию Миддендорфа дальше Туруханска.

[1] Т. е. возвышение ушной раковины над черепом.

[2] Длина ног измерена от конца когтей до места выхода ноги из массы тела.

Вид 3. Полевая мышь — Mus agrarius Pall.

Отличить эту мышь легко уже тем, что по средине ее спины тянется черная полоска. Верх у нее ржавчинно- или серо-бурый, немного меняющийся с временем года. Основание волос серое, вершина ($^1/_2$, $^1/_3$) рыжевато-бурая. Иногда встречаются особи с белыми пятнами; такая была, например, найдена в саду С.-Петербургского Таврического дворца. Нижняя часть тела белая, оттого что кончики серых волос белого цвета. Она резко отделена от спины; линия раздела по боку изогнута кверху и спускается на обе лапы. Ноги спереди белого цвета, с боков — цвета спины. Остренькое красивое рыльце усажено ресничками, или усиками, изредка едва достигающими ушей. Маленькие, почти безволосые уши равны $^1/_3$ длины головы и потому, пригнутые, не достигают глаз. Черная полоска, начинаясь почти между глазами, идет по всей спине до хвоста. В редких случаях она заменяется белою полоскою. Хвост, величиной превышающий половину длины тела и не достигающий целой длины его, состоит около из 120 колец с редкими пучками коротких волос в промежутках. Верхняя часть хвоста темнее нижней.

Полевая мышь по преимуществу населяет открытые местности и особенно часто водится под стогами сена. Если разводится в значительном количестве, то входит в леса и даже в дома. Эта вонючая мышь много вредит посевам и вообще полям, потому что питается по преимуществу семенами, травой и кореньями. Впрочем, образ жизни ее мало известен.

Средняя длина тела (без хвоста) равна 4 дюймам. Измерения, приведенные здесь нами, определены по набитому экземпляру Музеума: от конца рыла до конца хвоста 6″5‴, одно тело 3″8‴, хвост 2″8‴, голова 1″2‴, ушная раковина 4‴, задняя стопа 7‴, передняя 3‴.

От Рейна до Енисея и от южных частей России и Германии до Дании, северной Германии, остзейских провинций, Петербурга и Казани, а может быть и еще севернее, тянется область распространения полевой мыши. Около Петербурга она водится довольно редко, в особенности по сравнению с южными и средними частями России.

Вид 4. Лесная мышь — Mus sylvaticus L.

Сверху буровато-серого или не чисто рыжеватого цвета, оттого что основание волос темносерое, а вершины светло-

бурые или изредка черные. Нижняя часть тела серовато-белая, как и ноги. Цвета спины и брюха резко разделены. На длинной головке большие выпуклые глаза и уши, равные половине длины головы, так что, пригнутые, достигают глаз. Усики многочисленные, направленные более в бока, чем взад. На спинке нет полосы, а впереди груди иногда, особенно у старых, желтое пятно (M. flavicollis Melchior). Хвост сверху красно-бурый, снизу серовато-белый; длина его меньше длины тела. Он мало волосист и покрыт до 150 кольцами. Задние ноги сильнее, чем у других мышей наших окрестностей.

Лесная мышь немного побольше домовой, около $3^1/_2$ дюйма. Вот измерения одной из этих мышей, хранящейся в спирту в Музеуме Академии Наук. От конца рыла до начала хвоста $32'''$, хвост $28'''$ с 142 кольцами; голова $10^1/_2'''$, уши $7'''$, передние ноги $7'''$, задние ноги $11'''$.

Живет особенно около лесов и в лесах, где роет себе норы, в которых скопляет иногда запасы на зиму. Иногда разводится во множестве, но около Петербурга очень редко. Говорят, что носит только раз в год 9 детенышей. Распространена во всей умеренной Европе, в Западной Сибири, в Закавказье, Бухаре и киргизских степях.

Первое замечание. К числу около-петербургских мышей можно причислить и маленькую мышь — Mus minutus Pall., потому что она распространена от Франции и Бельгии до Енисея и от южнорусских губерний до Финляндии и Казанской губернии. Впрочем, она у нас не найдена. Мягко-пушистая спинка ее буро- или серо-желтого цвета, щеки и бока более ржавчинные. Белое брюхо — не очень резко отделяющееся от спины; ноги также белые. Уши равны $^1/_3$ длины головы и, пригнутые, не достигают глаз; они покрыты редкими волосками. Хвост поменьше длины тела, со 130 кольцами и редкими пучками волос. Это наименьший вид из наших мышей и грызунов, около 2 дюймов. Живет по полям вместе с полевой мышью. По наблюдению Палласа, вьет висячие гнезда.

Второе замечание. К нашим грызунам с некоторою вероятностью можно отнести и березничка * — Sminthus Keyserling et Blasius, хотя его и не встречали еще здесь. Впрочем, Дюбен нашел его на Скандинавском полуострове,

* Березничок (Sminthus subtilis), по современной терминологии мышевка (Sicista betulina), — представитель семейства тушканчиковых. Мышевка встречается под Ленинградом, так что отнесение ее к с.-петербургской фауне является правильным. [*Прим. ред.*].

Тизенгаузен — в Литве, Кесслер — в Черниговской губернии, Нордман — в Одессе, Фрис — за Кавказом, Леман — в восточной части Средней Азии, а Паллас и Георги — во всей Сибири. Итак, все огромное пространство от Енисея до Литвы, от Скандинавии до Закавказья и Одессы можно считать обиталищем скрытного березничка. Это послужило для нас основанием предполагать существование его и в наших окрестностях. Березничок, или березовая мышь, составляет особый род мышиных. Яркое отличие этого рода составляют большие округленно треугольные подглазные отверстия, каких нет ни у одного из родов мышиных. Впрочем, весь череп березничка совершенно сходен с мышиным, и если величина подглазного отверстия и сближает березовую мышь с дикобразоподобными, то форма всего тела и частей его, вместе с совокупностью остеологических признаков, совершенно их разделяют. Коренных зубов $\frac{4-4}{3-3}$, они бугорчатые. В верхней челюсти первый и четвертый зубы наименьшие, в нижней первый наибольший, третий наименьший. Верхняя губа почти не разделена, без защечных мешков. Уши волосистые; хвост более волосист, чем у истинных

	От конца головы до начала хвоста	Голова	Уши	Хвост	Передние ноги	Задние ноги
	русских линий					
Черниговский экземпляр по Кесслеру. Чучело. (Mus betulinus)	31	12	5.5	37		
Из уральских степей привезен Леманом; в спирту (Sminthus subtilis) в Музеуме Академии Наук	20	7	3	29	5	9
Экземпляр Лемана. Чучело (Smint. betulinus) в Музеуме Академии Наук	25	9	2.5	35	7	
Экземпляр, присланный Нордманом (S. Nordmanni Keyserl.) из Вознесенска. Чучело в Музеуме Академии Наук	25	8	3	28		
Sm. vagus Паллас (n. spec. quadrum)	31	10	5	35.5		
Sm. betulinus Паллас (n. spec. quadrum	27.5	10		38		

мышей, кольчатый. Все почти известные виды (Mus vagus Pall., Mus betulinus Pall., Mus lineatus Lichtenst., Sminthus loriger Nathus.), по исследованию г-на Брандта, подходят под один: нежный березничок — Sminthus subtilis Brandt. Отличием этого вида будут: длинный мышиный хвост, шкурка сверху цвета, изменяющегося от ржавчинного до темно-бурого, на брюхе бело-серая; цвет спины постепенно переходит в цвет брюха; по спине черная полоска, берущая свое начало на затылке, носик беловатый.

Приводим несколько измерений величины частей тела березничка [см. таблицу на стр. 52].

Б) ПОЛЕВКИ, ИЛИ МЫШИ С ПРИЗМАТИЧЕСКИМИ ЗУБАМИ — PRISMATODONTES S. ARVICOLINI

Коренные зубы без истинных конических корней. В них эмаль так согнута, что образует род призм, обыкновенно треугольных; потому говорят, что зубы полевок составлены из призм. Лобная кость между глазными впадинами узкая, с боков сжатая. Надглазной валик мало выпуклый, сглаживающийся у висков. Нёбо у задних коренных зубов вырезано. Из этих грызунов мы имеем около Петербурга двух: водяную полевку (Arvicola amphibius) и житника (Arv. arvalis).

Род полевка — Arvicola

Наглядные отличительные признаки этого рода суть: пушистые уши, едва выдающиеся из меху,[1] однообразные когти передних лап[2] и слабо волосистый хвост, составляющий не менее $^1/_4$ (до $^2/_3$) длины тела, т. е. всегда превышающий длину голой стопы задних ног.[3] Впрочем, все грызуны этого отделения (Arvicola, Lemmus, Myodes) столь сходственны во многих признаках и особенно по устройству черепа и зубов, что по справедливости достойны образовать один род (Lemmus Geoff.). О полевке заметим, что у нее резцы толще и крепче, чем у мышей. Коренные зубы ее расположены в параллельных рядах и составлены из двух рядов трехсторонних призм; их $\frac{3-3}{3-3}$. Величина зубов кзаду немного уменьшается. Призмы спаяны корковым веществом, которое с возрастанием легко стирается и потому со стороны зубы

[1] Уши и хвост отличают их с первого взгляда от мышей.
[2] В отличие от пеструшки — Lemmus.
[3] В отличие от Myodes и Lemmus.

полевок имеют вид напилка. Последний зуб в верхних челюстях состоит обыкновенно из 5—6 призм, в нижних челюстях — из 3 призм. Вообще же расположение и число призм различается по различию видов, и зубы дают наиболее резкий из видовых признаков довольно плохо исследованного рода Arvicola.

Общий вид черепа более укороченный, чем у мышей, отчего стали более короткими и мозговая полость, и скуловые кости, и нижняя челюсть, задние отростки которой сильно загнуты наружу. Надглазные валики, иногда едва заметные, обыкновенно на средине лобной кости касаются друг друга и, расходясь далее, теряются на височной кости. Крыловидные отростки основной кости почти совершенно вертикальны. Желудок замечателен сильной каймой, которая окружает его и делит на две половины; кроме того, справа заметно еще особое возвышение, так что желудок кажется трехраздельным. Слепая кишка значительная. Около начала хвоста вонючая железа. Половые органы самца снабжены всеми своими прибавками: семенным пузырьком, предстательною и куперовою железками.

Эти маленькие грызуны роют норы и питаются по преимуществу корнями, семенами и луковицами; подвергаются зимней спячке и водятся в северном полушарии, по преимуществу в Европе и Азии.

В нашей стороне живут две полевки: водяная и полевая. Обе они из отдела, собственно, Arvicola Blas., отличающихся от Hypudaeus Blas. тем, что зубы вовсе без корней; передний треугольник венчика первого нижнего зуба спереди тупоуголен и спаян со следующими двумя, а третий зуб верхних челюстей показывает снаружи 4 полоски. Уши составляют $^1/_4$—$^1/_3$ длины головы. Хвост до конца равно волосист.

Вид 1. Водяная полевка—Arvicola amphibius Keyserl. и Blas. (Водяная крыса, водяная мышь)

Водяная полевка величиной с крысу и отличается от других полевок[1] многочисленными признаками. Отличие ее от полевки житника располагаем в следующей таблице (по Блазиусу и Кейзерлингу).

---

[1] Не считая виды Лоншана (Arv. terrestris, monticola, distructor) действительно существующими, вместе с Вагнером, Кесслером и другими, соединяем всех водяных полевок в один вид, следуя Натузиусу, Блазиусу и Демаре.

	Полевки	
	водяная	житник
Темянные кости расширенные с боков, так что наибольший их поперечник приходится на этих костях . . .	Назади	Посредине
Пластинка затылочной кости .	Более высока, чем широка	Более широка, чем высока
На венчике первого коренного зуба нижних челюстей видно призм	7	9
С наружной стороны того же зуба можно различить призм	4	5
А внутри на том же зубе отличают призм	5	6
Уши	Вполне спрятаны в меху, оттого что малы и не превышают $^1/_4$ длины головы	Немного выставляются из меху, оттого что достигают $^1/_3$ длины головы
Крышечка, закрывающая ушной проход, развита	Очень значительно	Весьма мало
Длина хвоста относится к длине тела, почти как	$^1/_2 : 1$	$^1/_3 : 1$, т. е. обыкновенно не более 1 дюйма и почти равна длине головы

Цвет водяной крысы весьма изменчив, что и служило одной из главных причин для отделения от нее других видов. Впрочем, тщательные исследования показывают весьма большую изменчивость многих признаков этого вида, особенно величины и цвета тела и хвоста, число позвонков последнего, формы валиков и др. Верх водяной крысы обыкновенно бывает черноватый (темносерый) с примесью серого, рыжего и бурого, зависящих от окраски вершинок волос; низ пепельносерый, с малым разве оттенком рыжего, бурого и других цветов. Хвост черноватый, около $^1/_2$ длины тела, с 23 хвостовыми позвонками. Признаки других видов, особенно составленных Лоншаном, вообще не постоянны. Так, например, признаками вида Arvicola terrestris он выставляет число хвостовых позвонков — 20, меньшую длину тела и хвоста ($^1/_3$ тела) и разноцветность последнего. Впрочем, Вагнер нашел водяных крыс, занимающих вполне средину между обоими видами. Он нашел Arvicola amphibius по

наружным признакам Лоншана, но с 22 позвонками. Также непрочны и все почти вновь составленные виды водяных полевок. Принимая разнообразие их, должно полагать, что цвет шерсти на спине переходит оттенки от желто-серого, по сторонам более светлого (Arv. monticola S. Long.), до равномерного или пятнистого желтовато-бурого (Arv. terrestris S. Long., amphibius S. Long.) и до черноватого (Arv. sternatilis). Длина хвоста изменяется от $^1/_3$ (Arv. terrestris S. Long.) до $^1/_2$ (Arv. monticola S. Long.) и даже более (Arv. amphibius S. Long). Цвет его может быть или однообразным черноватым (Arv. amphibius S. Long.), или светлосерым (Arv. monticola S. Long.), или сверху бурым, снизу светлым (Arv. terrestris S. Long.). Величина тела (без хвоста) изменяется также от 9 дюймов[1] до 4.5 дюйма.

Вероятно многие из этих изменений зависят от возраста и пола. Кроме их, найдены пятнистые, белые и других цветов водяные крысы. Верхняя губа и шея всегда серые, голова толстая, высокая с тупым носом. На хвосте 130—140 колец, между которыми сидят редкие, короткие и мягкие волоски и у старых более частые, чем у молодых.

Для дополнения предполагаем* описание петербургского экземпляра, хранящегося в Музеуме Академии Наук. Он пойман 13 августа 1853 г. Вот его наружные признаки, определенные по набитой чучеле. От конца морды до конца хвоста 9 русских дюймов; по прямой линии тело без хвоста 5″6‴, по изгибу спины 6″8‴, хвост 3″5‴, т. е. составляет около $^2/_3$ длины тела. Хвост сверху и снизу равномерно черный, равномерно утончающийся, в конце с маленьким пучком недлинных волос, а по всей длине покрыт волосками, прилегающими к кольцам и имеющими не более 1 линии в длину. Цвет волосков (7‴) спины в нижних $^3/_4$ длины темносвинцово-серый, а в последней четверти почти весь рыжевато-бурый, разве иногда с черным кончиком. Оттого цвет спинки выходит черновато-бурым; на боках он рыжее оттого, что рыжая вершинка волос занимает уже до $^2/_3$ длины волоса (5″). Из этих волос по боку выходят изредка длинные волоски (8—9‴), совсем черные. На основании ног волоса становятся гуще, короче и рыжее; на брюхе (до 4‴) они еще короче, более светлосеры и также с рыжей вершинкой, отчего цвет брюха кажется серовато-рыжим. Ушная раковина, покрытая серым пушком, не более 4‴. Длинные

---

[1] Такова барнаульская полевка, находящаяся в Музеуме.

* Очевидно описка вместо «предлагаем». [*Прим. ред.*].

волоски, сидящие впереди ушей, почти вполне покрывают их. Волоски головы согласуются в цвете с волосками спины, боков и брюха, только всегда они короче и сидят гуще. Усики, в беспорядке сидящие по бокам носа, при основании черного, при конце буроватого цвета. Голова до 1″7‴. Ноги покрыты короткими серыми волосками. Задняя стопа 1″2‴, передняя 7‴.

Водяная крыса живет чаще всего близ воды, около рек, озер, канав, болот, но иногда выбирает себе жильем горы и открытые сухие места. Для жилья этот неутомимый грызун роет себе нору, которую выкладывает внутри чем-нибудь мягким, и от нее проводит длинные, узкие подземные галлереи. Несколько таких галлерей идет под воду, куда бежит водяная крыса, как для избежания опасности, так и для добычи пищи. Другие галлереи идут неглубоко в земле, в разных направлениях и иногда очень далеко. Эти галлереи роет полевка для снискания себе пищи, состоящей главным образом из корней. Входя в воду, питается корнями, икрой, червяками и др. (особенно корнями рогоза Typha). Ныряет и плавает этот грызун довольно хорошо, но под водой остается не более минуты. Около апреля и мая спариваются, и после того самка, отделяющая при течке запах мускуса, несет 5—6 детенышей. Должно полагать, что спаривание повторяется еще раз или более в течение лета. На зиму собирает запасы и, вероятно, не предается сну.

Водяная полевка распространена от Атлантического океана по всей Европе и Сибири до Лены, даже до Охотского моря. Экваториальной границей служат, вероятно, северные берега Средиземного моря, Кавказ и юг Сибири, полярной — турфы и даже самый север Финляндии, Кола и в Сибири 70° с. ш.

Большой вред этих грызунов показывается очевидным особенно в возделываемых местах, близких к воде, — на пашнях, лесах, особенно в садах и огородах. Собаки их очень хорошо отыскивают. Мех иногда употребляют, особенно в Азии.

Вид. Обыкновенная полевка, или житник — Arvicola arvalis Pall.

Если водяную полевку назвали крысой по величине и сходству с ней, то житника еще справедливее называют полевой мышью, а простой народ, часто многого не отличая, зовет е[го] просто мышью. Отличить полевок от мышей по внешности, как мы сказали уже прежде, легко по величине хвоста и ушей, а из внутренних органов — особенно по

устройству зубов. Житник — этот маленький живой грызун — имеет желтовато-серый грязный цвет шерсти, снизу более белый. Оба цвета отделены нерезко. Под хвостом и ноги почти белого цвета. Впрочем, эти цвета меняются в оттенках, особенно цвет спинки; она бывает иногда темнобурая, лишь немного с серым, иногда светложелтая. Лоншан отличает и здесь несколько видов, также довольно непостоянных (subterraneus, duodecimcostatus, flavus).

Отличительные признаки этого вида показаны нами при сравнении с предыдущим. Заметим здесь только, что у житника голова большая густошерстая, хвост обыкновенно светлый, полупокрытый лежачими волосками, на конце с особым пучком волосков, впрочем, заметных и у некоторых мышей; хвост покрыт около 55 кольцами (Selys).

Об житнике петербургских окрестностей можем сказать только очень немногое, потому что имели под руками только один экземпляр его, хранящийся в спирте в Музеуме Академии Наук. Голова, верх спинки и хвоста этого житника черно-серые, шея, брюхо и нижняя сторона хвоста светло-серые. Длина тела без хвоста 3″6‴, длина хвоста 1″3‴, задние ноги 1″, передние 6‴, задняя стопа 6‴, ушная раковина 3‴. Величина тела житников меняется от 5″ до 3″, длина же хвоста от 1″7‴ до 8‴.

Житник живет чаще всего на полях и обыкновенно на невысоких местностях. Зимой он удаляется иногда в леса или поселяется в хлебных амбарах, или там, где лежит немолотый хлеб. Размножаясь иногда в огромном количестве, вредит пажитям и складам хлеба. Питаются, впрочем, часто и корнями, травой и потому иногда несносны в огородах и садах.

Житники селятся попарно в небольших и неглубоких норах, устланных травой и мхом. Сюда собирают они свои запасы, если живут в изобильном месте. От этой норы часто идет углубляющаяся фута на 2 галлерея, где самка один или два раза в год несет 6—12 детенышей. Распространение житника гораздо меньше области водяной крысы. Границами житнику служат: Каспийское море, Кавказ, Черное море, Бессарабия, Атлантический океан и Обь. У нас житник водится часто, также и в Оренбурге, но точных северных и юго-восточных границ распространения этого вида мы не знаем.

Замечание. В последнее время отделили несколько видов от Arvicola arvalis Pall. Лучше других утвердился вид, восстановленный Лоншаном и Нильсоном, Arvicola agres-

tis L.* Многих из северных полевок принимают принадлежащими к этому виду. По нашему мнению, этот вид весьма сомнителен. Его установил еще Линней в своей «Fauna Suecica» (edit. I, p. 11, № 27; edit. II, 1761, p. 11, Mus agrestis). По Линнею, признаки этого вида суть: укороченный хвост, спина темная, брюхо пепельное. Впоследствии этот вид соединили с Arv. arvalis. Лоншан (Selys Longchamps. Bulletins de l'Académie de Bruxelles, 1841, Septembre; Faune Belge, 1-e Partie, 1842, p. 35) восстановил вид Линнея и определяет его так: величина тела более, чем у Arvicola arvalis, но менее, чем у Arv. terrestris; уши, выставляющиеся из меху, черноволосисты; глаза большие; хвост более $^1/_3$ длины тела, двуцветный, сверху черноватый; мех сверху землистобурый или темноржавчинный, снизу пепельный; ноги серые. Нильсон (S. Nilsson) в новом издании своей «Skandinavisk Fauna» (Lund., 1847) совершенно не говорит об Arv. arvalis, полагая, что на Скандинавском полуострове она вполне заменена Arv. agrestis. Это мнение прямо противоречит мнению Линнея и Sundew (Vet. Acad. Handling., p. 26) и первым исследованиям Нильсона (Skand. Fauna, I Appl., pp. 189 и 34). Нильсон, излагая диагнозы родов и видов грызунов (Öfversigt of de Skandinaviska Gnagarnes, 331 стр.), разделяет все семейство мышиных на два отдела, обращая внимание на строение коренных зубов. Ко второму отделу (Lemmus Geoff.) Нильсон относит Hypudaeus, Arvicola и Myodes.

Для отличия двух первых он рассматривает устройство зубов.

[1]. *Hypudaeus.* Средний коренной зуб верхних челюстей снаружи с тремя боковыми ребрами, а снутри — с двумя, без всякого следа третьего ребра (mellestra nindtanden ofvan med. 3 sidokanter utåt 2 ânnustörre inåt, utan spår till en 3: dje). Сюда причисляет Нильсон Lemmus (Arvicola) amphibius, medius, glareolus, rufocanus и rutilus.

2. Arvicola. Средний коренной зуб верхних челюстей снаружи с тремя боковыми ребрами, как и снутри, но из трех внутренних одно ребро довольно невелико (mellestra kindtanden ofvan med 3 sidokanter utåt, 3 inåt of hvilaa de 2 âro lika den yttra den 3 dje liten). Сюда отнесена Arvicola agrestis. Видовые отличия Arvicola agrestis, по Нильсону, суть: svansen of Lulfvudets längd; öronen knappt utstäende urfallen (хвост равен

* Arvicola agrestis считается в настоящее время самостоятельным видом. [*Прим. ред.*].

длине головы, уши едва выдающиеся). На 366 странице излагается полное описание отличий этого вида. Из них, как и из всего предыдущего, видно, что этот вид образован на весьма шатких признаках: длине хвоста и ушей и цвете шерсти. Незначительное число имевшихся под руками экземпляров не позволило нам решить вопрос о существовании Arv. agrestis L. в нашей фауне.

Семейство III. Зайцевые — Lagoides

Зайцы относятся к грызунам, к семейству зайцевых (Lagoides). Они характеризуются так.

На передних ногах 5 пальцев, на задних 4. Хвост пушистый и короткий или даже совершенно исчезает (Lagomys). Сзади обыкновенных двух больших резцов стоят в верхней челюсти два маленьких. Резцы нижних челюстей не заострены с боков, потому что спереди почти совершенно плоски. Пластинчатые коренные зубы не снабжены корнями, вверху по шести или по пяти, а внизу — по пяти. Лобная кость между глазами широкая и дает значительный скуловой отросток, который достигает у Lagomys до скуловой кости. Скуловой отросток верхней челюсти не образует пластинки. Ланитная поверхность верхних челюстей отчасти перепончатая — сетчато-костяная.

Слезная кость и слезной канал в глазной полости. Подглазные отверстия маленькие, округленные. Костяное нёбо очень неполное, в виде мостика между двумя или тремя из передних зубов, оттого что спереди весьма развитые околорезцовые отверстия занимают все пространство от резцов до первого или даже до второго коренного зуба, а сзади образуется большое рото-носовое отверстие (choane). Крыловидные отростки более или менее вертикальные. Ключица вполне образована или ее нет.

Зайцевые составляют единственное семейство зайцеподобных (Lagomorphi) и представляют два рода, различные и по общему виду, и по образу жизни. В нашей фауне находим два вида одного из родов.

Заяц — Lepus

Общая форма тела зайцев весьма отлична от формы других грызунов. Особенно поражают длинные ноги, огромные уши и короткий хвост. Череп представляет много сходного с черепом жвачущих: такой же высокий и узкий, те же

неполные сетчато-костяные щеки, та же изогнутость переднего и заднего черепного склона, тот же узкий и высокий затылок, как у большей части жвачущих. Таким образом, личная и мозговая части расположены не в одной линии. Мозговая полость длинна, хотя и незначительно. Длинная ось этой полости значительно отклонилась от оси черепа. Оттого плоская часть затылочной кости не перпендикулярна к оси черепа, как у большей части грызунов, но значительно наклонена книзу, т. е. почти перпендикулярна к оси мозговой полости. Височная кость плотно спаяна с затылочной, а ушной проход в виде костяной трубки, обращенной отверстием кзаду. Широкие темянные кости зайцев под старость почти сливаются между собою. Сзади их по средней линии черепа находится почти квадратная пластинка, склоненная книзу. Она составляет часть затылочной кости и, по замечаниям Кесслера и Миддендорфа, у двух из наших видов отличается фигурою своего шва, находящегося между [н]ей и темянными костями. У беляка передняя часть этой пластинки выдается мыском между темянными, а у русака напротив того — передний край затылочной пластинки вогнуто-вырезан оттого, что темянные кости тупым мыском углубляются взад. Длинные лобные кости не ясно разделены друг от друга. Над глазами они дают плоские отростки, каждый из этих отростков загибается взад и едва не доходит до скулового отростка височной кости (как у Lagomys). В том месте, где эти плоские отростки заворачивают взад, они дают небольшие отростки. Лобные кости спереди вдаются между носовыми. Конец этих отростков у русака тупой, а у беляка — в виде острого угла. Длинные носовые кости при начале плоски, в конце — своеобразно выпуклы. Скуловая дуга очень сжата с боков и значительно выгнута книзу. Нижнее ребро ее остро, верхнее — плоское, тупое. При переднем корне дуги спереди округлая впадина; при заднем — снизу сочленовная впадина. Она не ограничена ни спереди, ни сзади, но имеет поперек неглубокий желобок, что и служит зачатком поперечной сочленовной впадины. Скуловая кость рано спаивается со скуловым верхнечелюстным отростком, тогда как с височным почти нисколько. Слезная косточка дает на переднем краю глаза крючок, под которым в глазной впадине и лежит слезная ямочка. Обе глазные впадины разделены перпендикулярным отростком (основной кости), в котором проходит круглое отверстие, так что обе впадины сообщаются, как у птиц. Костяное нёбо только между тремя передними коренными зубами. В нижней челюсти, бока

которой совершенно плоски, сочленовный отросток значительно превышает низкий и тонкий венечный отросток. Сочленовный бугорок длинен и постепенно суживается кзаду. Около венечного отростка — желобок. Ключица не вполне образована, как у Lagomys. Длинная лопатка имеет форму узкого треугольника, обращенного углом книзу. Здесь сочленяется с ней плечевая кость. Из плоской части лопатки выходит кнаружи очень развитый acromion, в конце тонкий и загнутый прямым углом. Плечевая кость повыше нижнего мыщелка (condylus) имеет широкое поперечное отверстие, как у многих других грызунов. Локтевая и лучевая кост[и] более или менее срослись и не могут свободно двигаться. Когти довольно мало изогнуты и в вертикальном разрезе имеют форму треугольника. Большой палец передних лап так короток, что коготь его едва или вовсе не достигает земли. Когти задних лап значительно больше и сильнее передних. Бедренные и берцовая кости раза в полтора длиннее и сильнее соответствующих костей передних ног. Тонкая малая берцовая кость только наверху отделена от большой. Длина лап, т. е. расстояние от когтей до пятки, задних лап около вдвое более против передних. Верхние передние резцы с продольною бороздкою, которой нет или едва заметна у нижних. Коренных зубов $\frac{6-6}{5-5}$; они развиты в ширину так, что занимают по длине небольшое пространство челюстей. Верхние коренные зубы состоят из двух поперечных, плотно спаянных пластинок, разделение которых всегда можно видеть с внутренней и внешней поверхности, а иногда и на венчике. Только самый задний коренной зуб есть простой столбик почти с эллиптическим разрезом. Передний коренной зуб у́же других и спереди по длине имеет два или три желобка. Четыре следующих зуба равны между собою и только последний из них несколько поменьше своих предшественников. Из нижнечелюстных зубов три средних сходны с верхними, только пошире их. Первый зуб более других, состоит скорее из трех складок, чем из трех пластинок, и спереди украшен штрихами. Наименьший задний (5) отклонен своим корнем кзаду и состоит из двух столбиков. Передний столбик побольше заднего и по длине зубного ряда сплюснут, задний же поменьше и имеет форму округленно трехгранной призмы. Основания (они не имеют корней) верхних и нижних зубов очень глубоко вдаются в кости. Ротовая полость вначале покрыта волосами. Кишечный канал раз в 10 или 11 длиннее тела. Желудок также удлинен, особенно

около начала, где он окружен очень сильными мышцами. Слепая кишка очень велика, так что у обоих наших видов она достигает двух футов. Внутри ее идет спиральная заслонка, которую можно уже приметить извне по спиральному вдавленному следу. В том месте, где тонкая кишка переходит в толстую, есть еще маленький округленный слепой отросток. Начальная часть прямой кишки покрыта пухом. Половые части легко смешиваются от значительного развития clitoris. Этим оправдывается старинное поверье о гермафродитах из зайцев. Впрочем, самца и самку этих грызунов легко различить присутствием или отсутствием срамной промежности. Около половых органов вонючая железа.

Длинные ноги и постоянные прыжки отличают походку зайцев, определяемую также отсутствием полнообразованной ключицы, не позволяющей произвольности боковых движений передних лап. Лапы и подошвы густо волосисты. Передние лапы ступают пальцами. Длинные уши, внутри вполовину голые, делают слух зайцев очень совершенным, так что быстрый бег и тонкий слух есть отличительное свойство зайцев. Большие глаза отчасти показывают ночной характер.

Зайцы водятся почти по всей земле, кроме Новой Голландии. Впрочем, чаще они встречаются в северном полушарии как по числу видов, так и по числу особей. На юго-восток и на юго-запад — на островах Индийского моря и в Южной Америке число их значительно уменьшается. Значительное число видов зайцев трудно различается между собою, потому что все очень сходны по цвету своей шерсти. В Петербургской губернии существуют следующие виды зайцев.

Вид 1. Русак — Lepus europaeus Midd.[1]

Русак есть более южная форма зайцев, с одеждой мало или почти неизменной на зиму. Отличием этого вида служат очень длинные уши и черная полоска наверху хвоста. Вообще русак побольше беляка, и задние ноги его сравнительно длиннее. Разогнутые в колене, они достигают концами пальцев только до затылка. Общий цвет шерсти русака

[1] Lepus timidus L., Lepus europaeus Pall., L. timidus Keyserl., Blas. и др., вместе с L. medius Nilss., L. hybridus Pall., L. aquilonius Blas., L. timidus var. hyemalis Eversm. Русак и тумак. Вид, описанный у нас, образован Миддендорфом. [См.:] Bull. de la classe physico-mathemat. de l'Acad. Imp. de Science de St.-Petersbourg, IX. 1851, p. 209.

есть буро-серый, и спина всегда остается сверху такою, никогда не бывает на зиму чисто белая. Снизу светлее, чем сверху. Загнутые уши своим концом выдаются за концы рыла. Кончик их черного цвета. Этот цвет распространяется вниз не вполне по обоим краям ушей, но на спинке ушей только по заднему краю, а внутри их только по внутреннему или переднему краю. Позади глаз белая полоска. Пух спины, т. е. мягкие и более короткие волоски спины, шелкового блеска с черненьким кончиком (с $^2/_5$ всей длины волоса) при основании $^3/_5$ почти белого цвета. Пух нижней части тела, боков и основания ног длиннее пуха спины и при основании ($^1/_2$ длины) черновато-серого цвета, а на кончике — чисто белого. Ость, т. е. длинные, более жесткие волоса спины, окрашена кольцами, при основании светлосерого цвета, повыше — черно-бурого (который занимает $^2/_5$), потом желто-бурого ($^1/_5$), а вершинка ($^1/_4$) обыкновенно снова темно-бурого цвета. На боках и нижней части тела выходят длинные волоски (до 60 мм), нижняя половина которых темно-бурого цвета, а вершинка — чисто белого. Ость, выходящая из этих частей, или по всей длине желтого цвета, или в конце белого. Так как цвет меха зависит в особенности от окраски вершины волос, то вообще и кажется цвет верхней части тела более бурым, чем цвет нижней части. На зиму шерсть русака становится пышней и принимает более или менее светлый цвет, степень же изменения его зависит от различия пород. Белый хвост имеет всегда на верхней своей части полоску черных волос, особенно при начале хвоста. Длина его вместе с волосами превышает длину головы. Узкий след задних лап русака ясно отличается от округленного следа лап беляка. Должно различать две породы русаков — собственно русака и тумака.

Русак (Lepus europaeus Pall., Lepus europaeus var. Midd.) есть коренная, более южная и потому на зиму наименее изменчивая порода целого вида. Зимой, как и летом, цвет спины русака остается красновато-бурым и брюхо — ржавчинно-беловатого цвета. Ноги спереди более или менее отливают черным цветом, оттого что вершинки их короткой ости черного цвета, или с боков ноги грязножелто-серого цвета. Эта порода, по исследованию Миддендорфа, водится в Европе на юг от южных берегов Немецкого и Балтийского морей. На восток от линии, соединяющей Курляндию и устья Дуная, не встречается эта порода и является только на юг от Оренбурга, на берегу Каспийского моря и на Кавказе. На востоке граница этой породы неизвестна, на

западе крайним пределом служит Англия. Итак, в собственно Европейской России эта порода не водится и близ Петербурга не найдена. Зато здесь очень часто водится тумак, или северный русак (L. medius Nilss., L. europaeus var. medius Midd., Lepus timidus Kessl.). Зайцы этой породы отличаются тем, что на зиму значительно изменяют свой цвет. Вообще белый цвет нижней части тела у них распространяется более и более на спине и вытесняет серый цвет зимней одежды и желто-бурый летней. Передняя часть ног покрыта короткою остью, на которой нет черного кончика. Эта порода водится севернее русаков (L. europaeus Pall.) и занимает пространство, ограниченное с севера берегами Финского залива, Ладожского, Онежского, Белого озер, а отсюда — линиею, идущею параллельно восточному течению Волги до Урала в киргизские степи. Западною границею этой породы служат восточные берега Балтийского моря и граница русских владений до Дунайского устья. На юге тумаки встречаются до линии, идущей по северо-западным берегам Черного и Азовского морей, а оттуда до Оренбурга и киргизских степей. На всем севере России эту породу называют русаками, на юге — тумаками. Окраска шерсти для тумаков разных местностей довольно разнообразна. Предел изменения есть белый цвет всей шерсти, кроме серо-бурой полоски на спине.

Впрочем, встречаются постепенные переходы к окраске истинных русаков. Вообще различие в цветах зависит от темноты или бледности бурых и желтых и от количества белых колец ости.

По цвету шерсти можно отличить три сорта тумаков, или русаков северной породы (Lepus medius Nilss.): 1) Красные русаки, очень обыкновенные у нас, имеют ость без черненького кончика, который очень мало развит и на пуху. Оттого спинка кажется однообразно ржавчинною, без примеси темнобурого и серого цветов. Бока ляжек ног голубовато-серого цвета. 2) Белые русаки, редкие на востоке, но частые на западе России, отличаются белизною спинки, зависящею от белизны кончиков ости. 3) Черные русаки, у которых черный конец занимает большую часть каждого волоса, довольно часто водятся во многих местах России. По мнению Палласа и по преданиям охотников, белый тумак (L. hybridus Pall.) есть помесь русаков с беляками. Многие натуралисты считали их особым видом (L. medius Nilss., L. aquilonius Blas.), но после исследований Миддендорфа оказалось, что эти видоизменения не могут составить особого вида, потому что не представляют

ничего резкого[1] и притом не суть помеси, потому что водятся очень часто и в таких местах, где только один вид, или даже там, где вовсе нет зайцев.

Может быть, однако, что они составляют плодовитую помесь, происшедшую в тех местах, где водятся оба вида, например около Оренбурга, в Польше, и распространившуюся на север в область преобладания беляка.

Вообще русак больше беляка, длина его тела от конца рыла до начала хвоста изменяется от 22 дюймов (русских) до 18 дюймов. Вес меняется от 9 до 13 фунтов русских.

Русаки особенно любят кустарники и засеянные поля. Для жилья они вырывают ямки (логова), в них проводят они почти целый день. Редко и неохотно выбегают они в это время и обыкновенно ночью ищут себе пищу, которая состоит из семян, зелени, особенно огородной, а зимой — из коры и молодых побегов деревьев. Зайцы очень плодливы. Они несут от весны до осени раза три или четыре, носят около 30 дней по 3—4, даже по 6 детенышей. Они родятся зрячими и остаются около матери около 2 недель. Тогда мать кормит их, укладывает в ямке на что-нибудь мягкое и стережет, но после оставляет. Тогда молодые зайченята разбегаются по окрестностям и здесь во множестве гибнут жертвой хищных зверей и птиц. Чрез год молодые зайцы уже спариваются. Русский мужичок брезгует черным, хотя и вкусным мясом зайца; меха их также малоценны, оттого охота за зайцами не составляет промысла. Ею занимаются разве около больших городов, да для удовольствия. За русаками удобнее охотиться с борзыми, потому что бег русака продолжителен и прям и совершается большими прыжками, [так что русак] далеко удаляется от логова. Шерсть, в особенности прежде, весьма ценилась, как лучший сорт для выделки шляп. Легкие линючие меха зайцев малоценны и употребляются только в простонародьи и на легкие женские шубейки и шушуны.

Областью распространения целого вида должно считать всю умеренную и южную Европу. Его нет ни в Скандинавии, ни в Сибири, ни в Сев. Африке, а в Средней Азии можно предполагать его на западной границе в киргизских степях. Около Петербурга русаки весьма обыкновенны, впрочем, почти столь же, как и беляки.

---

[1] Число хвостовых позвонков L. europaeus 15—16, для variabilis — 14, а для L. medius — 12, 13, 14. Едва ли на основании этих чисел можно сказать что-либо достоверное о различии видов. Притом число хвостовых позвонков у многих животных изменчиво.

Вид 2. Беляк—Lepus variabilis Pall.[1]

Беляк есть северный и потому на зиму более изменчивый вид зайцев. Отличие этого вида состоит в том, что наверху белого хвоста нет постоянной (т. е. остающейся на зиму) черненькой полоски и уши, пригнутые к рылу, не достигают конца его. Вершинка их черного цвета, и этот цвет нисходит равномерно по внутренней и внешней стороне обоих краев уха. Впрочем, часто можно видеть и переходы к окраске ушей русака. Задние ноги, разогнутые вполне, достигают концами пальцев до основания ушей. Хвост с волосами короче головы, сверху и снизу белого цвета и только иногда наверху дымчатого цвета. Позади глаз нет белой полоски или она слаба. Пух на спине белый или сероватый с рыжеватыми кончиками. Летом цвет почти совсем как у русака; зимой вся нижняя и верхняя части тела, кроме вершины ушей, чисто белого цвета. Изредка встречаются темные разновидности, меняющие или не меняющие свой цвет на зиму.

Беляк поменьше русака. Длина его тела изменяется от 21 дюйма до 16 дюймов. Вес тела также меньше, чем у русака. Он меняется от 6 до 9 фунтов; обыкновенно около $7\frac{1}{2}$.

Беляк особенно любит селиться в лесочках, в борах; часто водится он на высоких горах. Как русак, он роет себе логова и проводит жизнь, как и предыдущий. Пища беляка состоит из грибов, зелени, зерен, коры и молодых побегов. На Альпах меняют свое жилье с переменой времени года и одежды, а в наших местах, особенно в Сибири, совершают изредка переходы с одного места на другое.

Область распространения этого вида очень велика: начинаясь от Шотландии, она тянется чрез Скандинавский полуостров, чрез всю Россию, по Сибири до самой Камчатки. Северной границей должно считать вообще берега Ледовитого моря или по крайней мере границу области лесов и кустарников. Южная черта распространения спускается от Ирландии (Lepus canescens Nilss.) и частью от Англии по южному берегу Скандинавии, чрез Мемель ($55\frac{1}{2}°$ с. ш.), Беловежскую пущу (53°), поюжнее Чернигова и Харькова (50°) до Оренбурга, а оттуда в степи и Сибирь. На Альпах и Кавказе также встречаются зайцы-беляки.

---

[1] L. borealis Nilss. Сюда же, по всей вероятности, и L. canescens Nilss. как более темная и нежная порода. [См.:] Middendorf's Bulletin phys.-math. de l'Acad. de St.-Petersb., t. IX, p. 249.

Белячок издает особый козлиный запах, не свойственный русаку, мясо[1] и шерсть его гораздо хуже мяса и шерсти [русака], потому они ценятся еще дешевле. Из шкур, впрочем, выделывают меха, хотя очень плохие, а лапки часто употребляют для стирания и размазывания различных веществ.

Охота на беляка с борзыми невозможна, потому что спуганный заяц не бежит далеко и прямо, а хитрит и спутывает большими скачками и быстрою переменою направления около логова и скоро утомляет собак, хотя и бегает тише, чем русак. Оттого чаще стреляют беляков и истребляют различными ловушками.*

---

[1] Это опровергают многие, утверждая, что молодые беляки зимой раньше случки еще вкуснее, чем русаки.

* В оригинале имеется надпись: «Одобрено. Проф. зоологии Ф. Брандт. (Подпись)». [*Прим. ред.*].

Рукопись хранится в Музее им. Д. И. Менделеева при Лен. Гос. университете им. А. А. Жданова.

ИЗОМОРФИЗМ И ГОМЕОМОРФИЗМ*

I

Закон единства форм Найу; первые исключения из него теория вовлечения Beudant'a; исследования Fuchs'a

Первые ясные идеи об отношении кристаллической формы к химическому составу находим у Найу.[1] По его теории: molécules élémentaires, или атомы тел простых, щелочей и кислот, составляют molécules intégrantes, т. е. сложные атомы, образующие одну определенную кристаллическую форму для каждого особого соединения molécules élémentaires. Потому, когда остаются те же элементарные частицы — не изменяются ни интегральные частицы, ни кристаллические формы, и обратно: из равенства кристаллической формы, т. е. интегральных частиц, можно заключать об одинаковости элементарных, а также из различия элементарных частиц следует различие в форме и обратно. Исключение возможно только для тел, являющихся в предельных формах, например в форме куба, октаедра и др. На основании этого Найу ввел в свою минералогию законы: 1) главная кристаллическая форма не может изменяться без изменения состава; 2) с каждой переменой в составе изменяется и форма [(1), т. I, стр. 32].

Найу не признавал других исключений из своих законов, кроме тел, являющихся в предельных формах. Так аррагонит в его системе отнесен к ряду мало исследованных тел [(1), т. IV, стр. 333], потому что Найу не верил исследованиям

---

* В конце рукописи имеется помета Д. И. Менделеева: «Извлечено из диссертации, представленной при окончании курса в Главном педагогическом институте и долженствующей быть помещенною в Горном журнале. 1 февраля 1856 года. Одесса». [*Прим. ред.*].

[1] C. Haüy. Traité de Minéralogie. 1801, 45.

Klaproth'a,[2] Vauquelin'a[3] и Thénard'a, показавшим, что состав аррагонита одинаков с составом известкового шпата. Гаюи вместе с Born'ом и Kyrdan'ом,[4] полагал, что в аррагоните содержится какая-нибудь постоянная примесь, и двуформенность углекислой извести называл явлением без причины, что отвергается здравым разумом [(1), т. IV, стр. 348].* Чрез 11 лет[5] Гаюи признал это единство элементарного состава в аррагоните и известковом шпате, убедясь точными анализами и опытами Biot и Thénard'a,[6] но отверг единство атомного строения этих двух минералов (т. е. принял изомерию, а не диморфизм). Тем не менее этим самым Гаюи признал уже не всеобщность своих законов. Потому при втором издании своей минералогии[7] он должен был изменить как основные законы, так и план системы. Сперва он почитал состав и форму находящимися в постоянной, неизменной связи, теперь он стал выставлять выше всего кристаллическую форму, химический же состав стал признавать как признак трудно изучаемый и непостоянный. Потому в новой системе Гаюи соединены многие тела весьма различного элементарного состава, когда им свойственна одинаковая кристаллическая форма [(7), т. I, стр. xiii]. Но при этом Гаюи прямо отвергал возможность одинаковой кристаллической формы для тел различного состава [(7), т. I, стр. 37—44]. Для изъяснения же различия в составе одного и того же минерала Гаюи склонялся [(7), т. I, стр. 44] принять теорию вовлечения, прекрасно и своевременно предложенную Beudant'ом.

Beudant старался своею теориею изъяснить известные тогда случаи единства форм при различии состава, случаи, противоречившие второму закону Гаюи.

Еще Werner[8] заметил, что апатит и зеленая свинцовая руда, различные по составу, имеют близкую кристаллическую форму. Leblanc в 1787 г.[9] нашел, что различные смеси мед-

---

[2] Klaproth. Catalogue méthodique, I, 320.

[3] Vauquelin. Ann. du Museum d'Histoire naturelle, IV, 405.

[4] Kyrdan. Elements of Mineralogy, I, 88.

[5] Haüy. Sur l'Arragonite, 1812 [Ann. d. Chim. et de Phys. (3), XXIII, 267].

[6] Biot et Thénard, Nouv. Bull. d. Sciences de la Soc. Phylomat., I, 32.

[7] Haüy. Traité de Minéralogie. Sec. édit., 1822.

[8] H. Kopp. Geschichte d. Chemie, B. II.—Scheerer, Liebig, Wöhler u. Kopp. Handwörterbuch d. Chem., B. IV. Isomorphismus.

[9] Leblanc, Journ. d. Phys., XXXI, 96.

* Горн. журн., 1855, ч. III, № 8, стр. 348. [*Прим. ред.*].

ного и железного купоросов кристаллизуются в одинаковых формах и что примесь железной окиси вовсе не нарушает формы квасцов.[8] Vauquelin в 1797 г.[8] наблюдал постоянство формы квасцов при изменчивом содержании аммиака. Berthier и Wollaston[10] заметили сходство форм известкового, железного и горького шпатов. Gay Lussac в 1816 г.[8] наблюдал нарастание кристаллов калистых квасцов в растворе аммиачных. Кроме того, были известны многие минералы с постоянными формами и свойствами, но с весьма изменчивым составом, например пироксен, роговые обманки, гранаты и др.

Эти факты, для объяснения их, вызвали Бёдана к ряду исследований, плодом которых была теория, которую мы назвали *теориею вовлечения.*

1817 г. 17 февраля Beudant прочел первую записку[11] об этом предмете в Парижской Академии наук. Собственно говоря он принял взгляд Гаюи, считая одинаковость форм, как следствие кристаллизации одного и того же вещества. Но притом он предположил, что каждое кристаллизующееся тело в большей или меньшей степени способно, не нарушая своей формы, принять или вовлечь частицы другого тела. Так железный купорос может при кристаллизации увлечь часть медного купороса, не изменивши своей формы. Этим изъяснялись все исключения из второго закона Гаюи, известные до тех пор. На основании этого взгляда Гаюи причиною сходства форм различных пироксенов признал кремнекислую известь, находящуюся во всех сортах [(7), т. I, стр. 44 и след.]. Wollaston,[12] вполне согласившись с теориею Beudant'a, привел как сильное доказательство силы вовлечения пример фонтенеблосского песчаника. Впоследствии[13] Beudant для подтверждения своей теории и для уяснения законов образования кристаллов произвел много опытов и хотя старался своей теорией изъяснить вновь открываемые явления сходства форм при различии состава, однако, в своей минералогии вполне признал возможность одинаковых форм без кристаллизации одного и того же тела.[14]

Предсмертный опыт Gehlen'a ясно служил к опровержению теории Beudant'a, опровергая одновременно и теорию Гаюи. Gehlen'у удалось получить азотнокислый натр в форме азотнокислого кали.[8] Fuchs, на основании этого и прежде

---

[10] Berthier et Wollaston, Schweigg. Journ., XXIV, 112.
[11] Beudant, Ann. d. Chim. et d. Phys., IV, 72.
[12] Wollaston, Ann. d. Chim. et d. Phys., VII, 393.
[13] Beudant, Ann. d. Chim. et d. Phys., VIII, 1.
[14] Beudant. Traité élémentaire de Minéralogie. 1824, 246.

известных явлений, признал возможность неизменности формы при замещении одной составной части другим известного рода соединением. Так, в опыте Gehlen'a кали заменяет натр, не изменяя формы.[15] Такие, друг друга заменяющие вещества Fuchs назвал наместничествующими (vicariirende Bestandtheile). Признавая наместничество извести и закиси железа, Fuchs изъяснил состав вновь изученного им Gehlenit'a [геленита].

II

Изоморфизм по исследованиям Mitscherlich'a и его школы

В деле согласования формы и состава Fuchs был предтечей Mitscherlich'a. 9 декабря 1819 г. он прочел в Берлинской академии наук записку о близости форм фосфорно- и мышьяковокислых солей с одинаковыми основаниями[16] и нескольких сернокислых солей с различными основаниями. Это явление он вскоре обобщил и подтвердил примерами из минерального царства. Такие тела с близкими кристаллическими формами Mitscherlich назвал *изоморфными*, а те составные части, которыми различаются такие тела, — *изоморфами* (Isomorphe). Эти исследования послужили к ограничению второго закона Найу; первый же закон, поколебленный различием формы углекислой извести и азотнокислого натра, повидимому, был окончательно опровергнут открытою Mitscherlich'ом двуформенностью серы,[17] в которой нельзя было предполагать ни изомерности, ни какого-либо другого различия в составе, чем Найу [(7), т. I, стр. 466] вслед за Davy[18] старался объяснить диморфизм.

Исследуя различные изоморфные тела, Mitscherlich вывел законы: 1) Закон *близости* форм. Изоморфные тела, принадлежа к одной кристаллической системе и имея близкое отношение осей (обыкновенно и одинаковое листопрохождение и сходные комбинации), более или менее различаются по своей форме. Это различие исчезает для тел правильной системы. Оно изменяется с различием температуры, потому что тогда изменяются углы, и потому может увеличиваться и уменьшаться. 2) Закон *изоморфных смесей*. Изоморфы

---

[15] Fuchs, Schweigg. Journ. f. Chem. u. Phys., 377.

[16] Mitscherlich. Sur la relation qui existe entre la forme cristalline et les proportions chimiques. Ann. d. Chim. et d. Phys., 1820, XIV, 172.

[17] Mitscherlich, Ann. d. Chim. et d. Phys., 1821, XIX, 350.

[18] Davy. Eléments de Philos. chim. Traduct., 1813, 627.

способны не только образовать тела с близкими формами (изоморфные), но и во всевозможных отношениях замещать друг друга, почти не изменяя формы; иначе: изоморфные тела во всевозможных смешениях способны образовать кристаллы с осями, близкими к осям обоих изоморфных тел. 3) Закон *одинакового атомного строения.* Изоморфы и изоморфные тела имеют равное число одинаковым образом расположенных атомов, т. е. одинаковое атомное строение. 4) Закон *диморфности.* При одинаковости атомного строения тела являются иногда в различных формах, по причине диморфности. Причиною изоморфности простых тел Mitscherlich считал одинаковую форму их атомов, а причиною изоморфности сложных тел — изоморфность простых. Таким образом из изоморфности известкового и железного шпатов можно заключить об изоморфности железа и кальция, закиси железа и извести.

Значение этих законов для учения об атомном строении тела и для изъяснения состава минеральных веществ было в самом начале оценено Берцелиусом,[19] а впоследствии и приложено им к делу. Первые приложения закона изоморфных смесей были сделаны H. Rose[20] для пироксена, Bonsdorff'ом[21] для амфибола и Wachtmeister'ом[22] для гранатов. Искусственные изоморфные смеси растворимых солей были с большою тщательностью изучены Rammelsberg'ом.[23] Приложение закона одинакового атомного строения нашло себе почетное место при определении эквивалента многих простых тел, например мышьяка, титана, иридия, палладия, беррилия.[24]

Зависимость изоморфности сложных тел от изоморфности элементарных тел подтвердилась впоследствии многими открытиями, например изоморфностью окиси хрома с корундом, окиси олова и титана в форме брукита.[25] Эта же зависимость дала возможность Graham'у составить свою естественную систему простых тел.[26]

---

[19] Berzelius, Pogg. Ann., XII, 1. Die Anwendung d. Löthrohrs und Lehrbuch d. Chem., übers. Wöhler, 1836, V, 38.

[20] H. Rose, Kongl. Vetenskaps Acad. Handb., 1820; Schweigg. Journ., XXXV, 66; Gilbert. Ann., LXXII, 51.

[21] Bondsdorff, Kongl. Vetenskaps Acad. Handb., 1821, Schweigg. Journ., XXXV, 149, Ann. d. Chim. et d. Phys., XX, 1.

[22] Trolle-Wachtmeister, Kongl. Vetenskaps Acad. Handb., 1823; Pogg. Ann., II, 1.

[23] Rammelsberg, Pogg. Ann., 1854, XCI, 321—354.

[24] Berzelius. Lehrbuch d. Chem., übers. Wöhler, 1836, V, 84, 113 и след.

[25] Daubrée, Compt. rend., XIX, 227.

[26] Graham-Otto's Lehrbuch d. Chem., I, 1844, 646.

Изоморфные тела, кроме сходства в форме и составе, отличаются сходством и во многих физических свойствах, что особенно ясно видно при искусственных смесях.[23] Kenngott[27] показал отношение твердости изоморфных тел. Оптические свойства изоморфных тел также во многом сходны. Таким образом изоморфизм позволяет согласить морфологические, химические и физические признаки, т. е. ведет к естественной системе минералов.

III

Удельные объемы изоморфных тел, по исследованиям Коппа

Kopp и Schröder показали, что изоморфные тела имеют близкие удельные объемы, т. е. что изоморфизм есть следствие близости величины объемов, принадлежащих каждому атому (т. е. атому вместе с его атмосферой). Удельным объемом (specifisches Volum[28] или Aequivalentvol.,[29] или Atomvolum,[30] или Molecularvolum[31]) называют то отношение объемов, в каком тела взаимно соединяются. Удельный объем равен эквиваленту, деленному на удельный вес, или единице, деленной на Atomzahl (число атомов[32]).

Относительно удельных объемов изоморфных тел, Kopp вывел следующее:

1) Для изоморфных тел (имеющих близкие формы и сходственное атомное строение) удельные объемы более или менее близки,[33] т. е.: a) эквиваленты изоморфных тел относятся между собою (почти) как их удельные вѐса;[33] b) эквиваленты изоморфных тел занимают почти одинаковое пространство[34] и c) число атомов в равном объеме одинаково

---

[27] Kenngott, Jahrbuch d. geolog. Reichsanst. 1852, 4, 104. Die Forschritte d. Physik v. Krönig, 1852.

[28] H. Kopp, Pogg. Ann., LVI, 371.

[29] H. Schröder, Pogg. Ann., L, 552.

[30] Otto. Graham-Otto's Lehrbuch d. Chem. I Aufl. Kopp, в своих первых трудах: Pogg. Ann., 1831, XLVII, 133. — Liebig u. Wöhler, Ann., XXXII, 207; XXXVI, I; Pogg. Ann., LII, 243, 262 и след. Прежде других это название употребил [Дюма]. — Dumas. Traité de Chimie appliquée aux arts [(26), 545].

[31] Berzelius. Jahresbericht, XXII, 5 и след. — Schröder. Die Molecularvolume d. chem. Verbindungen, 1843, Mannheim.

[32] Leop. Gmelin. Handbuch d. Chem. 4 Aufl., 1843, I, 538 и след.

[33] Kopp, Pogg. Ann., 1839, XLVII, 133; Lieb. Ann., 1841. XXXVI, I; Pogg. Ann., LII, 262.

[34] Graham-Otto's Lehrbuch d. Chem. I, 1844, 610.

для тел изоморфных.[32] Впрочем, близость удельных объемов не показывает еще изоморф[ности].

2) Средняя арифметическая разность (т. е. разность, деленная на полусумму) удельных объемов изоморфных тел, тем менее, чем ближе формы изоморфных тел.[35] Например для шпатов:

Удельный объем для $\dot{C}a\ddot{C}$ есть 230 и угол ромбоедра = = 105°5′ $AV(H=1)$ 36.8;

Удельный объем для $\overset{\cdot}{\overbrace{{}^1/_2Ca{}^1/_2Mg}}\ddot{C}$ есть 201 и угол ромбоедра = = 106°15′ $AV(H=1)$ 32.2;

Удельный объем для $\dot{M}n\ddot{C}$ есть 200 и угол ромбоедра = = 106°51′ $AV(H=1)$ 32.0;

Удельный объем для $\dot{F}e\ddot{C}$ есть 189 и угол ромбоедра = = 107°0′ $AV(H=1)$ 30.2;

Удельный объем для $\dot{M}g\ddot{C}$ есть 178 и угол ромбоедра = = 107°25′ $AV(H=1)$ 28.6;

Удельный объем для $\dot{Z}n\ddot{C}$ есть 176 и угол ромбоедра = = 107°40′ $AV(H=1)$ 28.1,

т. е. чем более угол ромбоедра, тем менее удельный объем.

3) Потому изоморфизм не есть свойство абсолютное, но лишь относительное, ибо можно различать большую или меньшую близость форм и удельных объемов. С изменением температуры изменяется и форма и удельные объемы, потому, может быть, и существует такая температура, при которой и формы и удельные объемы становятся совершенно одинаковыми.

4) Изоморфизм сложных тел может происходить без изоморфизма составных веществ.[36] Так, рутил ($\dot{T}i$) и оловянный камень ($\dot{S}n$) вполне изоморфны и имеют близкие удельные объемы: 120 и 135, но олово и титан вовсе не изоморфны, ибо их удельные объемы суть 101 и 57. Разность их так значительна, как не бывает никогда ни у тел диморфных, ни у тел аллотропических, а потому диморфизм не может служить для изъяснения этого явления.[37]

5) Kenngott[27] показал, что для изоморфных тел твердость обратно пропорциональна удельным объемам. Так, в ряду

---

[35] Kopp, Pogg. Ann., LII, 262.—Liebig u. Wöhler, Ann., XXXVI, 1.

[36] Kopp, Pogg. Ann., LIII, 446.

[37] Schröder, Pogg. Ann., L, 555.

шпатов наибольшая твердость принадлежит цинковому, наименьшая — известковому шпату.

IV

[Изоморфизм и гомеоморфизм]

Таким образом, *изоморфизм есть близость форм соединений с одинаковым числом и расположением атомов и с близкими удельными объемами.*

Все последующие исследования в области изоморфизма относятся к тому, чтобы определить и изъяснить: 1) степень близости форм, 2) близость форм при различии атомного строения и 3) неравенство или отдаленность удельных объемов при близости формы.

В таком порядке мы изложим известные нам исследования.

Заметим при этом, что мы называем *гомеоморфизмом* (homöomorphismus) 1) сходство, но не близость (как в изоморфизме) форм при сходстве или подобии состава, 2) близость форм при неодинаковости атомного строения (т. е. числа и расположения атомов) и 3) близость или сходство форм при одинаковости атомного строения, но при отдаленности удельных объемов.

V

Различные степени близости форм. Исследования Лорана

Только тела совершенно одного и того же элементарного состава и, притом, при одинаковых температурах имеют (хоть не всегда) совершенно *тождественную* кристаллическую форму, при всяком же малейшем изменении состава изменяется и форма. Этот закон Найу подтверждается во всех тщательнейших новых исследованиях. Приведем два примера.

	$\dot{C}a\ddot{C}$	$\dot{M}g\ddot{C}$	$\dot{F}e\ddot{C}$	$\dot{M}n\ddot{C}$	Удельный вес	Угол ромбоэдра
В горьком шпате [38]	52.71	33.46	11.13	2.84	2.917	106°20′
В другом горьком шпате [39] . .	52.46	41.16	1.09	5.41	2.890	106 16
В третьем горьком шпате [40] . .	54.02	45.26	0.79	—	2.878	106 11

[38] Hirzel. Горький шпат из Trawersella. — Rammelsberg. Handwörterbuch d. Ch. M. Supplem. Bd.

[39] Otto. Горький шпат из Карпіа. Там же.

[40] Hirzel. Горький шпат из Tiez.

Кокшаров, исследуя кристаллическую форму апатита,[41] показал, что при весьма незначительном изменении в нем количества хлора некоторые углы изменяются столь ясно, что могут показать количество хлора, а в особенности присутствие или отсутствие его. Если хлора нет, то наклонение конечной плоскости к граням пирамиды равно 139° 42′,[42] если хлор содержится, то [оно] равно 139° 47′[43] и 139° 54′[44] в исследованных кристаллах, допускавших точные измерения по совершенству площадей.

Изоморфные тела всегда имеют некоторую разность в формах, хотя они и близки, т. е.: 1) принадлежат к одной и той же кристаллической системе и 2) имеют близкое отношение величины осей.

Так, для железного блеска $a:b:b:b=1.36558:1:1:1$, а для корунда [(41), т. I, стр. 2 и 26]—$a:b:b:b=1.36289:1:1:1$.

Laurent показал, что многие тела имеют близкое отношение осей, сходное атомное строение и близкие удельные объемы, но относятся к различным кристаллическим системам. Он назвал их *параморфными*. Первые замечания Laurent'а об этом предмете относятся к последней половине прошлого десятилетия,[45] но полнейшее изложение его взгляда находится в его, после смерти изданном труде, «Метод химии».[46]

Основания, послужившие Лорану поводом для вывода понятия о параморфизме и примеры его суть:

1) Если ромбоедр в 105° считают изоморфным ромбоедру в 107° или 108°, когда в таких формах являются тела сходного состава, то почему же при подобном же сходстве состава не считают ромбоедр в 92° или 91° изоморфным кубу, т. е. ромбоедру в 90°?

2) Baudrimont, Breithaupt и Zippe показали, что угол известкового шпата подвержен изменениям в несколько секунд,

---

[41] Кокшаров. Материалы для минерал[огии] России, ч. I, стр. 331.

[42] Кокшаров. Фторапатит из Еренфридерсдорфа и из изумрудных копей около Екатеринбурга. Там же, стр. 326.

[43] Кокшаров. Апатит из Юмилла в Испании. Там же, стр. 326.

[44] Кокшаров. Апатит из Ахматовской копи и из окрестностей Лахурского озера. Там же, стр. 326.

[45] Laurent. Compt. rend. d. trav. d. Chim. par Gerhardt et Laurent, I, 1849, 33; Compt. rend. d. l'Acad. d. Science, XXIII, 267; XXVI, 632: XXVII, 134. Berzelius Jahresber, XXVI, 53, 1849, 17.

[46] Auguste Laurent. Methode d. Chimie, 1854.

a Nicklès[47] доказал, что угол ромбической призмы bimalate d'ammoniaque (кислого яблочнокислого аммиака) изменяется от 70°55′ до 73°. Если возможно такое изменение для тел совершенно одного и того же состава, то почему же для изоморфных тел не предположить еще большей изменчивости формы, с сохранением прежнего кристаллического типа при изменении системы?

3) Различные мезотипы, имея очень сходный состав, относятся к различным кристаллическим системам, но имеют очень близкие углы, из чего можно судить об одинаковости их кристаллического типа. Mesolit принадлежит к квадратной системе, т. е. угол его призмы = 90°; Natrolith — к ромбической системе и угол призмы = 91°41′; Scolezit (по Rose) — к моноклиноедрической и угол призмы = 91°35′ (а C, т. е. наклонение осей = 90°54′). Сверх того, Laurent измерил в ромбическом мезотипе из Auvergne угол призмы 90°45′, а у другого оттуда же 92°45′ и из Feroë 91°0′.

4) Калистая, или обыкновенная, селитра кристаллизуется ромбическими призмами в 119°, натристая селитра ромбоедрами и призмами в 120°. Комбинация призмы первой соли с микропинакоидом $\infty\breve{P}$, $\infty\breve{P}\infty$ весьма близка к призме второй. По опытам Beudant'a смешанный раствор обеих солей при известных условиях выделяет калистую селитру в призмах от 119° до 120°.

5) $\dot{N}i\ddot{S} + 7\dot{H}$ кристаллизуется обыкновенно ромбическими призмами, угол которых близок к 90°, и тогда изоморфен $\dot{M}g\ddot{S} + 7\dot{H}$ (90°38′) и $\dot{Z}n\ddot{S} + 7\dot{H}$ (90°42′). Все эти соли оптически двуосны: Nicklés получил $\dot{N}i\ddot{S} + 7\dot{H}$ оптически одноосными квадратными призмами.

6) Pasteur[48] нашел, что виннокаменнокислые соли дают друг с другом изоморфные смеси, хотя относятся к квадратной, ромбической и моноклиноедрической системам. Формы моноклиноедрических солей, впрочем, очень близки к ромбическим и квадратным, разность углов соответствующих форм обыкновенно не превышает 2—3°.

7) Naphthosequadrichlorür $C^{20}H^7Cl + Cl^4$ (по Laurent'y le bichlorure de naphtaline chlorée $C^{10}H^7Cl + Cl^4$) из спиртового раствора выделяется моноклиноедрическими призмами, а из эфирного раствора ромбическими, основание которых

[47] Nicklès, Ann. d. Chim. et d. Phys., XXII, 28, 31, 37; XXIII, 104; Compt. rend. d. l'Acad. [d. Sciences], XXVII, 270.

[48] Pasteur, Compt. rend. d. l'Acad. [d. Sciences], XXVI, 535; XXVII, 367; Ann. d. Chim. et [d.] Phys., XXIV, 442.

равно основанию моноклиноедрических. Naphtaline quadrichlorüre $C^{20}H^8 + Cl^4$ (le bichlorure de naphtaline $C^{10}H^8 + Cl^4$ Laurent'a) во всех свойствах сходен с предыдущим, и его форма очень близка к моноклиноедрической форме предшествовавшего соединения, хотя и относится к триклиноедрической системе.

8) $\dot{C}a\ddot{W}$ и $\dot{P}b\ddot{W}$ принадлежат к квадратной системе, а вольфрам $\dot{R}\ddot{W}$ к моноклиноедрической, но углы соответствующих форм довольно близки.

9) Гаусманит $\dot{M}n\dot{M}n$ квадратной и магнитный железняк $\dot{F}e\dot{F}e$ — правильной системы находятся в таком же отношении.

10) Heusser[49] получил лимоннокислый аммиак Am^2Ci^3 из кислого раствора ромбическими, из среднего — моноклиноедрическими призмами, с одинаковым почти отношением осей.

11) Laurent[50] заметил, что обе формы диморфных тел имеют некоторое сходство. Призмы известкового и других углекислых шпатов равны 120°, а $\dot{B}a\ddot{C}$ — 118° 57′, $\dot{S}r\ddot{C}$ — 118° 30′, $\dot{P}b\ddot{C}$ — 117° 0′ и $\dot{C}a\ddot{C}$ — 116° 16′.

12) Pasteur нашел,[51] что кристаллы серы, выделяющейся из весьма слабого холодного раствора сернистого углерода, содержат единовременно комбинацию ромбических и моноклиноедрических форм серы, обыкновенно являющихся отдельно.

13) В 1848 г. Pasteur изложил теорию сходства обеих форм диморфных тел.[52] Примеры тому мы видели уже под №№ 4, 7, 5, 10, 11 и 12.

Для ромбической серы — угол призмы 101° 58′, другие углы 128° 0′ и 134° 56′.

Для моноклиноедрической серы — угол призмы 90° 32′, соответствующие 127° 58′ и 135° 9′.

Для известкового шпата — угол призмы 120°, ромбоедр 108° 5′.

Для аррагонита — угол призмы 116° 16′, ромбоедр 105° 4′ по вычислению Pasteur'a.

---

[49] Heusser, Pogg. Ann., 1853, LXXXVIII, 121.

[50] Laurent, Compt. rend. d. l'Acad. [d. Sciences], XXVI, 632.

[51] Pasteur. Note sur la cristallisation du soufre; Compt. rend., XXVI, 48; Ann. d. Chim. et [d.] Phys., XXIV, 459; Pogg. Ann., LXXIV, 94.

[52] Pasteur. Recherches sur le dimorphisme, 20 Mars 1848; Compt. rend., XXVI, 353; Ann. d. Chim. et [d.] Phys., XXIII, 204, 267.

Железный блеск имеет ромбоедр в 86°.

Искусственно $\bar{F}e$ правильной системы — 90°, т. е. куб.

$\bar{C}uS$ вычисленный угол ромбоедра 92° 50′ в медном блеске.

$\bar{C}uS$ правильной системы угол куба 90° — искусственно.

Таким образом, диморфные тела имеют тождественный состав, сходные свойства, близкие удельные объемы и сходные (параморфные) формы. Иногда, при неизменности состава форма изменяется еще менее, чем при диморфизме (№ 2). *Иконоидеморфизмом* Laurent назвал явление правых и левых гемиедрических форм на формах одного и того же тела. При этом столь незначительном изменении форм уже изменяются некоторые свойства, особенно оптические, например у кварца с тригональным трапецоедром $r\frac{mPn}{2}$ и $C\frac{mPn}{2}$, у acide dextroracemique (Weinsteinsäure) и acide lévoracemique (Traubensäure).[53] Чрез это оправдывается взгляд Graham'a,[54] что всякое изменение формы, даже малейшее, существует не иначе как с изменением в свойствах, даже подтверждается до некоторой степени закон Найу о постоянстве форм при неизменности состава.

Последнее тем более подтверждается, что Laurent[55] показал сходство форм некоторых изомерных тел (например металептических продуктов нафталина и цинхонина), что и назвал он Isoméromorphisme.

Заметим здесь, что Laurent назвал диморфизм или параморфизм тел тождественного состава изодиморфизмом, а Delafosse[56] назвал параморфизм plésiomorphisme'ом, но оба названия, как излишние, не утвердились в науке.

Параморфизм, как особенный вид гомеоморфизма, есть подобие или сходство разносистемных форм тел, имеющих одинаковое число и расположение атомов и обыкновенно близкие удельные объемы.

Laurent[57] заметил, что часто при значительном различии форм, но при некотором сходстве состава один или несколько углов остаются постоянными, что и названо Laurent'ом *гемиморфизмом*. Например:

1) Bichlorure de naphtaline $C^{20}H^{8}Cl^{4}$ и bichlorure de naphtaline bromochloré $C^{20}H^{5}Br^{2}, Cl^{4}$ имеют довольно далекие формы, но угол призмы первого равен 109°, а второго 110°.

[53] Pasteur, Ann. d. Chim. et [d.] Phys. (3), XXIV, 442.
[54] Graham, Pogg. Ann., XLVIII, 344.
[55] Laurent, Compt. rend. d. l'Acad. [d. Sciences], 1846, XXIII, 811.
[56] Delafosse, Compt. rend. d. l'Acad. [d. Sciences], XXXII, 535.
[57] Laurent, Compt. rend. d. l'Acad. [d. Sciences], XXVII, 134.

2) Nicklés полагает, что все соли одного и того же органического основания гемиморфны.[58] Например соли гликоколя не изоморфны, ибо отношение осей:

	a	*b*	*c*
Сернокислый гликоколь	0.4244	: 0.3707	: 1,
но $\infty P : \infty \overline{P} \infty = 125° 10'$;			
Азотнокислый гликоколь	3.4122	: 2.9687	: 1,
но $\infty P : \infty \overline{P} \infty = 126° 15'$;			
Щавелевокислый гликоколь	3.0715	: 2.792	: 1,
но $\infty P : \infty \overline{P} \infty = 132°$;			
Хлористоводородный гликоколь	1.7929	: 1.557	: 1,
но $\infty P : \infty \overline{P} \infty = 132°$.			

3) Щавелевокислый метильамин имеет угол призмы 131° 20', а хлористоводородный метильамин 132° 0', между тем формы их очень различны.

4) Nicklés думает также,[59] что и все соли гомологических (жирных) кислот гемиморфны даже при различном содержании кристаллизационной воды.

5) Водный паратунгстеновый натр и водная двойная соль натра и кали по Laurent'у также гемиморфны.[60]

6) Laurent считает все металептические продукты нафталина гемиморфными.

Таким образом, при сравнении двух тел по различию [и по] близости форм можно различить тела:

1) Абсолютно тождественные. 2) Иконоидеморфные.	Три *односистемные.*	Два с совершенно тождественным отношением осей.
3) С близкими формами (при изоморфизме).	Три *разносистемные* или односистемные, но с далекими формами.	Два с отношением осей близким.
4) Со сходными формами (при параморфизме).		
5) Гемиморфные. 6) Абсолютно разные.		Два с различным отношением осей.

[58] [Nicklès] Compt. rend. d. trav. d. Chim. par Gerhardt et Laurent, 1849, 256. — Gèrhardt. Traité de Chimie organique, I, 219.

[59] Nicklés et Marignac, Archiv. d. scienc. phys. et natur. Genève, XII, 236.

[60] Laurent, Ann. d. Chim. et. [d.] Phys. (3), XXI, 61.

VI

Близость форм при различии атомного строения. Факты

1. Очень близкие формы гексагональной системы: Schwefelnickel NiS или Ni^2S^2, Kupfernickel Ni^2As и Antimonnickel Ni^2Sb.[61]

2. Правильной системы: серный колчедан FeS^2, Speisekobalt CoAs, Kobaltglanz CoAs + CoS^2, Nickelglanz NiAs + NiS^2 и Nickelantimonglanz NiSb + NiS^2. Показывают изоморфность RS^2 с RAs и RSb.[62]

3. Ромбической системы: Speerkies или Markasit FeS^2 $a:b:c = 1:0.75:1.18$ и Arsenkies FeS^2 + FeAs $a:b:c = 1:0.68:1.19$.

4. Ромбической системы совершенно почти одинаковых измерений: Kupferglanz Cu^2S и Silberkupferglanz Cu^2S + Ag^2S.*

5. Правильной системы: искусственная Cu^2S[63] и Silberglanz Ag^2S.

6. Ромбической системы близкими формами Ueberchlorsäures Kali $\dot{K}\ddot{C}\dddot{l}$ и Uebermangansaures Kali $\dot{K}\ddot{M}\dddot{n}$.[64]

7. Ромбической системы: селитра $\dot{K}\dddot{N} \backsim P = 119°$, $\breve{P} \backsim = 110°$ и аррагонит $\dot{C}a\ddot{C} \backsim P = 116°16'$, $\breve{P} \backsim = 108°27'$.[65]

8. Ромбоедрической системы: кубическая селитра $\dot{N}a\dddot{N}R = 106°30'$, калистая селитра $\dot{K}\dddot{N} - R = 106°36'$[66] и известковый шпат $\dot{C}a\ddot{C} - R = 105°5'$.

9. Ромбической системы: $\dot{B}a\ddot{M}\dddot{n}$, $\dot{N}a\ddot{S}$ и $\dot{A}g\ddot{S}$,[64] $NaMnO^4$ и Na^2SO^4.

10. $\dot{K}$ и $\dot{A}m$ ($= NH^4O$) изоморфны, что видно из изоморфизма серно-, хромово- и азотнокислых солей, а также из взаимного замещения в квасцах и других двойных солях.

11. Хлор изоморфен синероду (Cyan), т. е. Cl и C^2N, что видно из гомеоморфизма HgCl и HgCy, KCl и KCy.

---

[61] Graham-Otto. Lehrbuch d. Chem., 1844, I, 619.
[62] Rammelsberg. Lehrbuch d. Stöchiometrie, стр. 241 и след.
[63] G. Rose, Mitscherlich.[61]
[64] Mitscherlich, Ann. d. Chim. et [d.] Phys., XXIV.
[65] Schaffgotsch, Pogg. Ann., XLVIII, 353.
[66] Frankenheim, Pogg. Ann., XL, 447.

* Возможно, что Д. И. Менделеев говорит о штромейерите. [*Прим. ред.*].

12. Хинин $\overset{+}{Ch} = C^{20}H^{12}NO^2$ изоморфен кали $\dot{K}$, что видно из гомеоморфности калистых $\dot{K}\ddot{S} + \ddot{F}e\ddot{S}^3 + 24\dot{H}$ и хинных $\overset{+}{Ch}\ddot{S} + \ddot{F}e\ddot{S}^3 + 24\dot{H}$ квасцов.[67]

13. Эквивалент водорода изоморфен эквиваленту NO^4, что видно из гомеоморфности Nitrophenesäure $\begin{matrix} C^{12}H^3 \\ 2NO^4 \end{matrix} O + \dot{H}$ и Nitrophenissäure $\begin{matrix} C^{12}H^2 \\ 3NO^4 \end{matrix} O + HO$.[68]

14. Моноклиноедрической системы близких измерений: essigsäures Kupferoxyd CuO, $C^4H^4O^4$ и buttersaures Kupferoxyd CuO, $C^8H^8O^4$.[69]

15. Nicklès et Marignac[70] полагают, что все соли жирных кислот (acides homologues par Laurent $C^{2n}H^{2n}O^4$) гомеоморфны или содержат одинаковое количество кристаллизационной воды.

16. Oxalsaures Aethylamin $C^4H^5NH^2$, C^2O^3 и oxalsaures Methylamin $C^2H^3NH^2$, C_2O_3 имеют близкие формы.[71]

17. Ромбоедрической системы весьма близких форм: корунд $\dot{A}l$ ($R = 86°\,4'$), Ilmenit $\dot{F}e\dot{T}i$, Titaneisen $n\dot{T}i + m\dot{F}e$ (R от $85°\,40'$ до $86°\,10'$).

18. Моноклиноедрической системы близких форм:[72] Kobaltblüthe $\dot{C}o^3\ddot{A}s + 6\dot{H}$,[73] $P = 118°\,23'$ и Vivianit $P = 119°\,4'$. Состав последнего в чистом состоянии есть $\dot{F}e^3\ddot{P} + 8\dot{H}$,[74] иногда же в соединении с $\ddot{F}e^3\ddot{P}^2 + 8\dot{H}$[75] или $2(\ddot{F}e^3\ddot{P}^2 + 13\dot{H})$.[76]

19. Моноклиноедрической системы с одинаковым листопрохождением и близкими формами:[77] Spodumen (Triphan) $\dot{L}i^3\ddot{S}i^2 + 4\dot{A}l\,\ddot{S}i^2$ ($\backsim P = 87°$) и пироксен $\dot{R}^3\ddot{S}i^2$[78] ($\backsim P = 87°\,6'$).

---

[67] Will.[8]
[68] Laurent.[46]
[69] Lier. Erdmann, Journ. f. pract. Chem., XLVI, 118.
[70] Nicklès et Marignac. Arch. d. Sc. phys. et natur. Genève, XII, 236.
[71] Nicklès.[8]
[72] G. Rose. Elemente der Kristallographie, 169.
[73] Buchholz, Berzelius, Kersten.
[74] Kobell.
[75] Rammelsberg. Vivianit v. Bodenmais und New-Jersey.
[76] H. Struve. Vivianit v. Kertsch. Bull. phys.-mat. Acad. Petersb., 1855, XIX, 168.
[77] Naumann. Elemente der Mineralogie.
[78] Dana, Silliman. Amer. Journ. (2), XV, 278.

20. Гексагональной системы: Eudilyt $\dot{R}^3\ddot{S}i^2 + \dot{Z}r\ddot{S}i^2$ — P:OP = = 148° 38′, 2P : OP = 129° 21′, Beryll $(\dot{B}e + \bar{A}l)\dot{S}i^2$ — P : OP = = 150° 3′, 2P : OP = 130° 57′ и Dioptas $\dot{C}u^3\ddot{S}i^2 + 3\dot{H}$ — P : OP = = 148° 38′, 2P : OP = 129° 21′.[79]

21. Ромбоэдрической системы: Willemit $\dot{Z}n^3\ddot{S}i$ — R = 115° и Phenolit $\dot{B}e\ddot{S}i$ — R = 116° 40′.[79]

22. Leucit $\dot{K}^3\ddot{S}i^2 + 3\bar{A}l\ddot{S}i^2$ имеет одинаковую форму с Analcim'ом $\dot{N}a^3\ddot{S}i^2 + 3\bar{A}l\ddot{S}i^2 + 6\dot{H}$, хотя и отличается по содержанию воды.

23. Квасцы, кроме обыкновенного состава $\dot{R}\ddot{S} + \bar{R}\ddot{S} + 24\dot{H}$, являются в той же форме и при составе $3\dot{R}\ddot{S} + 2\bar{R}\ddot{S}^3 + 12\dot{H}$,[80] $\dot{F}e\ddot{S} + \bar{A}l\ddot{S} + 27\dot{H}$,[81] $2\dot{N}a\ddot{S} + 3\bar{A}l\ddot{S}^2 + 10\dot{H}$[82] и $\dot{M}g\ddot{S} + \bar{A}l\ddot{S}^3 + + 22\dot{H}$.[83]

24. Моноклиноэдрической системы: Epidot $\dot{R}^3\ddot{S}i + 2\bar{R}\ddot{S}i$ — — OP : P∞ = 116° 12′ ∞P∞ : P∞ = 129° 22′ и Orthit $\dot{R}^3\ddot{S}i + + \bar{R}\ddot{S}i$ — OP : P∞ = 116°, ∞P∞ : P∞ = 130° 48′.[84]

25. Квадратной системы $a : b = 1 : 0.4393$, Skapolit $\dot{R}^3\ddot{S}i^2 + + 2\bar{A}l\ddot{S}i$, Meyonit $\dot{C}a^3\ddot{S}i + 2\bar{A}l\ddot{S}i$ и Wernerit $\dot{C}a^3\ddot{S}i + 3\bar{A}l\ddot{S}i$.[85]

26. Ромбической системы $a : b : c = 1 : 0.4734 : 0.6856$, ∞P = = 129° 20′ — различные сорта ставролита: $\bar{R}^2\ddot{S}i$, $\bar{R}^3\ddot{S}i^2$ и $\bar{R}^5\ddot{S}i^4$.[86]

27. Ромбоэдрической системы $a : b = 1 : 0.4476$, R : R = = 133° 8′ различные виды турмалина: $\dot{R}^3\ddot{S}i^2 + 3\bar{R}\ddot{S}i$, $\dot{R}^3\ddot{S}i^2 + + 4\bar{R}\ddot{S}i$, $\dot{R}^3\ddot{S}i^2 + 6\bar{R}\ddot{S}i$, $\dot{R}\ddot{S}i + 3\bar{R}\ddot{S}i$ и $\dot{R}\ddot{S}i + 4\bar{R}\ddot{S}i$.[86]

28. Ромбическими призмами 91° 30′ различные андалузиты: $\bar{A}l^4\ddot{S}i^3$, $\bar{R}''\ddot{S}i^7$, $\bar{R}^3\ddot{S}i^2$, $\bar{R}^{17}\ddot{S}i^{13}$.[86]

---

[79] Dana, Sillim. Amer. Journ.

[80] Scacchi нашел квасцы в Solfatara в Puzzoli; анализ Dufrenois: Rammelsb. Handwört.

[81] Silliman. Квасцы из окрестностей озера Urmia в Персии.—Dana, Mineralogy, 226.

[82] Thomson. Квасцы из южного Перу. Erdm. Journ. f. pract. Chem., XXXI, 498; Rammelsb. Handwört.

[83] Hayes. Квасцы из Iquique в Южной Америке. Berzelius Jahresbericht, XXV, 394.

[84] Kokscharow. Verhandl. d. Kaiserl. Mineral. Gesellsch., St.-Petersb., 1847.

[85] Rammelsberg. II Supplement zum Handwört. d. Chem. Theil d. Mineral., 135.—Herrmann, Bull. de la Société natural. d. Moscou, 1852, I.

[86] Rammelsberg. Lehrbuch d. Krystallkunde. Berlin, 1852.

29. Моноклиноедрической системы с близкими формами: Gadolinit $\dot{R}^3\ddot{S}i^2$, Datolit $3\dot{C}aSi + \dot{B} + \dot{H}^3\ddot{S}i$, Sphen $\dot{C}a\ddot{S}i + \dot{C}a\ddot{T}i^3$ и Euclas $\dot{R}^4\ddot{S}i^3$. [87]

30. Ромбическими призмами в 120° (по Breithaupt'y в 119° 10′) в комбинации с OP, $\infty\bar{P}\infty$ и $\infty\breve{P}\infty$: Cordierit $\dot{R}^3\ddot{S}i^2 + 3\ddot{A}l\ddot{S}i$ и Aspasiolith, находящийся в Норвегии близ Kragerö и содержащий по анализу Scheerer'a: [88] $\ddot{A}l$ 32.38%, $\dot{M}g$ 8.01%, $\dot{F}e$ 2.34% и $\dot{H}$ 6.73%, что ближе всего к формуле $3\dot{R}\ddot{S}i + 4\ddot{A}l\ddot{S}i + 5\dot{H}$.

31. Ромбическими призмами = 130° 2′ в комбинации с $\infty P\infty$ и $\infty\breve{P}\infty$: Olivin (Chrisolit, Peridot) $\dot{R}^3\ddot{S}i$ [89] и серпентин из Snarum, [90] Monzoniberge (в Тироле), Jefferson-James und Lawrence-County [91] и с Урала. [92] Состав серпентина [93] ближе всего подходит к $2\dot{M}g^3\ddot{S}i^2 + 3\dot{M}g\dot{H}^2$, но иногда в серпентине от 4 до 21% воды.

32. В составе пироксенов $\dot{R}^3\ddot{S}i^2$ замечается изменчивое содержание воды и глинозему без изменения формы.

33. То же самое должно заметить и об амфиболах $\dot{R}^4\ddot{S}i^3$.

34. Многие минералы, сохраняя форму, значительно изменяются в составе, который в таком случае трудно подходит под общепринятые химические формулы: например сорты смолы, талька, антофиллита, жировика, пенки, шиллершпата, хлорита, пираргиллита и эсмаркита и др.

35. Квадратной системы близких измерений: анатаз $\ddot{T}i$, гаусманит $\dot{M}n\ddot{M}n$ и каломель $HgCl$. [79]

36. Квадратной системы близких форм: браунит $\ddot{M}n$ и медный колчедан $\dot{C}uS + \ddot{F}eS^3$. [94]

37. Моноклиноедрической системы: авгит, или пироксен, $\dot{R}^3\ddot{S}i^2$, $C = 74°$, $a : b : c = 1.095 : 1 : 0.591$; ∞P 87° 6′, $P = 120° 29′$

---

[87] Dana, Sillim. Amer. Journ. (2), XVI, 96; XVII, 215.
[88] Scheerer. Öfversight of K. Veten. Akad. Förhandl., III, 26; Pogg. Ann., 1846, XLVIII, 319.
[89] Berzelius. Klaproth, Stromeyer u. Walmstedt.
[90] Quenstedt, Pogg. Ann., XXXVI, 370.
[91] Dana. Mineralogy, 309.
[92] Hermann, Erdm. Journ. f. pract. Chem., XLVI, 222.
[93] Rammelsberg. III Supplem. zum Handwört. d. Chem. Theil d. Mineral., 110.
[94] Kobell.

и Borax $\dot{N}a\ddot{B}^2 + 10\dot{H}$, $C = 73^1/_2°$, $a : b : c = 1.100 : 1 : 0.563$; $\sphericalangle P = 87°$; $P = 120°$.[79]

38. Правильной системы $\dot{P}b\ddot{N}$ и $\dot{P}b\ddot{N} + \dot{H}$.[95]

39. Zweifach schwefelsaures Kali $\dot{K}\ddot{S} + \dot{H}\ddot{S}$ в ромбической форме гомеоморфно природной ромбической сере S, а в моноклиноедрической — искусственной моноклиноедрической сере и полевому шпату $\dot{R}\ddot{S}i + \ddot{R}\ddot{S}i^3$.

40. Ромбической системы: сюрьмяной блеск SbS^3, $\sphericalangle P = 90° 45'$ и $\dot{M}g\ddot{S} + 7\dot{H}$, $\sphericalangle P = 90° 38'$.[79]

41. Laurent[96] считает, что все тела по формулам: $\dot{R}$, $\dot{R}$, $\ddot{R}$, $\dot{R}\ddot{R}$, RS, RS, RS^3 и $RS + RS$ — параморфны, т. е. имеют сходственные формы. Одни принадлежат к правильной системе: $\dot{M}g$, $\dot{N}i$, $\dot{C}u$, $\dot{M}g\ddot{A}l$, $\dot{Z}n\ddot{A}l$, $\dot{F}e\ddot{F}e$, $\dot{R}\ddot{R}^2$ (франклинит), $\dot{R}\ddot{R}$ (хромистое железо), $\dot{C}u$, MnS, PbS, ZnS, AgS, CuS, $CoS + CoS^2$, $CuS + 2FeS$ (кубан), $CuS + 2PbS$; другие к квадратной: $\ddot{M}n$, $\dot{M}n\ddot{M}n$, ромбической $\ddot{A}l\dot{H}$, $\dot{B}e\ddot{A}l$, $\ddot{F}e\dot{H}$, $\ddot{M}n\dot{H}$, CuS, BiS^3, $CuS + AgS$ и ромбоедрической $\ddot{A}l$, $\ddot{F}e$, $\ddot{C}r$, $x\ddot{T}i + y\ddot{F}e$, NiS, $\dot{P}b$, $\dot{C}a$, $\dot{H}$, $\dot{M}g\dot{H}$, CuS и CdS.

[Цитаты из этой главы мы будем изображать (VI, №)]*.

VII

Близость форм при различии атомного строения. Теории последователей Mitscherlich'a

Придерживаясь Mitscherlich'ова закона об одинаковости атомного строения при близости форм, Berzelius[97] и многие другие предлагали делить пополам паи некоторых простых тел, дабы изъяснить гомеоморфизм многих тел (VI, №№ 1, 2, 3, 4, 5 и 6) одинаковостью атомного строения. Действительно стоит разделить эквивалент сюрьмы и мышьяка пополам, чтоб изъяснить одинаковостью атомного строения все случаи гомеоморфизма, где 2S замещают Sb и As, как, например, в NiS и Ni^2As и др. (VI, №№ 1, 2 и 3). Точно таким же образом, разделивши эквивалент серебра пополам, изъясним VI, № 4 и 5, а разделивши Cl пополам — VI, № 6. Итак, должно разделить пополам эквиваленты As, Sb, Ag и Cl. Этого деле-

---

[95] Nicklès, Erdm. Journ. f. pract. Chem., XLV, 374.

[96] Laurent, Compt. rend. d. l'Acad., XXVII, 134.[46]

* Квадратные скобки принадлежат Д. И. Менделееву. [*Прим. ред.*].

[97] Berzelius. Lehrbuch d. Chem.

ния требует не один закон одинаковости атомного строения, но также и сравнение удельной теплоемкости эквивалента этих тел с удельною теплоемкостью других простых тел, а для серы и мышьяка и удельные объемы их паров [(61), 1—484, 489, 513]. При делении эквивалентов As, Ag и Cl должно разделить также и эквиваленты J, Br, F, H, K, Na, Am, N пополам, ибо первые три элемента во многих соединениях изоморфны последним, но тогда нарушится выигрыш в соглашении удельной теплоемкости и удельного объема паров, а потому подобное деление, принося только частную выгоду, не могло вполне утвердиться в науке.

Для изъяснения гомеоморфизма $\dot{K}\ddot{N}$ и $\dot{C}a\ddot{C}$ (VI, №№ 7, 8) G. Schaffgotsch[98] принимает теорию (Wasserstoffsäure) водородных кислот и делит пополам эквиваленты K, Na, Ag и N, ибо тогда гомеоморфизм обоих соединений изъясняется как изоморфизм: KNO^3($\dot{K}O$, NO^2; K^2O, $N^2O^5 = 2KNO^3$) и $CaCO^3$.

С другой стороны Clarke,[99] принимая также теорию водородных кислот, предлагает не разделить, а удвоить эквиваленты Na и Ag (а потому и K и Am), дабы изъяснить гомеоморфизм $\dot{N}a\ddot{S}$ и $\dot{B}a\ddot{\dot{M}}n$ (VI, № 9), потому что тогда состав названных солей будет сходственный Na, S^2O^8 и Ba, Mn^2O^6.

Эти три попытки показывают стремление согласить состав гомеоморфных тел с законами Mitscherlich'a, но они, с одной стороны, явно противоречат друг другу (теории Schaffgotsch'a и Clarke), с другой стороны, влекут изменение величины эквивалента многих других простых тел и тем уничтожают предполагаемую выгоду.

Для изъяснения изоморфизма K и NH^4 (VI, № 10), Cl и C^2N (VI, № 11), $\dot{K}$ и $\dot{C}h$ (VI, № 12), H и NO^4 (VI, № 13) и других последователи Mitscherlich'a признают теорию сложных радикалов, способных заменять простые тела.

Гомеоморфизм многих минералов, например Cordierit'a и Aspasiolith'a (VI, № 30), серпентина и оливина (VI, № 31),[100] и различие в составе одного и того же минерала (VI, №№ 17, 18, 26, 28, 33, 34) старались объяснить сомнением в точности анализов, происшедшими в природе изменениями состава (псейдоморфизмом) и механическими примесями.

---

[98] Graf Franz Schaffgotsch, Pogg. Ann., 1839, XXVIII, 335.

[99] Clarke в диссертации: On a difficulty in isomorphism etc.

[100] Naumann, Erdm. Journ. f. pract. Chem., XXXIX, 196.[5] — Haidinger, Pogg. Ann., LXXI, 266. — Blum, Pseudomorphosen u. Nachtrag zu Rammelsberg. Suppl. zu Handwört., III, 2, IV (4), V (5).

Наконец, многие случаи гомеоморфизма считались делом непонятной случайности (VI, №№ 36, 39) или их оставляли без внимания, как случаи, ожидающие новых обобщений и теорий.

VIII

Близость форм при различии атомного строения. Полимерный изоморфизм Scheerer'а и гетеромерный Hermann'а

Наблюдая гомеоморфизм, Scheerer пришел к заключению, что не только один атом (эквивалент) какого-либо тела может заменить атом другого тела, не изменяя формы, но вообще m атомов могут заменить n атомов того же или другого тела, не изменивши формы.[101] Потому $A + nB$ может быть гомеоморфно $A + mB$ и $A + m_1C$ (если C изоморфно B) и $D + mB$ и $D + m_1C$ (если D изоморфно A).

Этот род гомеоморфизма Scheerer назвал *полимерным изоморфизмом*[102] в противоположность обыкновенному *мономерному* изоморфизму, где $nA + mB$ изоморфно $nA + mC$ и $nD + mB$.

Примеры полимерного изоморфизма мы уже видели, когда рассматривали замещение As и 2S, 2Cu и Ag, 2Mn и Cl, 2K и Ca (VI, № 7 и № 8), 2N и C (ibid), 2Na и Ba. К тому же изоморфизму подходят и многие другие явления гомеоморфизма: VI, №№ 10, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29.

Scheerer признает также возможность и существование изоморфных смесей между nB и mC и чрез то изъясняет состав многих гомеоморфных тел минерального царства, где находим два часто повторяющихся случая полиморфного замещения: 1) замещение и изоморфное смешение 1 эквивалента $\dot{R}$ ($\dot{M}g$, $\dot{F}e$ и т. д.) и $3\dot{H}$ и 2) $3\ddot{A}l$ и $2\ddot{S}i$.

Последний ряд замещения предполагал уже Bonsdorff,[103] изучая изменчивый состав амфиболов. Если часть или весь $\dot{R}$

[101] Scheerer. Isomorphismus in Lieb. Pogg. und Wöhl. Handwörterbuch d. Chem., 1849, IV, 70.

[102] Scheerer, Ofversight K. Vet. Akad. Förh., III, 26; IV, 69; Pogg. Ann., XLVIII, 319, 376, 381; LXIX, 535; LXX, 407; LXXI, 285, 445; LXXIII, 115; LXXXIV, 321; LXXXV, 287; LXXXVII, 73; Erdm. Journ. f. pract. Chem., L., 385, 449; LIII, 129; Berzelius Jahresber., XXVI, 328. — Naumann, Erdm. Journ. f. pract. Chem., XXXIX, 196; XL, 1. — Haidinger, Pogg. Ann., LXXI, 266. — D. Blum, Pseudomorphosen u. Nachtrag. — G. Bischoff, Lehrb. d. Ph. u. Ch. Geol., II. — Leonhard in Bronn, Jahrbuch, 1846, 798. — Rammelsberg. Suppl. z. Handw., III, IV.

[103] Bonsdorff. Schweig. Journ., XXXI, 414; XXXV, 123.

замещен $3\dot{H}$, то это обозначается $(\dot{R})$, если же часть $\ddot{S}i$ замещена $^3/_2$ $\ddot{A}l$, то обозначается $(\ddot{S}i)$.

Так, например, по анализу Deless'a в вогезском Chrisolit'e содержание кислорода $\dot{R} : \ddot{S}i : \dot{H} = 17.12 : 21.80 : 21.18$, что не подходит под формулу Rammelsberg'a, $2\dot{R}^3\ddot{S}i^2 + 3\dot{M}gH^2$, но очень близко к формуле, данной Scheerer'ом, $(\dot{R})^3\ddot{S}i$, ибо отношение в $(\dot{R})$, т. е. $\dot{R} + \frac{\dot{H}}{3}$ к $\ddot{S}i = 21.08 : 21.80$.

Таким образом, состав Aspasiolith'a (VI, № 30) представляется полимерной формулой, сходственной формуле Cordierit'a, т. е. $(\dot{R})^3\ddot{S}i^2 + 3\ddot{A}l\ddot{S}i$; состав серпентина — формулой оливина $(\dot{R})^3\ddot{S}i$ (VI, № 31), что дает объяснение гомеоморфности этих тел. Точно так же особая теория объясняет гомеоморфность Vivianit'a и Kobaltblüthe, ибо состав обоих минералов изображает $(\dot{F}e)^5\ddot{P}$ и $(\dot{C}o)^5\ddot{A}s$. Непостоянство состава многих минералов изъясняется тем же самым. Состав амфибола, лучистого камня, тремолита, асбестовидного талька, талька многих местностей, жировика и пенки подходит под общую формулу $(\dot{R})^4[\ddot{S}i]^3$, состав диопсида, диаллага, нефрита, асбеста, многих тальков, инсолита — $(\dot{R})^3[\ddot{S}i]^2$, пикро-[. . . мина] и монродита $(\dot{R})^5[\ddot{S}i]^3$ и др.[101] (VI, № 34). Должно заметить, что многие из формул Scheerer'a весьма точно изображают состав минералов, но они неудобны тем, что не показывают количества глинозему и воды, а только намекают на их присутствие.

Hermann для изъяснения гомеоморфизма предложил теорию, весьма близкую к теории Scheerer'a. Как та, так и другая вызваны многочисленностью гомеоморфных явлений, как та, так и другая, не изъясняя, признают факт существования близких форм при различии состава, как та, так и другая допускают изоморфные смеси между такими близкоформенными, но разносоставленными телами, наконец, как та, так и другая не имеют в опыте незыблемой опоры и зиждутся на одних анализах и смелых предположениях. Hermann признает гомеоморфизм: 1) A^nB^m с A^pB^q, 2) C и $C + r\dot{H}$,[104] 3) $3\ddot{A}l$ с $2\ddot{S}i$ или $\ddot{A}l$ с $\ddot{S}i$, как Bonsdorff; этот род гомеоморфизма Hermann назвал ***гетеромерным изоморфизмом***,[105]

---

[104] Hermann, Bull. de la Soc. natur. d. Moscou, 1852, I, 114.
[105] Hermann, Erdm. Journ. f. pract. Chem., XLVII, 53; LII, 250.

а смешение двух гетеромерно-изоморфных тел *гетеромерною смесью*, состоящею из гетеромерных элементов.

Гетеромерный изоморфизм подтвердился существованием многих гомеоморфов (VI, №№ 1 до 29), а гетеромерные смеси дали возможность изъяснить состав пироксенов,[106] смол, скаполитов[107] и многих других минералов.

Так, например, все минералы семейства пироксенов, имея близкие формы, как доказали многочисленные исследования, имеют состав изменчивый, зависящий от гетеромерной смеси гетеромерных элементов $\dot{R}^4\ddot{S}i^3$, $\dot{R}^2\ddot{S}i^3$, $\dot{R}^2\ddot{S}i^2$, $\dot{R}\ddot{S}i$, $\dot{R}^8\ddot{S}i^9$, $\dot{R}^2\ddot{S}i^3 + 2\dot{H}$. Эти соединения в отдельном состоянии и в смеси имеют форму пироксенов. Их смешение по формуле $ma + nb$, где a и b есть одно из названных соединений, изъясняет состав гиперстена, авгита, родонита, [фоулерита?], диопсида, салита, уралита (как безводных авгитовых, где $\infty P = 87°$), амфибола, лучистого камня, роговой обманки (как безводных амфиболовых, где $\infty P = 114\frac{1}{2}°$), асбеста и водных (авгитовых) диаллага, бронзита, нефрита, неолита (амфиболовых), антофиллита, талька, жировика.[106]

Scheerer[107] разделил эти минералы по форме, составу и происхождению на два рода: амфиболовые $(\dot{R})^4[\ddot{S}i]^3$ и пироксеновые $(\dot{R})^3[\ddot{S}i]^2$. Состав тех и других, кроме предложенных формул, он изъясняет формулой $ma + nb$, где для амфиболовых $a = \dot{R}^4\ddot{S}i^3$ и $b = 3\dot{R}\ddot{S}i^3 + 3\dot{H} = (\dot{R})^4\ddot{S}i^3$. Когда $n = 0$, остается a, т. е. чистый не изменившийся амфибол, когда $m = 0$, остается b, т. е. чистая левантская пенка (по анализу Lichnell'a) как первый почти аморфный продукт разложения амфибола. В других случаях, когда m и n имеют конечные величины, произошло неполное превращение, большее или меньшее изменение внешнего вида и состава, произошли промежуточные соединения: $9a \pm b$ тремолит из С.-Готтарда, по анализу Richter'a, $3a + b$ асбестовидный тальк от [ ],* по анализу Scheerer'a, $3a + 2b$ тальк из Тироля, $a + b$ Kronydolith, по анализу Stromeyer'a, $a + 3b$ турецкая пенка. Амфибол, разлагаясь в природе, образует постепенно точно такой же ряд. То же самое должно заметить и о пироксене.

---

[106] Hermann, Bull. de la Soc. natur. d. 'Moscou, 1852, III, 104, 209.

[107] Scheerer, Pogg. Ann., LXXXIV.

* Слово не разобрано. [*Прим. ред.*].

IX

Близость форм при различии атомного строения. Теория химических соединений Laurent'a и Gerhardt'a. Опыт приложения этой теории к изъяснению некоторых явлений гомеоморфизма

Теория химических соединений, столь великолепно оправдавшаяся в исследованиях Williamson'a над образованием эфиров,[108] Gerhardt'a, — над образованием безводных кислот,[109] имеет начало в учениях Laurent'a и Cerhardt'a. Эта новая теория, вызванная уяснившимися знаниями об объемах паров, об основности (basicité) и об металепсии, своими выводами может способствовать к изъяснению многих явлений гомеоморфизма. Изложим часть выводов этой теории, могущих служить к этой цели.[110]

1) Эквиваленты H, Cl, J и металлов должно разделить пополам, эквиваленты S, O и C остаются те же самые.

2) В окисях, обозначаемых нами чрез $\dot{R}$ и $\ddot{R}$, существуют не те же радикалы R, как и в окисях $\dot{R}$, но особые радикалы $\bar{R}$ и $\check{R}$. Эквивалент радикала в $\ddot{R}$, т. е. $\check{R}$, равен эквив[аленту] радикала в $\dot{R}$, т. е. R, умноженному на 2 и деленному на 3. $\check{R} = {}^2/_3 R$. Также $\bar{R} = 2R$.

3) Так как эквиваленты металлов делятся пополам, то состав всех окислов, изображаемых нами чрез $\dot{R}$, $\ddot{R}$ и $\dot{R}$, должен быть представлен чрез R^2O, $\check{R}^2O$ и $\bar{R}^2O$, или вообще чрез R^2O, т. е. все окислы имеют одинаковое строение и замещают друг друга по эквивалентам и беспредельно. В закиси железа, например, эквивалент $Fe = {}^{350}/_2 = 175$, а в окиси $\check{F}e^2O$ $(= Fe^4O^3/3)$ эквив. $\check{F}e = {}^2/_3 \times 175 = 117$. Эквивалент $Fe^2O = 450$. $\check{F}e^2O = 334$. В магнитном железняке Fe и $\check{F}e$ взаимно замещают друг друга. Состав его есть $(Fe\check{F}e)^2O$ или точнее $({}^1/_2 Fe + {}^3/_2 \check{F}e)^2O$. Эквивалент $\check{A}l = 57$, $\check{A}l^2O = 214$ $(\bar{A}l/3)$.

4) Строение большей части тел, называемых ныне водными и безводными кислотами, соляными основаниями и кислородными солями, можно с большим удобством изобразить или уподобить строению воды $\begin{matrix} H \\ H \end{matrix} O$, где H заменяется элемен-

---

[108] Alen Williamson, Journ. of the Chem. Soc., II, 106, 209, 350; Phil. Mag., XXXVII, 350; Ann. d. Chim. et [d.] Phys. (3), XL, 98.

[109] Charles Gerhardt, Ann. d. Chim. et de Phys., 1853, Mars, 285.

[110] Laurent,[46] Gerhardt. Chimie organique и [109].

тарным телом или сложной группой элементарных тел. Так: окись железа есть $\overset{Fe}{Fe}O$, водное едкое кали $\overset{K}{H}O$, безводное кали $\overset{K}{K}O$, безводная азотная кислота $\overset{NO^2}{NO^2}O$, селитра $\overset{NO^2}{K}O$, водная азотная кислота $\overset{NO^2}{H}O$, спирт $\overset{C^2H^5}{H}O$, эфир $\overset{C^2H^5}{C^2H^5}O$, уксусная кислота $\overset{C^2H^3O}{H}O$, безводная уксусная кислота $\overset{C^2H^3O}{C^2H^3O}O$, уксуснокислое кали $\overset{C^2H^3O}{K}O$, уксуснокислый эфир $\overset{C^2H^5}{C^2H^3O}O$.

5) Не всегда один эквивалент радикала, т. е. элементарного тела или группы элементарных тел, замещает один эквивалент водорода в воде, иногда один эквивалент радикала замещает два эквивалента водорода, три и т. д. Так водная серная кислота есть $\overset{SO^2/2}{H}O$ или $\overset{SO^2}{H^2}O^2$, безводная есть $^1/_2SO^2\ ^1/_2SO^2\ O$ или SO^2O, или $\overset{SO^2}{SO^2}O^2$, углекислая известь $\overset{CO}{Ca^2}O^2$, сернокислое кали $\overset{SO^2}{K^2}O^2$, saures schwefelsaures Kali $\overset{SO^2}{K+H}O^2$, квасцы $\overset{SO^2}{^1/_2K+^3/_2\check{A}l}O^2+6Aq.$

Такие радикалы, как SO^2, CO называются двухосновными радикалами, а кислоты, в которые входят они, двухосновными кислотами (zweibasische Säure). Есть 3-, многоосновные кислоты и радикалы. Металлы суть радикалы одноосновные.

6) О составе и основности кремнекислоты мы судить пока не можем, но вместе с Laurent'ом можно думать, что есть несколько сортов кремнекислоты одинакового состава, но различной основности, подобно тому как есть несколько сортов фосфорной и тунгстеновой кислот.

Laurent изображает состав кремнекислоты SiO или $\overset{Si}{Si}O^2$ (эквивалент силиция = 92.4) и ее видоизменений Si^2O^2, Si^3O^3 и т. д. Соли кремнекислоты потому могут быть изо-

бражены общей формулой $\overset{Si^n}{m\,R^2}\,O^{n+m}$. Так состав граната ($\dot{R}^3\ddot{S}i + \ddot{\dot{R}}\,\ddot{S}i$) есть $\overset{Si}{(R + \check{R})^2}\,O^2$, полевого шпата $\overset{Si^3}{(^1/_2R +}$ $+ {}^3/_2\check{R})O^4 = \dot{R}\ddot{S}i + \ddot{R}\ddot{S}i^3$), скаполита($\dot{R}^3\ddot{S}i^2 + 2\bar{A}l\ddot{S}i$) есть $3\overset{Si^4}{(^2/_3R +}$ $+ {}^4/_3\check{R})\,O^7$.

Изложенные выводы новой теории служат для изъяснения гомеоморфизма в следующих отношениях:

1) Атомное строение Kupfernickel'я* и Schwefelnickel'я совершенно одинаково: Ni^2As и Ni^2S, вообще изоморфизм 2S с As (VI, №№ 1, 2, 3) изъяснился.

2) $\overline{Cu}^2S$ и Ag^2S объяснили гомеоморфизм Cu^2S и AgS (VI, №№ 4, 5).

3) Изоморфизм Übermangansäure и Überchlorsäure изъясним одинаковостью атомного строения Cl^2O^7 и $\overline{Mn}^2O^7$ (VI, № 6).

4) $\overset{CO}{Ca^2}\,O^2$ $\begin{pmatrix} CO/2 \\ Ca \end{pmatrix}$ O и $\overset{NO^2}{K}\,O$ (VI, №№ 7, 8) показывают, что $2NO^2$ есть изоморф CO (или NO^2 и $^1/_2CO$). Это вполне согласно с природой обоих радикалов, ибо CO замещает два и один пай водорода.

5) Общая формула корунда и титанистого железа (VI, № 17) есть R^2O, где $R = \check{A}l, \check{F}e, \check{T}i$.

6) Гомеоморфизм авгита и Spodumen'a (VI, № 19) вполне изъясняется, как заметил уже Dana, изоморфностью $3\dot{R}$ с $\bar{R}$, чего требует теория Laurent'a и Gerhardt'a. Состав обоих минералов $\overset{Si^2}{R^2}\,O^3$; для авгита $R^2 = (Mg, Ca, Fe, Mn)^2$, а для Spodumen'a $R^2 = {}^2/_5\,Li + {}^8/_5\,\check{A}l$.

7) На том же основании становится понятным гомеоморфизм Eudialyt'a $\overset{Si^2}{(R + \check{Z}r)^2}\,O^3$ и Beryll'a $\overset{Si^2}{(\check{B}e + \check{A}l)^2}\,O^3$. Состав диоптаза есть $\overset{Si^2}{Cu^2}\,O^3 + Aq$, что показывает неизменность формы с прибавлением воды, что принял Hermann и Laurent и что видно из VI, №№ 22, 31, 18.

* Никелин = NiAs. [*Прим. ред.*].

8) Willemit $\overset{Si}{Zn^2}\ O^2$ и Phenacit $\overset{Si}{\breve{B}e^2}\ O^2$ (VI, № 21).

9) Состав всех почти квасцов, находимых в природе, есть $\overset{SO^2}{(R, \breve{R})^2}\ O^2 + 11Aq.$

10) Epidot и Orthit (VI, № 24) суть $\overset{Si}{(R, \breve{R})^2}\ O^2$.

11) Mejonit и Wernerit (VI, № 25) имеют одинаковый состав: $\overset{Si}{(R,\breve{R})^2}\ O^2$, но Skapolit от них отличается.

12) Различные виды турмалина (VI, № 27), принимая анализы Hermann'a и Rammelsberg'a, близки по составу к $2\overset{Si^3}{(R, \breve{R})^2}\ O^5$ или $5\overset{Si^6}{(R,\breve{R})^2}\ O^{11}$.

13) Гадолинит $\overset{Si^2}{R^2}\ O^3$ и датолит $\overset{Si^2}{Ca + H}\ O^3$ (VI, № 29) имеют сходный состав, но для изъяснения близости форм сфена и евклаза Dana принужден был признать изоморфность борной кислоты и глинозема.

14) Гаусманит $(\frac{1}{2}Mn + \frac{3}{2}\breve{M}n)^2O$ и каломель $\dot{H}g^2Cl$ (VI, № 35).

15) Браунит $\breve{M}n^2O$ и медный колчедан $(\overline{Cu}\breve{F}e)^2S$ (VI, № 36).

16) Авгит $\overset{Si^2}{R^2}\ O^3$ и бура $\overset{B^2}{(Na, H)^2}\ O^3 + \frac{8}{3}\dot{H}$.

17) Параморфизм окислов (VI, № 41) изъясняется одинаковостью их строения. Так, например, шпинель есть $(\frac{1}{2}Mg + \frac{3}{2}\breve{A}l)^2O$, а красная медная руда $(\overline{Cu} + \overline{Cu})^2O$.

Итак, теория Laurent'a и Gerhardt'a ввела в науку одно из сильных средств для изъяснения гомеоморфизма, показав, что $3\dot{R}$ изоморфны $\ddot{R}$ и $\dot{R}$ с $\dot{R}$.

X

Близость форм при различии атомного строения

Таким образом, мы имеем два рода объяснений близости форм при различии атомного строения: одни стараются подвести состав гомеоморфных тел под сходственный, подобный составу изоморфных тел, другой род объяснений признает возможность близости форм при неодинаковом по количе-

ству, хотя и сходственном составе. Во всяком случае, сверх таких случаев близости форм, где есть большее или меньшее сходство состава, есть много случаев близости форм без всякого подобия в составе (VI, №№ 39, 40), не говоря уже о сходстве форм тел правильной системы при значительном разнообразии их состава.

Тела с близкими или сходственными формами относительно состава располагаются в несколько групп:

1. Тела тождественного состава с одинаковыми свойствами, элементарным и рациональным составом имеют тождественные формы, или иконоидеморфны (глава V), и тогда свойства их несколько изменяются. Форма этих тел несколько изменяется при перемене температуры, исключая тела правильной системы.

2. Тела тождественного состава элементарного и рационального, но различных свойств, имеют сходственные параморфные формы. Диморфизм.

3. Тела с одинаковым элементарным, но различным рациональным составом, если обладают близкими формами, то называются изомероморфными (глава V).

4. Тела, имеющие по выражению Mitscherlich'а одинаковое число и расположение атомов, часто имеют близкие формы. Изоморфизм.

5. Тела совершенно такие же, как и предшествовавшие, если станем вместе с Laurent'ом, Gerhardt'ом, Dana и другими признавать изоморфизм $3\dot{R}$ с $\ddot{R}$, $\dot{R}$ с $\dot{R}$, 2S с As.

6. Тела, в которых простое тело заменено радикалом, т. е. группою простых тел (VI, №№ 10, 11, 12, 13, 14, 15).

7. Тела одного и того же атомного состава (4, 5, 6), но содержащие или не содержащие воду (VI, №№ 20, 22, 18, 37),* имеют иногда близкие формы.

8. Тела с различным числом эквивалентов изоморфных тел (например VI, №№ 17, 25, 26, 27, 28) обладают иногда близкими формами.

9. Наконец, близкие формы свойственны иногда телам совершенно различного состава.

Существование 7 и 8 случаев сходства подвергается некоторому сомнению, а несомненность 9-го случая заставляет предполагать причиною близости форм не подобие состава, а что-либо другое. Скорее всего причиною близости форм можно полагать близость удельных объемов.

* Здесь Д. И. Менделеев ссылается на разделы диссертации «Изоморфизм» (см.: Д. И. Менделеев, Соч., т. I, 1937) и на эту статью, стр. 82. [*Прим. ред.*].

XI

Близость форм без близости удельных объемов. Теория Dana

Удельные объемы гомеоморфных тел обыкновенно значительно различаются друг от друга. Подобная разность замечается даже в телах, имеющих одинаковое атомное строение, каковы например Greenokit и Jodsilber.[111]

Во многих случаях величины удельных объемов становятся весьма близкими, если состав изображен по теории Laurent'a и Gerhardt'a. Так, Gerhardt показал, что в таком случае удельный объем всех окислов ($\dot{C}u$, $\dot{M}gÄl$, $\dot{F}e\ddot{F}e$) особенно правильной системы, очень близок.[112] Удельный объем авгита около 620, а сподумена около 2900; если же состав их изобразить по новой теории $\frac{Si^2}{R^2}O^3$, то удельный объем первого равен 207, а второго 193.

Dana нашел, что в гомеоморфных телах удельные объемы пропорциональны числу или мультипликату числа эквивалентов простых тел;[113] потому для гомеоморфов удельные объемы, деленные на число эквивалентов простых тел, находятся в простых отношениях. Удельный объем, деленный на число эквивалентов, Dana назвал восстановленным объемом атома — reduzierte Atomvolum.

Например: пять сортов турмалина (VI, № 27), по исследованию Rammelsberg'a, имеют удельные объемы: 1808, 2217, 3013, 1464 и 1850, а восстановленные объемы атомов — 44.09, 44.34, 44.31, 44.36 и 44.05; восстановленные объемы атома анатаза и каломели (VI, № 35) 43 и 140 относятся почти как 1 : 3; восстановленные удельные объемы пироксена и буры (VI, № 37) 45 и 70 относятся почти как 2 : 3;[114] восстановленные объемы атома Greenokit'a и Jodsilber'a относятся почти как 1 : 3, удельный объем медного блеска есть 116, серебряного 216 (VI, №№ 4,5), а восстановленные объемы атома 55 и 108, отношение которых есть почти 1 : 2.

---

[111] Decloizeaux, Ann. d. Chim. et d. Phys., XL, 85.

[112] Gerhardt. On the atomic volume of some isomorphous oxyds. Sillim. Amer. Journ., 1847 (2), IV, 405.

[113] Dana. On the isomorphism and atomic volume of some minerals. Sillim. Amer. Journ. (2), IX, 407; X, 221; XII, 204; XV, 278; XVI, 96; XVII, 215; Erdm. Journ. f. pract. Chem., LV, 290.

[114] Rammelsberg. Lehrbuch Kristallkunde. 1852.

XII

Предметом нашей статьи было совокупление известных нам явлений изоморфизма и гомеоморфизма и взглядов на них, мы старались воздерживаться здесь от всего умозрительного и гадательного, потому что хотя для них открыто в предложенной области богатое поле, но [оно] недостаточно выработано, чтобы приносить значительное количество зрелых плодов.

Как общий достоверный вывод наших знаний по этому предмету кажутся нам: закон Найу об единстве форм, понятие Mitscherlich'а о близости форм и Laurent'а о сходстве форм при сходстве атомного строения или группировки составных частей, законы Корр'а об удельных объемах и Dana о восстановленных объемах атома.

Д. Менделеев.

Государственный Исторический архив Ленинградской области, ф. 14, св. 1046, д. 14686, лл. 26—33, 36—37, 38—43.

1. Об аллотропическом состоянии тел*

Долгое время в химии господствовало мнение о том, что непременная принадлежность известного состава есть известная совокупность физических и химических свойств. Отражение этого мнения мы видим в тех усилиях, с какими старались отыскать различие в составе аррагонита** Ca^2CO^3 (обозначая по унитарной системе), или $\left.\begin{matrix}Ca^2\\CO\end{matrix}\right\} O^2$ (по Жерару), и известкового шпата (Ca^2CO^3), анатаза (Ti^2O {O) и рутила (Ti^2O {O), сахара и камеди и многих других тел, различных по свойствам, но одинаковых по составу.

Еще знаменитый Деви считал алмаз каким-то низшим соединением углерода с кислородом, еще недавно приписывали различие серого и белого чугуна, мягкой и закаленной стали различию в них соединенного и свободного углерода. Это мнение о различии состава при различии свойств, как всякое почти твердое, хоть и ложное мнение, принесло много пользы науке, заставив тщательно изучать состав веществ. Притом оно было и неизбежно как реакция мнений алхимиков о превращении металлов мнению в свое время столь же логичному и последовательному, как наше мнение о возможности разложить известные нам простые тела. Первые следы изменения идей о согласовании свойств и состава видим мы у остроумных французских писателей. Тенар показал единство состава аррагонита и известкового шпата, а Густав Розе впоследствии показал взаимное превращение обоих видоизменений, Гей-Люссак и Тенар показали, что состав крахмала,

---

* Публикуемые на стр. 98—107 три письменные ответа на вопросы по химии поданы Д. И. Менделеевым 31 мая 1856 г. в Совет Физико-математического факультета С.-Петербургского университета при сдаче испытания на степень магистра химии. [*Прим. ред.*].

** Хотя в то время все писали «арагонит», Д. И. Менделеев везде пишет «аррагонит». [*Прим. ред.*].

сахара и декстрина тот же самый, что эти вещества могут взаимно превращаться друг в друга, что это превращение и совершается каждый раз при пищеварении от действия слюны и желудочных соков. Вскоре затем была доказана одинаковость состава многих сортов масл с составом углеродисто-водородного светильного газа (Фараде). Митчерлих показал, что вещества не только столь сложные как сахар, масла и другие, но даже простое тело — сера получается с различными свойствами (кристаллической формой, удельным весом, цветом, показателем преломления и др.), смотря по тому, при какой температуре частицы его группируются для образования твердого тела: кристалла или аморфного тела. Его исследования в этом отделе открыли дорогу целому ряду новых исследований. Реньо доказал, что теплоемкость таких тел (диморфных по Митчерлиху) значительно различается, что [она] при температуре плавления также не одинакова. Ряд тел, сходных по составу, но различных по свойствам, в настоящее время весьма много увеличился и получил общее название изомерных тел.

Изомерные тела весьма важны для изучения молекулярного строения тел. Существование таких тел до несомненности опровергло теорию проникновения, полагавшую, что химическое соединение состоит в совершенно равномерном проникновении составных начал, делимых до бесконечности (она противоположна атомической теории). Действительно, нельзя себе вообразить никакого изменения в теле, где каждая бесконечно малая частица одинаково составлена. В атомической теории изомерность изъясняется различием числа и расположения атомов в частице данного тела. Эта теория, принесшая столь много пользы и давшая простейшее изъяснение химическим пропорциям, легкой разлагаемости или непостоянству сложных (органических) веществ и многим другим физическим и химическим явлениям, — атомическая теория признает тело состоящим из частиц (molecules) Жерара, интегральных частиц Найу, телесных частиц Robinet одинакового состава. Каждая частица состоит из атомов (элементарных частиц Найу и Robinet, атомов или атомных групп, неразрывных по Жерару и Лорану). Жерар, как и Лоран, как и Graham (в своей теории гальванического тока) признает, что и в простых телах частица состоит из нескольких атомов. Иначе: в простых телах все атомы данной частицы легко различаемы, ибо могут разделяться. Подобное мнение дает возможность изъяснить различие в свойствах простых тел различным положением атомов в частице. Это-то

различие в свойствах одного и того же простого тела и получило от Берцелиуса название *аллотропии*. По теории Жерара аллотропия есть вид изомерности.

Изомерные тела могут быть разделены так:

1) ***Полимерные*** тела, в которых состав различается числом атомов. Например, все углеродистые водороды $C^{n}H^{2n}$, как C^4H^8, лимонное масло и др[угие] такие соединения, имеют постепенность в своих физических свойствах (стехиометрию в физических свойствах, как назвал это в прошлом году Копп).

2) *Метамерные*, такие, в которых расположение атомов различное, хоть число одинаковое. Например, уксуснометиловый эфир

$$\left.\begin{matrix}CH^3\\C^2H^3O\end{matrix}\right\}O=\left.\begin{matrix}Me\\Ac\end{matrix}\right\}O=C^3H^6O^2$$

и муравьиноэтиловый эфир

$$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\CHO\end{matrix}\right\}O=\left.\begin{matrix}Ac\\Fo\end{matrix}\right\}O=C^3H^6O^2.$$

Различие расположения в них частиц доказывается различием их реакций, т. е. двойного разложения — вернейшего источника для того, чтобы судить об сходстве или различии расположения частиц.

3) Третий вид изомерии есть ***полимерная метамерия***, где и число и расположение атомов не одинаковое, т. е. ни удельный вес паров (что показывает число атомов и что дает ключ к полимерии), ни двойные разложения не одинаковы. Так, например, синеродистая кислота и циануровая $\left.\begin{matrix}Cy\\H\end{matrix}\right\}O$ и $\left.\begin{matrix}Cy^3\\H^3\end{matrix}\right\}O^3$ $\left(\text{по Вёлеру же } \left.\begin{matrix}Cy^2\\H^2\end{matrix}\right\}O^2\right)$. Первая есть кислота одноосновная, вторая трехосновная. Последнее вернее изобразить так (полагая $Cy^3=Cy$) $\left.\begin{matrix}Cy\\H^3\end{matrix}\right\}O$, потому что существование особого тела $Cy^3=Cy$ (пруссиана) доказывается многими другими явлениями — парацианом, жидким и твердым хлористым синеродом, меллолом, цианамидом и др.

4) Собственно *изомериею* называют те явления одинаково составленных тел разных свойств, где нет возможности судить ни о числе, ни о разложении атомов, как в сахаре и крахмале, клетчатке и других сходных, ибо эти тела не

входят в двойное соляное разложение и не превращаются в пары. Сюда же должно отнести многие явления из неорганического мира и только потому, что мы их вовсе не знаем по природе их. Так, например, есть два вида иодистой ртути, два вида $\left.\begin{matrix}CO\\Ca^{2*}\end{matrix}\right\} O^2$, $Ti^2O\}O$, зеленые и фиолетовые соли хромовой окиси $\left.\begin{matrix}Cr^{3/4}\\H\end{matrix}\right\} O$ (по Жерару и Лорану) и др.

Еще меньше можем мы сказать о природе изомерных простых тел или аллотропических тел. Вот главные примеры таких тел. *Углерод* является в трех главных формах: алмаз, графит и уголь. Вероятно различие их произошло от температуры, при которой они произошли. Депре, года два тому назад, расплавил каменный уголь посредством тока от 200 пар Бунзена и тем превратил уголь в графит; в доменных печах совершается то же самое. Это опровергает бывшее мнение о том, что алмаз произошел из расплавленного углерода. Тот же ученый получил искусственный алмаз в виде тонкого порошка на платиновом катоде, погруженном в хлористый углерод, разлагаемый слабым током. Это подтвердил микроскоп, показавший, что полученные на катоде зерна имели форму тетраедров, и ювелир, могший порошком такого алмаза шлифовать рубин. Таким образом, медленному образованию должно приписать причину правильности формы, прозрачности и свойств алмаза.

Сера является из расплавленного состояния в виде моноклинических призм, [а] из растворов (в CS^2, нафталине и др.)—[в ромбических кристаллах].

Впрочем работы Пастера показали, что из многих растворов (в терпентине, при медленном выпаривании из CS^2) выделяется удивительная форма серы, имеющая комбинацию моноклиноедрических и ромбических форм. Другие труды того же ученого показали, что обе формы всех диморфных тел очень близки друг к другу. Моноклиноедрическая сера, лежа на воздухе и в безвоздушном пространстве, переходит весьма скоро в ромбическую серу, что легко узнать чрез удельный вес, как показали исследования Маршана и Шерера

* В этой и в следующих статьях Д. И. Менделеев пользуется для написания формул несколькими системами (Берцелиуса, Жерара и др.), поэтому в ряде случаев (особенно, когда речь идет о минералах) формулы кажутся весьма странными: кальций представляется одновалентным, литий — двухвалентным и т. д. Там, где нет оснований предполагать какой-либо случайной описки Д. И. Менделеева, сохранено написание формул в соответствии с рукописью Д. И. Менделеева. [*Прим. ред.*].

и С. К. Девилля. Кроме этих двух кристаллических видов серы она бывает еще в трех или четырех состояниях, смотря по быстроте и температуре, при каких переходит из жидкого состояния в твердое. При быстром переходе расплавленной серы получается аморфная тягучая масса, которая скоро превращается в скрыто кристаллическую (ромбическую, что можно знать по удельному весу). Причину этого можно видеть в быстром охлаждении и невозможности группироваться атомам, что совершается со временем. Фреми назвал это состояние — urticular Zustand и привел в параллель с другими состояниями, как, например, с состоянием теста и др. Магнус в 1854 г. получил серу еще в двух формах: черного и красного [цвета] — его опыты не вполне изъясняют нам их строение.

Кислород является также аллотропическим в виде обыкновенного кислорода, прямо не соединяющегося со многими веществами, и в виде озона, легко окисляющего пахучие тела. Озон получается каждый раз при опытах с электрической машиной и при разложении воды гальваническим током. Он узнается по тому, что превращает бесцветные почти соли марганца в бурые основные соли окиси марганца. Он превращает также желтую соль железистого синерода в красную соль Гмелина, аммиак в азотную кислоту. Есть множество способов получения этого тела (газа), открытого Шёнебейном и изученного Деларньом, Озаном, Фараде и другими. Сам Шёнебейн думал сначала, что озон есть соединение кислорода с азотом, потом, что это есть составная часть азота, но после [того], как доказана была возможность чрез простое наэлектризование превратить кислород воздуха в озон, с тех пор и все считают озон наэлектризованным кислородом. Это, впрочем, не уяснило дела. Недавно доказано было, что в вольтаметре получается не просто наэлектризованный кислород, но соединение его (низшее, чем вода?) с водородом. Озон в изменчивом количестве находится в воздухе, и Шёнебейн определил уже соответствие количества его с разными временами дня и года. Недавно открыто также третье состояние кислорода, действующего подобно озону и даже сильнее его, но отличное от него.

Фосфор и селен имеют также несколько аллотропических форм, сходных с формами серы, ибо зависят от температуры и скорости отвердения.

Кремний, полученный Девиллем (как и алюминий) в прошлом году, имеет две формы — ромбоедрическую и правильную (по Сенармону).

Мышьяк и цинк, иридий и палладий получены также в двух формах — ромбоедрической и правильной.

Железо под влиянием тока (если оно есть анод), от действия крепкой азотной кислоты и пламени переходит в *страдательное* (passiv Zustand) состояние, причем не растворимо в слабой азотной кислоте и образует с обыкновенным железом сильный ток, заменяя в нем [электролите] медь [на железо]. Вероятно, как полагают многие, причина этого есть тонкий слой железного окисла.

2. Анализ кремнекислого соединения, содержащего литий

Если вместе с литием нет других щелочей, — анализ должен идти обыкновенным путем, т. е. должно отмученный порошок расплавить с смесью $\left.\begin{matrix}CO\\K^2\end{matrix}\right\}O^2$ и $\left.\begin{matrix}CO\\Na^2\end{matrix}\right\}O^2$, отделить SiO^2 и в жидкости, оставшейся после того, осадить все тяжелые и другие металлы углекислым кали, для того чтобы оставить в растворе одни металлы щелочей (отделить и Mg). Об отделении же лития от самих щелочей скажу далее. Но этот способ не точен, потому что здесь вместе с литием получится очень много других щелочей, отделение которых трудно. Притом нельзя быть уверенным, что вместе с литием нет калия или натрия, ибо эти тела, как и многие другие, постоянно сопутствуют друг другу. В соединениях лития почти всегда есть часть калия или особенно натрия, как в сподумене, потому лучше делать анализ посредством фтористоводородной кислоты. Когда она растворит весь минерал, раствор должно нагревать, но не сильно, дабы SiF^3 улетучился. К остальной массе прибавляют воды и слабой HCl; щелочные металлы и некоторые другие переходят в раствор. К нему прибавляют (сделав его средним посредством аммиака) $\left.\begin{matrix}CO\\(NH^4)^2\end{matrix}\right\}O$ и процеживают. Пройдет сквозь фильтр только смесь MgCl, KCl, NaCl и LiCl. Выпаривают и прокаливают, дабы разложить MgCl. Промывают и процеживают MgO на фильтре, проходит чрез него KCl, NaCl и LiCl. Смесь (сгущенную) растворов щелочей обливают избытком хлористой платины в растворе (со спиртом). Тогда калий осаждается в виде двойной соли, а в растворе лишь LiCl и NaCl. Его основ[ательно] выпаривают и накаливают, дабы разложить соль платины. Прокаленную массу, содержащую смесь NaCl, LiCl и Pt, обливают смесью спирта и эфира (по способу Раммельсберга); растворяется (после

двух суток или около) лишь LiCl. Раствор (процеженный) выпаривают и соль, прокаливши, свешивают, откуда узнают о количестве и Li и LiO.

3. Учение Жерара о кислотах

Соль по определению Жерара есть *соединение металла с каким-либо другим* (или группой других тел) *неметаллическим телом, соединение, способное посредством двойного соляного разложения менять как металл, так и неметаллическую часть.* Двойным соляным разложением называется взаимная перемена у двух взятых тел составных веществ.

До разложения	*После разложения*
MN и M′N′	MN′ и M′N

M металлы
N неметаллическая часть.
Таким образом Ba^2O есть соль.
и
NaCl есть соль, BaCl есть соль, Na^2O тоже

До разложения	*После его [разложения]*
Ba^2Cl^2 и $\left.\begin{matrix}Na^2\\SO^2\end{matrix}\right\}O^2$	$\left.\begin{matrix}SO^2\\Ba^2\end{matrix}\right\}O^2$ и Na^2Cl^2
$\left.\begin{matrix}Ba^2\\(NO)^2\end{matrix}\right\}O^2$ и Na^2O	Ba^2O и $\left.\begin{matrix}Na^2\\(NO)^2\end{matrix}\right\}O^2$

Но эти случаи по понятиям дуалистов не изъясняются так просто. Например, при действии $\left.\begin{matrix}Na^2\\SO^2\end{matrix}\right\}O^2$ на Ba^2Cl^2, по их мнению, сперва разлагается (BaCl и Na^2OSO^3) хлористый барий, а потом Ba окисляется на счет воды, и окись уже бария входит в соединение с SO^3.

Давши более строгое понятие о солях, легко уже перейти к понятию о кислоте. *Кислота есть соль, в которой [вместо металла водород]*. HCl (соляная), H^2SO^4 (серная), HNO^3 (азотная), $HC^2H^3O^2$ (уксусная) суть кислоты. Кислоты бывают различной основности.

Одноосновные кислоты отличаются тем, что

1) при объеме паров = 2.00 — держат один пай водорода, могущего замещаться металлом: HCl, $\left.\begin{matrix}NO^2\\H\end{matrix}\right\}O$, $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\H\end{matrix}\right\}O$;

2) потому дают только один ряд солей и не образуют кислых солей, как то бывает у более основных кислот;

3) не содержат готовой воды и потому чрез нагревание безводными не могут быть получены. Получаются же такими только чрез двойное разложение, как показали знаменитые опыты Шанселя и Жерара и еще прежде для азотной кислоты Девилля. Так как по новой теории Жерара кислоты относятся или к типу воды $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O$, или к типу HCl, то уксусная кислота есть $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O$, в которой H замещен $C^2H^3O^2$ ацетилем. Кагур ранее того получил хлористое соединение этого радикала $AcCl=C^2H^3OCl$.

Приведем оба тела в прикосновение, далее $\left.\begin{matrix}Ac\\Cl\end{matrix}\right\}$ и $\left.\begin{matrix}Ac\\H\end{matrix}\right\}O$, получатся после двойного разложения:

$$\left.\begin{matrix}Ac\\Ac\end{matrix}\right\}O \quad \text{и} \quad \left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\}; \left.\begin{matrix}Ac\\Ac\end{matrix}\right\}O = C^4H^6O^3,$$

безводная уксусная кислота

т. е. безводная уксусная кислота и соляная. Если на место хлороацетиля (AcCl) возьмем хлористый бензоил (BzCl), получим тоже безводную кислоту, но в ней один пай Ac замещен Bz:

$$\left.\begin{matrix}Ac\\H\end{matrix}\right\}O \quad \left.\begin{matrix}Bz\\Cl\end{matrix}\right\} \text{дают} \quad \left.\begin{matrix}Ac\\Bz\end{matrix}\right\}O \quad \text{и} \quad \left.\begin{matrix}H\\Cl\end{matrix}\right\}$$

Этот закон утверждается над всеми одноосновными кислотами. Если взять двухосновную кислоту, то действие будет уже не то. Подобная реакция открыта была из теории, а не из практики, что дает высокое значение этой теории, влиянию которой ныне подвергся всякий химик, что видно из всех новых работ: упомянем Шанселя, Кагура, Вилльямсона, Вилля, Зинина, Бертело, Коппа, Шрбдера;

4) одноосновные кислоты со спиртом дают один ряд эфиров, например:

$\left.\begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^3O\end{matrix}\right\}O$ есть уксусный эфир, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\Cl\end{matrix}\right\}$ хлористый, $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\Bz\end{matrix}\right\}O$ — бензойный. Они не дают с ним кислых или парных эфиров, как двуосновные.

5) с аммиаком они также не дают парных кислот, а только одни средние амиды $N\left\{\begin{matrix}Bz\\H\\H\end{matrix}\right.$ — бензамид, $N\left\{\begin{matrix}Ac\\H\\H\end{matrix}\right.$ — ацетамид, и имиды $N\left\{\begin{matrix}Bz\\Bz\\H\end{matrix}\right.$ и нитрил $N\left\{\begin{matrix}Bz\\Bz\\Bz\end{matrix}\right.$ и т. п.

Двуосновные кислоты напротив того

1) представленные в виде 2 объемов пара заключают 2 пары водорода, могущего замещаться металлом. Так,

$\left.\begin{matrix}SO^2\\H^2\end{matrix}\right\}O^2$ $\left.\begin{matrix}Sc\\H^2\end{matrix}\right\}O^2$ $\left.\begin{matrix}CO\\H^2\end{matrix}\right\}O^2$ $\left.\begin{matrix}C^2O^2\\H^2\end{matrix}\right\}O^2$

серная янтарная углекислота щавелевая кислота

2) Потому эти кислоты легко образуют, кроме средних $\left.\begin{matrix}SO^2\\K^2\end{matrix}\right\}O^2$, $\left.\begin{matrix}Sc\\K^2\end{matrix}\right\}O^2$, кислые соли, например, $\left.\begin{matrix}SO^2\\KCu\end{matrix}\right\}O^2$ ($KOSO^3 + CuOSO^3$), соли виннокаменной кислоты:

$\left.\begin{matrix}Ta\\KNa\end{matrix}\right\}O^2$ $\left.\begin{matrix}Ta\\KH\end{matrix}\right\}O^2$

Сегнета соль кислая [виннокислая] соль

3) Они содержат пай готовой воды, ибо представляют замещение $\left.\begin{matrix}H^2\\H^2\end{matrix}\right\}O^2 = \left.\begin{matrix}H^2\\H^2\end{matrix}\right\}\begin{matrix}O\\O\end{matrix}$, где H^2 замещен неразрывной группой, например: SO^2, Se, CO и др. Когда выделяется из них вода, — что делается более ($CO^2 = CO\}O$, $SO^2\}O$, $Ta\}O$) или менее легко, — тогда остается радикал с кислородом.

4) При действии хлора их радикал образует соединение не с Cl, а с Cl^2, ибо сам радикал есть эквивалент не H, а H^2. Так образуется $\left.\begin{matrix}SO^2\\Cl^2\end{matrix}\right\}$, $\left.\begin{matrix}CO^2\\Cl^2\end{matrix}\right\}$, $\left.\begin{matrix}Se\\Cl^2\end{matrix}\right\}$, $\left.\begin{matrix}Ta\\Cl^2\end{matrix}\right\}$. При действии $\left.\begin{matrix}Se\\Cl^2\end{matrix}\right\}$ на $\left.\begin{matrix}Ta\\H^2\end{matrix}\right\}O^2$ не происходит, как при одноосновных кислотах, $\left.\begin{matrix}Se\\Ta\end{matrix}\right\}O^2$ и $\left.\begin{matrix}H^2\\Cl^2\end{matrix}\right\}$, а смесь $Se\}O$ и TaO и $2HCl$, ибо оба соединения могут существовать отдельно.

5) Двуосновные кислоты со спиртом дают парные одноосновные кислоты (от трехосновных, каковы: фосфорная, лимонная и другие кислоты, получается двуосновная пар-

ная кислота) или кислые эфиры. Такова серновинная кислота $\left.\begin{matrix}SO^2\\H(C^2H^5)\end{matrix}\right\}O^2 = \left.\begin{matrix}SO^2\\HAc\end{matrix}\right\}O^2$, щавелевая и винная кислота $\left.\begin{matrix}C^2O^2\\HAc\end{matrix}\right\}O^2$, которые дают соли, например серновинно-кислый барит $\left.\begin{matrix}SO^2\\BaAc\end{matrix}\right\}O^2$;

6) с аммиаком они дают парные кислоты, кроме амидов

$$N^2\left\{\begin{matrix}Se\\H^2\\H^2\end{matrix}\right. \qquad N^2\left\{\begin{matrix}C^2O^2\\H^2\\H^2\end{matrix}\right.$$

сукцинамид

А кислоты типа $\left.\frac{NH^4}{H}\right\}O = \left.\frac{N\{H^2}{H}\right\}O$ не образуются из одноосновных кислот, а только из двуосновных, например оксамидовая соль $\left.\begin{matrix}NH^2(C^2H^2)\\H\end{matrix}\right\}O$ или $\left.\frac{N\{\begin{matrix}C^2O^2\\H^2\end{matrix}}{H}\right\}O$

Трехосновные кислоты имеют понятное уже из этих данных строение. В одноосновных по типу воды идет в дело $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O$. — в двуосновных $\left.\begin{matrix}H^2\\H^2\end{matrix}\right\}O^2$, в трехосновных $\left.\begin{matrix}H^3\\H^3\end{matrix}\right\}O^3$ и т. д.; заметим при этом, что все означенные *нами соединения* [см. ниже] и другие, имеют объем равным 2.

$CO\}O$ (безвод[ная] углекис[лота]), $SO^2\}O$ (безвод[ная] серная к[ислота]), $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\C^2H^3O\end{matrix}\right\}O$ (безводная уксусная), $\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\H\end{matrix}\right\}O$ (водная уксусная).

$\left.\begin{matrix}C^2H^3O\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O$ (уксусный эфир), $\left.\begin{matrix}Sc\\HAc\end{matrix}\right\}O^2$ (янтарновинная кислота), $\left.\begin{matrix}Sc\\Ac^2\end{matrix}\right\}O^2$, $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O$ (янтарновинный эфир). [Неразборчивая фраза]. Так что параллелизм всех этих разложений определяется и физическими свойствами.

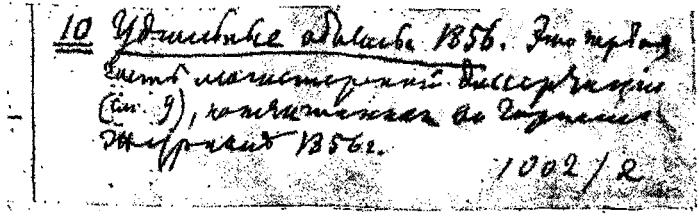
30 мая 1856 г. Д. Менделеев.

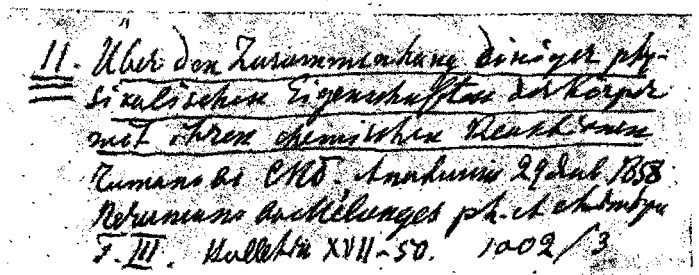
---

[1] Ибо O^2H^2 заменяет H^2.

[5] 1856 Диссертацию — но не всю — только начало — взялся печатать Горный журнал (ред. Ламанский) конец так и не явился.

[6] 1858 Здесь содержится сущность того, что заключается во 2-й (ненапечатанной) части моей магистерской диссертации [5]. Написал потому, что убедился в невозможности напечатания конца диссертации.


10 Удельные объемы. 1856. Это первая часть магистерской диссертации (см. 9), напечатанная в Горном журнале 1856 г. 1002/2


11. Über den Zusammenhang einiger physikalischen Eigenschaften der Körper mit ihren chemischen Reactionen. Читано в СПб. Академии 29 янв. 1858. Печатано в Melanges ph. et ch. appl. T. III, Bulletin XVII-50 1002/3

УДЕЛЬНЫЕ ОБЪЕМЫ

*Части 2 и 3**

---

* Рукопись хранится в Музее им. Д. И. Менделеева при Ленинградском Государственном университете им. А. А. Жданова, расшифрована дочерью Д. И. Менделеева — М. Д. Менделеевой.

В рукописи Д. И. Менделеева нижеприводимый текст «Вместо предисловия» предшествует второй и третьей частям диссертации «Удельные объемы». На первом листе также имеется помета Д. И. Менделеева: «Желаю иметь 100 особых оттисков. Корректуру прошу присылать по адресу: Д. Ив. Менделееву, на Петербургской стороне, по Большому проспекту, около Тучкова моста, дом Семенова № 8». [*Прим. ред.*].

Вместо предисловия

В «Горном журнале» 1856 г. (№№ 7, 8 и 9) было помещено начало этой статьи под названием «Удельные объемы», а именно главы: 1) Понятие об удельном объеме. Теория Жерара. 2) Зависимость удельных объемов от удельного веса. 3) Удельные объемы газообразных тел. 4) Историко-критическое исследование об удельных объемах твердых и жидких тел и, кроме того, таблицы паев и удельных объемов.*

Предлагаемая статья составляет обещанное окончание прежде напечатанного. Она написана была в конце 1856 г., а в начале 1859 г. в ней сделаны были некоторые незначительные изменения. По обстоятельствам, от меня не зависевшим, она до сих пор не явилась в печати. Передавая ее ныне в печать, я не сделал в ней никаких изменений, хотя последняя глава «О составе кремнеземных соединений» и заслуживает по моему мнению некоторых дополнений, сообразных современным успехам науки. Если позволит время, то я передам в особой статье то изменение во взгляде об этом предмете, какое я считаю более современным. Смею, впрочем, надеяться, что и в том виде, в каком этот отдел будет помещен в настоящее время, он представляет, по крайней мере по оригинальности своего взгляда, некоторый интерес для людей, знакомых с современным состоянием вопроса, решение которого составляет одну из наиболее трудных задач минеральной химии.

Порядок глав и параграфов составляет продолжение предыдущего. Паи — по системе Жерара, принимая пай O = 100. Удельные объемы взяты из прежде напечатанных таблиц.

---

* См. Д. И. Менделеев, Соч., т. I, 1937, стр. 139—312. [*Прим. ред.*].

[Часть 2]

Удельные объемы и состав кремнеземных соединений

V. Удельные объемы сходственных соединений*

§ 62. Сходственными соединениями называют те, которые представляют целый ряд одинаковых реакций. Чем длиннее этот ряд, тем больше число одинаковых реакций, тем сходственнее соединения, тем ближе тела между собою.[1] Так, например, алкооль, феноль и уксусная кислота представляют несколько сходственных реакций: от действия калия и натрия выделяется водород, и его место заступают металлы, от действия пятихлористого фосфора отделяется $POCl^3$ и HCl и образуется хлористое соединение и т. д.; потому они относятся к одному типу, суть тела сходственные. Но сходство между алкоолем и фенолем больше, чем между алкоолем и уксусною кислотою, оттого что между первыми больше сходственных реакций, чем между вторыми.

Между сходственными соединениями самый замечательный отдел составляют *гомологи*, — это ряд соединений, имеющих, обыкновенно, огромный ряд одинаковых реакций, продукты которых суть также гомологи; гомологи кроме сходства реакций имеют еще тот признак, что по составу отличаются на C^nH^{2n}. Открытие гомологов, как известно, принадлежит Жерару. Примеры их столь известны, что не стоит

* Некоторым затруднением при чтении этой статьи является применение Д. И. Менделеевым систем формул Берцелиуса и Жерара, причем местами он видоизменяет первую. Ввиду того, что в некоторых случаях обозначения сравниваются, невозможно заменить старинные формулы современными, тем более, что это местами уничтожило бы самый предмет сравнения. [*Прим. ред.*].

[1] Типы Жерара и суть выражения сходства тел по реакциям.

и приводить их. Ряд гомологов можно всегда обозначить общею формулою. Например ряд гомологов бензойной кислоты $C^7H^6O^2$ можно обозначить общею формулою $C^nH^{2n-8}O^2$.

Действительно, гомологи: толуиновая кислота $C^8H^8O^2$ и куминовая $C^{10}H^{12}O^2$ ясно подходят под общую формулу.

Если сравнить между собою ряды гомологов, имеющих несколько сходственных реакций и заключающих притом одинаковое число паев кислорода, то заметим, что существует ясная постепенность в изменении состава этих рядов. Так, например, между одинаковыми кислотами с двумя паями кислорода (низшие члены гомологических порядков летучи) мы замечаем следующие гомологические ряды:

$C^nH^{2n}O^2$. Гомологический порядок жирных кислот: муравьиная CH^2O^2, уксусная $C^2H^4O^2$, пропионовая $C^3H^6O^2$ и т. д.

$C^nH^{2n-2}O^2$. Гомологический порядок олеиновых кислот (акрилевый): акрилевая $C^3H^4O^2$, ангелиновая $C^5H^8O^2$, олеиновая $C^{18}H^{34}O^2$ и т. д.

$C^nH^{2n-4}O^2$. Гомологи льняного порядка: рябиновая кислота[1] $C^6H^8O^2$, льняная кислота $C^{16}H^{28}O^2$.[2]

$C^nH^{2n-6}O^2$. Хлоранисеиновая кислота, открытая Сент-Эвром, $C^6(H^5Cl)O^2$, по всей вероятности, есть продукт хлорного замещения в нисеиновой кислоте $C^6H^6O^2$.

$C^nH^{2n-8}O^2$. Гомологические кислоты бензойного порядка: бензойная, толуиновая и куминовые кислоты.

$C^nH^{2n-10}O^2$. Гомологи коричного порядка: коричная кислота $C^9H^8O^2$, вероятно тиморовая кислота (Лорана) $C^{20}H^{30}O^2$.

Между кислотами двуосновными с 8 паями кислорода находится совершенно такое же отношение, также между различными алкоолями, алдегидами, телами аммиачного типа и т. д. Такие ряды гомологических порядков могут быть составлены только при следующих условиях: 1) Когда между гомологами одного порядка и всеми другими существует сходство, основанное на изучении значительного числа реакций. Конечно, и для гомологов не все реакции одинаковы, тем больше различия должно ожидать для аналогических членов двух гомологических порядков. 2) Когда при срав-

[1] Рябиновая кислота (Sorbinsäure) открыта Гофманом (Ann. d. Chem. u. Pharm., 1859, CX, 129) в соке рябиновых ягод.

[2] Льняная кислота получена Шюлером (там же, CI, 252) из льняного масла.

нении общих формул гомологических порядков (например $C^nH^{2n}O^2$ и $C^nH^{2n-8}O^2$) окажется, что они отличаются только по числу паев водорода, а сходны по числу паев других элементов. Назовем соединения, относящиеся к нескольким подобным гомологическим порядкам, аналогами. Аналоги имеют также свои общие формулы. Например, все исчисленные одноосновные летучие кислоты могут быть изображены общею формулою, где y не зависит от n:

$$C^nH^{2y}O^2.$$

Приведем еще несколько примеров. Аналогические одноатомные алкооли с одним паем кислорода:

$$C^nH^{2x}O.$$

Например алкооли жирного порядка $x=n+1$, алкооль акрилевый $x=n$, бензойный $x=n-3$, коричный (стирон) $x=n-4$. Указать отношение x к n значит назвать гомологический порядок, а дать величину n значит назвать член этого порядка. Так, например, амилевый алкооль есть аналог $C^nH^{2x}O$, относящийся к порядку, в котором $x=n+1$, и для него $n=5$; потому его формула $C^5H^{12}O$.

Аналогические алдегиды одноосновных кислот:

$$C^nH^{2y}O.$$

Если дан алкооль $C^nH^{2x}O$, то при окислении из него получаются алдегид $C^nH^{2(x-1)}O$, т. е. $y=x-1$, и кислота $C^nH^{2(x-1)}O^2$, т. е. $y=x-1$. Например, из жирных алкоолей $C^nH^{2(n+1)}O$ получаются алдегиды $C^nH^{2n}O$ и кислоты $C^nH^{2n}O^2$, здесь $x=n+1$, следовательно $y=n$. Кислота и ей соответствующий алдегид всегда имеют одинаковое число паев водорода.

Аналогические двуосновные кислоты с 4 паями кислорода:

$$C^nH^{2z}O^4.$$

Сюда относятся гомологические порядки: *щавелевый* $z=n-1$ (кислоты щавелевая $n=2$, малоновая $n=3$, янтарная $n=4$ и т. д.); *камфарный* $z=n-2$ (кислоты малеиновая $n=4$ и тионовая $n=5$, камфарная $n=10$), *нафталиновый* $z=n-5$ (кислоты — фталевая $C^8H^6O^4$ $n=8$ и инсолиновая $C^9H^8O^4$ $n=9$).

Аналогические летучие алкалоиды, происходящие от алкоолей:

$$NC^xH^{2x-1}H\cdot H=N\begin{cases}C^xH^{2x-1}\\H\\H\end{cases}$$

Например, эфильамин $x=n+1$, $n=2$; амильамин $x=n$, $n=3$; нафтиламин $x=n-6$, $n=10$ ($C^{10}NH^9$); толуидин $x=n-3$, $n=7$ (NC^7H^9), и др.

Кроме гомологов и аналогов есть много соединений, сходственных между собою на столько же, как гомологи или аналоги, но мы не замечаем для них известного отношения в составе,[1] а потому в настоящее время не можем отнести их к гомологам или аналогам. Такие сходственные соединения мы будем называть просто *сходными*, в тесном смысле этого слова.

Например, амилевый и цетилевый алкооли суть гомологи, акрилевая и коричная кислоты аналоги, едкое кали и едкий натр тела сходные, сернокислые соли Ca^2SO^4, Pb^2SO^4, Sr^2SO^4 и Ba^2SO^4 — сходные тела.

Рассмотрим же сперва отношение между удельными объемами гомологов и аналогов, как тел, стоящих в ясном отношении друг к другу, а потом обратимся к определению отношения между удельными объемами тел вообще сходственных (т. е. аналогов, гомологов и сходных).

§ 63. В данном ряде гомологов чем больше n (т. е. число паев углерода), тем больше становится и удельный объем. Разность в составе на C^nH^{2n} определяет *приблизительно* разность в объемах гомологов на $n\times 107$, т. е. два соседние гомолога различаются по объемам около на 107. Копп принимает, что при температуре кипения разность равна 137.5. Действительно она близка к этой величине, но не всегда равна ей, столь же почти изменчива, как и разность при обыкновенной температуре [см. табл. на стр. 116].

Средняя разность при обыкновенной температуре = 108, при кипении = 137. Пределы, в которых изменяется первая разность: 95 и 119 (разность = 24), а вторая: 115 и 152 (разность = 37). Потому-то мы и полагаем, как и говорили несколько раз, что нет выгоды сравнивать объемы при кипении, тем более, что трудно определить величину удель-

[1] Дюма, вслед за многими другими, старался найти между величинами паев таких соединений такое же отношение, какое существует для гомологов и аналогов, и успел показать несколько замечательнейших примеров.

	Удельные объемы		Разность на CH^2	
	при обыкнов. температуре	при кипении	при обыкнов. температуре	при кипении
$C^nH^{2n}O^2$				
Муравьиная кислота, $n=1$	235	259		
Уксусная кислота, $n=2$	353	398	118	139
Пропионовая кислота, $n=3$	466	534	113	136
Масляная кислота, $n=4$	564	670	98	136
Валериановая кислота, $n=5$	680	816	116	146
$C^nH^{2(n+1)}O$ [1]				
Алкоголь мефилевый, $n=1$	249	264		
„ эфилевый, $n=2$	360	388	111	124
„ трит., $n=3$	459	—	99	—
„ тетр., $n=4$	578	—	119	—
„ амилев., $n=5$	673	775	95	129
$C^nH^{2n}O^2$				
Муравьиный эфиль, $n=3$	500	534		
Уксуснокислый эфиль, $n=4$	611	672	111	138
Пропионовокислый эфиль, $n=5$	712	787	101	115
Маслянокислый эфиль, $n=6$	809	933	97	146
Валериановокислый эфиль, $n=7$	928	1085	119	152
$C^nH^{2(n-4)}O$				
Масло горьких миндалей, $n=7$	633	740		
Куминол, $n=10$	953	1083	107	148
$C^nH^{2(n-3)}$				
Бензин, $n=6$	566	600		
Цимен, $n=10$	994	1153	107	138

ного веса при этой температуре, и он известен для немногих жидкостей. Тем не менее закон отношения в объемах гомологов составляет одно из лучших открытий Коппа.

§ 64. Что касается до отношения в удельных объемах аналогов, то оно подлежит подобному же правилу, какое существует и для гомологов. Если мы сравним аналоги с равным числом паев углерода, то они будут различаться только на H^{2n}. Эта разность в составе определяет разность в удельных объемах приближенно на $2n \times 60$. Чем меньше водорода, тем меньше будет и объем.

[1] Низший гомолог $n=0$ есть вода.

	Уд. объем при обыкнов. температуре	Разность для H^2
$C^nH^{2n}O^2$		
Капроновая кислота $C^6H^{12}O^2$	782	63
Парасорбиновая кислота $C^6H^8O^2$ [1]	655	
Энантовая кислота $C^7H^{14}O^2$ [2]	886	63
Бензойная кислота $C^7H^6O^2$ [3]	635	
$C^{2n}H^{2n}O$		
Энантол [4] $C^7H^{14}O$	870	59
Масло горьких миндалей C^7H^6O	633	
$C^{2n}H^{2n}O^2$		
Пеларгоновокислый эфиль $C^{11}H^{22}O^2$	1351	61
Коричнокислый эфиль $C^{11}H^{12}O^2$	1047	

На основании этих двух правил можно находить приближенный удельный объем многих соединений.

Приводя эти законы, которых нахождение должно приписать Коппу, мы еще раз напомним, что они далеко не вполне точны, суть законы приближенные, как и все почти законы физических явлений.

§ 65. Перейдем теперь к законам, относящимся до сходных соединений.

Многие сходные соединения (но никогда аналоги и гомологи) *имеют близкие удельные объемы*, как то показали Дюма (§ 33), Персо (§ 39), Копп (§ 43), Шрöдер (§ 42) и многие другие. Это показывает, что некоторые сходные соединения стоят в ином отношении друг к другу, чем аналоги и гомологи.

Никкель 42.4; кобальт 42.7; железо 44.6; медь 44.7
Серебро 128.3; золото 127.1
Платина 58.4; палладий 57.3; иридий 56.7
Хлор 334; бром 310 и иод 321
NaCl 170, BaCl 175, SrCl 172

[1] Плотность парасорбиновой кислоты по Гофману = 1.068 при 15°.
[2] По Штедлеру при 24° плотность = 0.9167.
[3] По моему определению плотность бензойной кислоты 1.201 при 21°.
[4] Плотность энантола по моему определению = 0.819.

Сличение удельных объемов многих других сходных соединений показало, что для них увеличение и уменьшение пая влечет увеличение и в объемах. Этому закону подчинены гомологи, аналоги и многие сходные соединения. Этот закон вытекает из правил Коппа, но он в первый раз высказан был в 1854 г. Дюма по поводу предложения графического метода для открытия соотношения между весом пая и физическими свойствами.[1] Если чрез абсциссы изобразим паи, а ординатами отложим величины удельных объемов, то, соединивши вершины ординат, получим для многих сходных тел кривую, постепенно удаляющуюся от оси абсцисс.[2] Заметим при этом, что и здесь истинные гомологи ясно отличаются от многих сходных соединений. Для гомологов получается *прямая* линия, для сходных — *кривая*.

Литий имеет вес пая 81, а уд. объем 136
Натрий » » » 289, » » » 404
Калий » » » 488, » » » 561

Другую группу составляют металлы щелочных земель. Их нельзя соединить в одну группу с Li, Na и K, потому что, например, стронций имеет пай больше, чем калий, а объем меньше натрия.

	[Вес пая]	[Уд. объем]
Магний	152	88
Кальций	250	158
Стронций	546	215
Барий	854	231

Свинец не может взойти в эту группу, ибо пай его больше пая бария, а объем меньше объема кальция.

	[Вес пая]	[Уд. объем]
Ртуть	1250	92
Свинец	1294	114
Серебро	1350	128
Хлористый калий	466	240
Хлористый натрий	366	170
Перекись водорода	212	146
Перекись бария	1054	212

Перекись марганца, во многих отношениях отличающаяся от H^2O^2 и Ba^2O^2, не образует с ними одной группы,

[1] Dumas., Compt. rend., XXXIX, 1037.

[2] Kremers (Pogg. Ann., XCIV, 87) достиг в некотором отношении подобных же результатов.

ибо пай ее 542 гораздо более пая H^2O^2, а удельный объем (133) меньше удельного объема перекиси водорода.[1]

	[Вес пая]	[Уд. объем]
Окись магния	252	68.5
Окись кальция	350	110
Окись стронция	646	152
Окись бария	954	168

Окись калия не входит в эту группу окисей, но образует с окисью натрия особую группу, так же как и окиси свинца, ртути и серебра.

Почти нерастворимые галоидные соли образуют одну резкую группу не только по многим свойствам, но и по отношению своих объемов и паев.

	[Вес пая]	[Уд. объем]
Фтористый кальций	243	46
Полухлористая медь	518	147
Хлористый свинец	869	150
Хлористое серебро	897	165
Полухлористая ртуть	1472	209

Хлористый стронций, хлористый натрий и некоторые другие не могут быть внесены в эту группу как по различию в свойствах, так и по несоответственности объемов.

Не выписывая многих других примеров, покажем только, что то же отношение весьма часто случается встречать и между кремнеземистыми соединениями. Известно, например, сколь большое сходство находится между трифаном * и пироксеном, особенно его видоизменением маляколитом.

	Пай	Уд. объем
Трифан	592	186
Пироксен	685	213

Такое же отношение замечается и между следующими минералами:

	Пай	Уд. объем
Виллемит	700	167
Диоптаз	496	153
Берилл	378	139

[1] В недавнее время Шёнебейн (Lieb. Ann., CXIII, 157) весьма ясно различил два рода перекисей. Одни, как перекиси водорода и бария, с хлористоводородною кислотою дают кислород (озон), другие, как перекиси марганца, свинца и др., дают хлор.

* Сподуменом. [*Прим. ред.*].

Итак, *многие сходственные соединения в твердом и жидком состоянии имеют или близкие удельные объемы или удельные объемы, постепенно увеличивающиеся с увеличением пая.*

Вероятно, что многие случаи первого рода представляют переход к случаям второго рода, т. е. имеют хотя близкие удельные объемы, но все же, однако, постепенно изменяющиеся с изменением пая.

Чтобы обобщить исследование этого предмета, мы должны рассмотреть его с различных сторон.

§ 66. Прежде всего рождается вопрос: не зависит ли близость удельных объемов многих сходных соединений от близости какого-либо одного свойства, например от близости кристаллической формы? Разрешение этого вопроса тем важнее, что Дюма, Персо, Копп, Шрöдер (§ 33, 39, 43) нашли, что изоморфизм влечет за собою близость удельных объемов, а Дане и Гунт (§ 59 и 60) старались найти соотношение между гомеоморфизмом и удельными объемами. Мы уже видели, что последняя попытка совершенно безуспешна, т. е., что нет соотношения между гомеоморфизмом и удельными объемами или что *близость кристаллических форм не сопровождается близостью удельных объемов для тел, имеющих не сходственный химический состав.* Это дает повод думать, что нет соотношения между формою и удельным объемом. Внимательное рассмотрение показывает справедливость этого, и вот основания, на которых мы опровергаем мнение о тесном соотношении между близостью форм и близостью удельных объемов.

Многочисленные исследования показали, что весьма часто при замещении водорода хлором или радикалом азотной кислоты (NO^2) форма не изменяется. С другой стороны известно, что многие гомологические соединения имеют близкие формы. Так, например, Провостайе[1] показал, что оксаминовокислый эфиль $(C^2H^5)[N(C^2O^2)H^2]$, O (оксаметан) изоморфен оксаминовокислому хлорноэфилю

$$(C^2Cl^5)[N(C^2O^2)H^2],\ O\ \text{(хлороксаметан)}.$$

Оба эфира суть тела твердые, принадлежащие к ромбической системе. Отношение осей в оксаметане и хлороксаметане a (вертикальная) : b : c = 0.715 : 1 : 0.924.

---

[1] De la Provostaye, Ann. d. Chim. et d. Phys., LXXV, 322. — Gerhardt. Chimie organ., I, 281.

Лоран[1] нашел, что двунитрофеновая кислота

$$H[C^6H^3(NO^2)^2],\ O$$

изоморфна тринитрофеновой кислоте $H[C^6H^2(NO^2)^3],O$, что трихлорофеновая кислота $H(C^6H^2Cl^3),O$ изоморфна пятихлорофеновой кислоте $H(C^6Cl^5),O$. Кроме того известно, что исатин $C^8H^5NO^2$ (ромбической системы $\sim P = 133°50'$) изоморфен хлороисатину $C^8H^4ClNO^2$ (ромбической системы $\sim P = 131°$), как показал Густав Розе.[2]

Подобных примеров много. А известно, что каждое металептическое замещение водорода хлором, бромом или радикалом азотнокислых солей влечет постоянно довольно значительное изменение объемов. Например, заменяя в хлористом эфиле один пай водорода хлором, получим хлористый хлороэфиль, и при этом удельный объем из 450 сделается 528, удельный объем следующей степени замещения, т. е. хлористого двухлороэфиля есть 609. С другой стороны, удельный объем бензина 566, а нитробензина 640, удельный объем алкооля 359.8, а азотнокислого эфиля 511. Вообще всякое замещение водорода хлором, радикалом азотнокислых солей и т. п. влечет за собой значительное изменение удельных объемов, но иногда не изменяет формы, а потому несомненно, что такие изоморфные тела должны иметь неодинаковые и не близкие удельные объемы.

Другой ряд исследований показал, что многие гомологические соединения имеют также близкие формы, но мы видели, что гомологические тела не имеют близких удельных объемов, и потому в этом случае мы снова видим, что изоморфизм не сопровождается близостью удельных объемов.

Действительно, Волль[3] заместил щелочь в квасцах хинином, Оригоза кониином, Титус фон Альт[4] заменил в квасцах кали метильамином, эфильамином и амильамином, то же сделал Никкле,[5] и во всех этих случаях форма квасцов осталась неизменною.

---

[1] Laurent, Revue scientifigue, IX, 23, 124; Ann. d. Chim. et d. Phys. (1), LXIII, 27 (3), III, 206, 497. Method. d. Chimie.

[2] G. Rose, Journ. f. pract. Chem., XXIV, 11.

[3] Woll, Lieb. Ann., XLII, 111.

[4] Titus von Alth, Lieb. Ann., XCI, 170; Journ. f. pract. Chem., LXIII, 145; Ann. d. Chim. et d. Phys. (3), XLIII, 117.

[5] Nicklès, Ann. d. Chim. et d. Phys. (3), XLIII, 118.

Вагнер,[1] Вельцин,[2] Шабус,[3] Никкле,[4] Мариньяк,[5] Кенготт[6] и многие другие нашли, что хлороплатиновые соединения (соли, соответствующие аммониакальной или нашатырной платине) многих алкалоидов совершенно изоморфны друг другу, т. е. являются, как нашатырная платина, в формах правильной системы или кристаллизуются ромбоэдрами, столь близкими к кубам, что по справедливости все эти тела должно считать параморфными.[7] Так, по определению Шабуса, хлороплатинат эфильамина является ромбоэдрами, площади которых наклонены под углом 90°54′.

Понимая изоморфизм как близость кристаллических форм *сходственных соединений*, мы причисляли к случаям изоморфизма и близость форм при металептическом и гомологическом замещениях. Но нам могут сказать, что эти явления принадлежат к явлениям гомеоморфизма (т. е. близости форм без сходства химического состава), но тогда к тому же ряду должно отнести изоморфизм аммониакальных солей с солями калия, синеродных соединений с хлористыми. И действительно, удельный объем нашатыря (218.3) не очень близок к удельному объему хлористого натрия (169.9) и хлористого калия (240.2), хотя формы всех этих тел одинаковы.

Но оставивши эти явления в стороне, посмотрим, нет ли случаев полного изоморфизма, по составу и формам, без близости удельных объемов? Если найдутся такие случаи, то соединение, возбужденное прежде описанными явлениями, найдет себе твердую опору.

§ 67. Если возможно сомнение в изоморфизме простых тел правильной системы, то несомненно, что многие из простых тел ромбоэдрической системы изоморфны в истинном смысле этого слова, т. е. имеют многие подобные реакции и близкие формы и многие общие физические свойства. По определению Густава Розе[8] острый угол ромбоэдра металлов есть следующий:

---

[1] Wagner, Journ. f. pract. Chem., LIII, 449.

[2] Weltzien, Lieb. Ann., XCIII, 271.

[3] Schabus. Bestimmung der Krystallgestalten in chemischen Laboratorien erzeugter Producte. Wien, 1855. L'Institut, 1855, № 1112, 143.

[4] Nicklès, Ann. d. Chim. et Phys. (3), XLIII, 118. Compt. rend. XL, 980, L'Institut, 1855, № 1110, 122.

[5] Marignac, Compt. rend., XLII, 288; Arch. d. sciences phys. et natur., XXXI, 170.

[6] Kenngott, Journ. f. pract. Chem., LXIV, 492.

[7] Смотри определение параморфизма в § 57.

[8] G. Rose, Pogg. Ann. d. Phys. u. Chem., LXXVII, 143.

Осмий	84°52′	Ось	$a = 1.4105$
Иридий	84°52′	»	$a = 1.4105$
Мышьяк	85°4′ [1]	»	$a = 1.4024$
Теллур	86°57′	»	$a = 1.3297$
Сурьма	87°35′ [2]	»	$a = 1.3068$
Висмут	87°40′	»	$a = 1.3035$

Многие из изоморфных тел, обыкновенно выставляемых в пример (например сернокислые и углекислые соли извести, стронция, бария, магния, свинца и др.) имеют гораздо большее различие в формах, а другие имеют гораздо большее различие в свойствах. Так, например, хромовокислое кали, сернокислое кали, селеновокислое кали и сернокислая окись аммония, или корунд и железный блеск, или хлористое серебро и хлористый натрий, аврипигмент и сурьмяной блеск. Итак, если вы захотите исключить приведенный нами пример из ряда изоморфных тел, то должны отказаться от всех почти известных нам примеров изоморфизма, примеров, обыкновенно приводимых во всех учебниках. А отказавшись от них, вам должно будет совершенно уничтожить все, столь важные для нас понятия об изоморфизме.

Итак, названные простые тела ромбоэдрической системы суть изоморфные тела. Сравним же удельные объемы их паев.

	Пай	Уд. вес	Уд. объем пая	Уд. объем частицы
Осмий	622	19.5	31.9	—
Иридий	617	21.74	28.4	—
Мышьяк	469	5 71	82.14	328.4
Теллур	401	6.19	64.7	—
Сурьма	376	6.72	56.0	—
Висмут	1330	9.81	135.6	—

Между удельными объемам паев названных тел, очевидно, нет близости. Так как мы не знаем веса их частиц, то и не можем судить об объеме их частиц, но ведь мы не знаем также и веса частиц всех почти других изоморфных тел, например серно- и углекислых солей.

Кто, например, может поручиться за то, что удельный объем паров $K^2(CO),O^2$ будет равен двум, как удельный

[1] 85°26′ по Breithaupt'y.
[2] 87°39′ Mohs u. 87°28′ Marx.

объем паров $(C^2H^5)^2(CO)$, O^2? Кто может сказать, какова частица азотнокислого серебра? $Ag(NO^2)$, O или $Ag^2(NO^2)^2$, O^2, или $Ag^3(NO^2)^3$, O^3, или какая иная? Так как многие основания, например окись свинца, глинозем, окись сурьмы и др., могут образовать с одноосновными кислотами основные соли, часто содержащие воду, то и весьма вероятно, что подобные окислы суть многоосновные, способные с кислотами давать несколько рядов солей, подобно тому, как многоосновные кислоты дают с основаниями несколько рядов солей, подобно многоосновным алкоолям. Потому-то недостаток сведений о частице названных ромбоэдрических тел невозможно выставить причиною отсутствия соотношения между удельными их объемами.

Притом все частицы всегда находятся в простом отношении к весу пая (§ 54), а потому в предположении, что удельные объемы частиц названных ромбоэдрических металлов имеют между собою близость, мы должны предполагать, что удельный объем частиц всех их почти равен 328.4 (удельный объем частицы мышьяка):

$Os^{10} = 319$	$Ir^{10} = 284$	$As^4 = 328$
$Te^4 = 259$	$Sb^4 = 244$	$Bi^2 = 271$

Мы взяли наиболее вероятные изменения в весе частиц, т. е. полагаем, что частицы осмия и иридия содержат одинаковое число паев, также мышьяк, теллур и сурьма. Но при этом нет большой близости объемов, и притом порядок тел по объемам не соответствует порядку тел по кристаллическим формам, как того требует второй закон Коппа (§ 43).

Нам могут заметить также, что паи приведенных нами простых тел не суть эквиваленты их между собою (§ 4), тогда как паи других сравниваемых изоморфных тел суть эквиваленты, например паи углекислых солей. На это заметим, во-первых, что пай мышьяка есть эквивалент 2 паям теллура (или 1 паю серы), но между тем объем пая мышьяка (82.1) не равен объему двух паев теллура ($2 \times 64.7 = 129.4$), а во-вторых, припомним всю изменчивость эквивалентов.

Итак, хотя ромбоэдрические металлы изоморфны между собою, но они не имеют близких удельных объемов (пая, а вероятно, и эквивалента, и частицы).

§ 68. Исследования Франкенгейма[1] показали, что азотнокислое кали и азотнокислый натр тела изодиморфные, т. е.

[1] Frankenheim, Pogg. Ann., XL, 447.

являющиеся в двух формах (ромбической и ромбоэдрической систем), из которых каждая изоморфна соответствующей форме другого тела. Об изоморфизме этих солей потому нет никакого сомнения. А между тем их объемы вовсе не близки — 301.9 и 239.7.

Конечно, эти объемы определены в солях с неодинаковыми формами, а именно для азотнокислого натра в ромбоэдрической форме, а для азотнокислого кали в ромбической, но при диморфном изменении удельный объем изменяется очень мало, как мы это увидим вскоре, а потому удельные объемы солей в обеих формах, без сомнения, различаются довольно значительно друг от друга.

Впрочем, подобная значительная разность в величине удельных объемов весьма часто встречается в телах, обыкновенно приводимых как примеры изоморфных. Сравните для примера корунд, которого удельный объем равен 54.2, и железный блеск, которого объем есть 64.6.

Итак, есть подлинные случаи изоморфизма без близости удельных объемов, а потому кажется справедливым сделать заключение, что изоморфизм не есть следствие близости удельных объемов.

Но почему же столь часто встречаются случаи, заставившие видеть тесную связь изоморфизма с удельными объемами? Ответ ясно вытекает из закона, приведенного в этой главе (§ 65), — часто сходственные соединения имеют близкие объемы.

Действительно, мы называем изоморфными телами в строгом смысле только те, которые имеют множество сходственных признаков и между ними и форму. Потому изоморфные тела весьма часто при сходстве свойств имеют близкие удельные объемы.

Так, иридий и осмий, из приведенных нами выше металлов, при изоморфизме имеют и близкие объемы, потому что и их свойства в весьма многом сходственны.

Все это заставило нас сказать, что *близость кристаллических форм не всегда сопровождается близостью удельных объемов*, или что тела изоморфные и гомеоморфные имеют близкие объемы только тогда (и то не всегда), когда имеют сходственные свойства. Это следует из того, 1) что гомеоморфные тела не имеют близких удельных объемов; 2) что изоморфные тела также иногда не имеют их, и 3) что тела изоморфные имеют близкие удельные объемы только потому, что они сходственны (по составу и свойствам).

Копп старался объяснить изоморфизм, и особенно способность изоморфных тел замещать друг друга, неравенством объема их атомов. Мы видим из вышесказанного, что это предположение столько же мало основательно, как и предположение Мичерлиха о равенстве формы атомов тел изоморфных.

Нам притом кажется весьма странным усилие из формы и объема тела заключать о форме и объеме атомов, когда мы между ними предполагаем пустоту или эфирные атомы (§ 11).

§ 69. Перейдем теперь к сличению удельных объемов тел, имеющих одинаковый элементарный состав.

Различные случаи единства состава, при различии в свойствах, сопровождаются различными явлениями в отношении к удельным объемам. Диморфные видоизменения сопровождаются малым изменением свойств, формы и объемов. Действительно, диморфизм мало изменяет свойства, например растворимость, внешний вид, теплоемкость, точку плавления и другие свойства физические, а равно и химические. Исследования же Пастера[1] подтвердили мнение Лорана[2] о близости форм, или параморфизм тел диморфных. Так, например, в поясе, перпендикулярном к площадям призмы, у моноклиноэдрической серы $P_n = 135°9'$, $nn = 90°18'$ и $nP = 134°33'$, а в ромбической сере и также по определению Мичерлиха, $P_n = 135°4'$, $nn = 89°52'$ и $nP = 135°4'$. Сера, выкристаллизованная из раствора в безводном алкоголе, по определению Сен Клер Девилля,[3] имеет углы в том же поясе: $P_n = 135°$, $nn = 90°$ и $nP = 135°$. Лодрей[4] то же самое соотношение нашел в различных видоизменениях титановой кислоты, а исследования Пастера и Никкле еще более укрепили мнение о том, что при диморфном изменении форма весьма мало изменяется, точно так же, как и свойства. То же мы должны сказать и об удельных объемах.

Моноклиноэдрической серы уд. объем .	609
Ромбической серы	581
Известкового шпата	229.3
Арагонита	211.15

[1] Pasteur, Compt. rend., XXVI, 353; l'Institut, 1848, 94; Ann. d. Chim. et Phys. (3), XXIII, 267.

[2] Laurent, Compt. rend., XXVI, 632. — Laurent, Methode d. Chimie. Еще раньше Лорана Г. Кунфер (Pogg. Ann., 1824, II, 423) говорил о близости углов двух видоизменений серы и углекислой извести.

[3] Ch. S. C. Deville, Ann. d. Chim. et Phys. (3), XLVII, 94.

[4] Lodrey, Compt. rend., XXXIV, 56; l'Institut, 1852, 9.

Железный шпат	187.8
Юнкерит	190.3
Серный колчедан	74.5
Марказит (Speerkies)	79
Правая и левая виннокаменные кислоты	536

Но когда при изменении формы значительно изменяются и свойства, тогда и объемы значительно изменяются. Это особенно ясно над видоизменениями углерода.

Алмаз	21.16
Графит	35.7
Антрацит	47

Метамерные соединения имеют, как известно, множество весьма сходственных признаков и физических свойств. Некоторые из них имеют даже одинаковые формы, как видно из исследований Лорана, назвавшего это явление изоморфизмом. Но и их удельные объемы весьма близки между собою, что ясно видно из того, что удельный вес таких тел весьма близок. Копп предполагает, что подобные тела имеют совершенно одинаковые объемы при точке кипения. Мы видели уже (§ 51) примеры того, что метамерные видоизменения сопровождаются малым изменением объемов. Только при различии типического и металептического замещения наблюдается довольно значительная разность в объемах при сходстве состава.

Другие изомерные и тому подобные видоизменения в составе также влекут за собою малое изменение в объемах, особенно тем меньшее изменение, чем меньше изменились свойства тел.

Клетчатка	665
Крахмал	661
Синерод	375
Парациан	466

§ 70. Полимерные видоизменения представляют то же самое.

Это весьма замечательное явление можно видеть из следующих случаев:

Стироль C^8H^8	706.5	или	$CH = 88.3$
Бензин C^6H^6	566	»	$CH = 94.3$
Алдегид C^2H^4O	345	»	$C^2H^4O = 345$
Уксуснокисл. эфир $C^4H^8O^2$	611	»	$C^2H^4O = 306$

Водородопропионил C^3H^6O . .	459	или	$C^3H^6O = 459$
Муравьинокисл. амиль $C^5H^{12}O^2$.	825	»	» $= 413$
Ацетон C^3H^6O	444	»	$C^3H^6O = 444$
Маслянокисл. эфиль $C^6H^{12}O^2$ . .	809	»	» $= 405$
Водородобутиль C^4H^8O	549	»	$C^4H^8O = 549$
Каприлевая кислота $C^8H^{16}O^2$ . .	909	»	» $= 455$
Водородоэнантиль $C^7H^{14}O$ . . .	861	»	$C^7H^{14}O = 861$
Лаврокислый эфиль $C^{14}H^{28}O^2$.	1657	»	» $= 828$
Эфилебутиль $C^6H^{12}O$	916	»	$C^6H^{12}O = 916$
Лавровая кислота $C^{12}H^{24}O^2$ . .	1419	»	» $= 710$

Из наблюдения над приведенными телами видно: 1) Хотя полимерные тела в парообразном состоянии занимают равные объемы (т. е. имеют весьма неравный удельный вес пара, пропорциональный весу частицы), но в жидком состоянии имеют весьма неравные удельные объемы. 2) Удельные объемы полимерных тел увеличиваются почти пропорционально увеличению веса пая, потому представленные в одинаковых формулах, полимерные тела имеют близкие удельные объемы. По той же причине удельный вес полимерных тел в жидком состоянии почти одинаков. 3) Последнее тем более справедливо в отношении к данной паре полимерных тел, чем ближе их свойства между собою. 4) Если мы изобразим все полимерные тела равными формулами (например алдегид, паралдегид и металдегид C^2H^4O), то увидим, что соединения, имеющие низшую точку кипения и меньший удельный вес пара, имеют и меньший удельный вес в жидком состоянии, т. е. больший удельный объем, чем полимерные тела с высшею точкою кипения и с большим удельным весом пара. Так, алдегид имеет больший удельный объем, чем уксуснокислый эфиль, эфилебутиль больше, чем лавровая кислота. Но при точке кипения удельные объемы не становятся вполне одинаковыми, как требует правило Коппа.

Ацетон C^3H^6O имеет уд. объем	при	точке	кипения	485
Маслянокислый эфиль C^3H^6O	»	»	»	467
Алдегид C^2H^4O	»	»	»	348
Уксуснокислый эфиль C^2H^4O	»	»	»	336

§ 71. Чтобы видеть соотношение удельных объемов с составом и свойствами, сличим теперь ряд соединений различных тел с одними и теми же элементами. Сличим, например, соединения калия, натрия, магния, бария, меди и эфиля.

Соединения	Меди	Магния	Бария	Натрия	Калия	Эфиля
Безводная окись по формуле $^1/_2(R^2,O)$ [1]	40	35	93	70	111	319
Водная окись по формуле RHO	—	78	118	121	169	360
Углекислые соединения по формуле $^1/_2[R^2(CO), O^2]$ . . .	—	90	130	135	191	378
Хлористое соединение по формуле RCl	137	137	175	170	240	450
Сернокислое соединение по формуле $^1/_2[R^2(SO^2), O^2]$ . .	140	142	163	169	206	430
Азотнокислое соединение по формуле $R(NO^2)O$	—	—	288	240	302	511
Кислое сернокислое соединение по формуле $RH(SO^2), O^2$	—	—	—	274	359	598

Из этой таблицы можно видеть следующее:

1) Соединения магния и меди имеют меньший удельный объем, чем соответствующие соединения бария и стронция. Удельный объем этих последних всегда меньше удельного объема соединений калия, которые имеют, в свою очередь, удельный объем меньше объема соответствующих соединений эфиля.

2) Разность между удельными объемами соответствующих соединений калия и натрия не всегда постоянна. Для хлористых соединений она равна 240 — 170 = 70, для водных окисей 48, для окисей 41, для металлов 129, для азотнокислых солей 62, для сернокислых солей 37, для кислых сернокислых солей 85 и для углекислых 56. Точно так же изменчива и разность между соединениями эфиля и калия: 210, 291, 208, 209, 224, 239, 187 и между соединениями магния и калия: 103, 91, 76, 237, 64, 101 и между соединениями бария и эфиля: 275, 242, 226, 253, 267, 248.

Впрочем, иногда, как в последнем случае, разность объемов довольно приближенна, так что может быть при известной температуре и будет она одинаковою, но этого мы в настоящее время не можем подтвердить ни одним фактом. Отсутствие этой строгости в отношении удельных объемов соответствующих соединений различных тел показывает неточность закона равноостаточности, послужившего основанием теорий Шрёдера и Коппа о строении твердых

[1] Мы привели все формулы к такому виду, чтобы в них содержался один пай, или эквивалент, металла или радикала R. Потому для всех двуосновных тел мы взяли только половину удельных объемов.

и жидких тел по объемам, как мы уже и видели ранее (§§ 42, 46 и 51).

3) Неточность закона равноостаточности видна также из того, что разность между хлористым и кислородным соединениями одного и того же металла не всегда постоянна. Для меди 137 — 40 = 97, для магния 102, для бария 82, для натрия 100, для калия 129, для эфиля 121, для водорода 180 — 56 = 124, для ртути 159 — 62 = 97, для амиля 772 — — 618 = 154, для ацетиля 436 — 296 = 140, для свинца 150 — — 73 = 77, для закиси меди 147 — 78 = 69, для серебра 165 — 101 = 64.

Мы видели подтверждение того же самого (§ 46), когда сличали удельные объемы металлов и их окисей. То же самое видно из сравнения удельных объемов различных солей одних и тех же радикалов.

4) Но и здесь, как в отношении к соединениям различных металлов (см. 1) замечается известный порядок. Так, объем пая окиси (формула $RO^{1/2}$) всегда меньше объема пая (формула RH, O) водной окиси того же радикала. Объем пая водной окиси меньше объема пая [формула $R(CO)^{1/2}$, O] углекислой соли, который в свою очередь меньше объема пая хлористого соединения того же радикала. Это последнее имеет удельный объем, почти равный удельному объему эквивалента сернокислого соединения, который меньше удельных объемов эквивалентов азотнокислых и кислых сернокислых соединений. Порядок по величине объемов эквивалента:

Меньшие объемы

Окиси $RO^{1/2}$ или R^2O
Водная окись RH,O или $R^2H^2O^2$
Углекислая соль $R(CO)^{1/2}$, O или $R^2(CO)$, O^2
Хлористое соединение RCl или R^2Cl^2 и
Сернокислое соединение $R(SO^2)^{1/2}$, O или $R^2(SO^2)$, O^2
Азотнокислое соединение $R(NO^2)$, O или $R^2(NO^2)^2$, O^2
Кислое сернокислое соед. $RH(SO^2)$, O^2 или $R^2H^2(SO^2)^2O^4$

Бо́льшие объемы

Точно так же

Меньшие объемы

{Соединения меди и соединения магния} {Соединения бария и соединения натрия}
Соединения калия
Соединения эфиля

Бо́льшие объемы

Итак, в ряду тел есть несколько таких соединений, которые имеют всегда довольно близкие удельные объемы, иногда меньшие, иногда большие. Таковы соединения **хлора**

и сернокислые соединения одного и того же радикала [RCl и $^1/_2(R^2SO^4)$] или соединения натрия и бария с одинаковыми элементами (например BaHO и NaHO, BaCl и NaCl), соединения магния и меди. Постоянство подобных отношений нам кажется весьма важным, потому что дает вернейшее указание на то, в какой мере удельные объемы зависят от состава или от тех элементов, которые образуют тела.

5) Металлы как соединения радикалов между собою — RR — не подходят под это правило. Так, удельный объем пая меди (Cu = 22) меньше удельного объема окиси ($CuO^{1/2} = 40$), для магния (объем Mg = 44, а $MgO^{1/2} = 35$) и бария (объем Ba = 116 и $BaO^{1/2} = 93$), напротив, объем окиси меньше объема металла. Для натрия объем металла (152) не только больше объема окиси (70), но даже больше объема водной окиси (121) и углекислой соли (135), а объем калия (281) не только больше объемов окиси (111), водной окиси (169) и углекислой соли (191), но даже больше объема хлористого (240) и сернокислого (206) калия. Действительно, каждый металл есть соединение $nR + nR$, другой металл есть $nM + nM$. Мы не можем сличать их объемы, как не должны сличать объемы RCl и $MO^{1/2}$ или $R(NO^2)$, O и $MH(SO^2)$, O^2, ибо мы сравниваем соединения соответствующие, т. е. заключающие один или несколько тождественных элементов. Так, мы бы могли сличать удельные объемы сплавов избранных нами металлов с одним каким-либо, например с калием: CuK, MgK, BaK, NaK, KK и C^2H^5K. Но мы не знаем объема этих сплавов.

§ 72. Но мы знаем сплавы нескольких металлов. Посмотрим же, подчинены ли они тому же закону постепенности объемов, какой мы видели для рассмотренных выше тел:

Соединения	Cu	Zn	$Bi^{1/3}$	Hg	Sn	Pb
Меди Cu	44.7	—	67	—	69.6[1]	81.4
Цинка Zn	—	55.0	73	—	79.6	90.2
Висмута $Bi^{1/3}$	67?	73	90	91	95	102
Ртути Hg	—	—	91	91.9	95.6	107
Олова Sn	69.6	79.6	95	95.6	99.6	107.3
Свинца Pb	81.4	90.2	102	107	107.3	114.2

[1] Из формы таблицы легко видеть, какому соединению принадлежит данная числовая величина объема. Так, число 69.6 означает удельный объем сплава олова и меди по формуле SnCu. Число 44.7 есть удельный объем меди CuCu.

Отсюда видно, что порядок тел по величине объема паев сплавов есть следующий:

Меньший объем

Соединения меди Cu
» цинка Zn
» висмута $Bi^{1/3}$
» ртути Hg
» олова Sn
» свинца Pb

Бо́льший объем

Сравним же удельные объемы других соединений тех же металлов.

Соединения по формуле	Меди Cu	Цинка Zn	Висмута $Bi^{1/3}$	Ртути Hg	Свинца Pb
$RO^{1/2}$	40	45	59	61	73
$^1/_2 [R^2 (CO) O^2]$ . . .	—	88	—	—	129
RCl	137	—	—	159	150
$^1/_2 [R^2 (SO^2) O^2]$ . . .	140	145	—	143	151

§ 72[a]. Из этого мы можем сделать довольно общее и важное заключение: порядок, в каком располагаются тела по удельным объемам соединений одного ряда, тот же порядок сохраняется и для других соединений, если соответствующие соединения имеют не близкие удельные объемы.

Если же удельные объемы соответствующих соединений, например AB, BB, CB..., близки, то они будут такими же во всех случаях AX, BX, CX..., иногда большими, иногда меньшими. Назовем первый род соответствующих соединений ***разнообъемными*** в противоположность вторым, или телам ***близкообъемным***, каковы, например, соединения натрия и бария, меди и магния. Натровые и калиевые соединения, равно как кислородные и хлорные соединения, суть разнообъемные, а потому никогда удельный объем натрового и баритового соединения не будет больше удельного объема соответствующего соединения калия, или соединение меди не будет иметь удельный объем больший, чем соединение свинца. Если мы соединим в группы все близкообъемные соединения (например соединения Na и Ba) и если мы расположим эти группы по величине объемов соответствующих

соединений, то получим порядок, в каком находятся все тела по отношению к объемам, т. е. порядок разнообъемных соединений. Существование последних и постоянство отношения, в каком находятся все соединения разнообъемных радикалов, показывает весьма ясно зависимость удельных объемов от химического состава, а существование близкообъемных радикалов и изменчивость порядка в соответствующих соединениях показывает, что кроме химического состава и другие условия имеют влияние на величину удельных объемов, но что эти последние влияния обыкновенно гораздо слабее первого влияния. Какие причины оказывают существеннейшее влияние, мы постараемся указать впоследствии, а теперь предлагаем опыт порядка групп разнообъемных [тел] и несколько групп близкообъемных радикалов. Конечно, мы рассмотрим только обыкновеннейшие соединения, т. е. наиболее известные, не отделяя притом органических от неорганических.

§ 73. Больший удельный объем из сравниваемых нами соединений принадлежит соединениям амиля: $R = C^5H^{11}$.

Объем	R	R^2O	RCl	RHO	$R(NO^2), O$	$R^2(CO), O^2$
	1188	1235	772	673	836	1381

Ближе других к ним стоят бензоиловые соединения $R = C^7H^5O$. Это можно видеть из того, что объем:

RCl	RHO	R^2O
719	635	1161.6 [1]

Кроме того водородное соединение бензоила RH (масло горьких миндалей) имеет удельный объем (633) меньший, чем водородное соединение амиля (703).

Далее следует эфиль. Для его соединений $R = C^2H^5$.

R^2O	RCl	RHO	$R(NO^2), O$	$R^2(CO), O^2$
638	450	360	511	756

[1] Удельный объем безводной бензойной кислоты был определен мною. За доставление ее я считаю приятным долгом благодарить гг. Энгельгардта и Тютчева. Я произвел два определения удельного веса безводной бензойной кислоты. Оба были произведены с расплавленным телом при его охлаждении. Тогда оно долго не затвердевало, значит и для него точка плавления выше точки кристаллизации или отвердения. Определения были произведены по способу Реньо, именно в узкогорлых бутылочках. При первом определении (принимая за единицу удельный вес воды при 0°) удельный вес безводной бензойной кислоты получен равным 1.206 при 25.8°; при втором 1.227 при 27.2°. Отсюда удельный объём = 1412.5 : 1.216 = 1161.6 при 26.5°.

Что бензойнокислые соединения имеют больший удельный объем, чем эфилевые, можно видеть также из следующих фактов: коричневокислый эфиль $(C^2H^5)(C^9H^7O)$, O, $V = 1047$, или окись циннамиля и эфиля.

Коричневобензойная безводная кислота, или окись циннамиля и бензоиля (C^7H^5O) (C^9H^7O), O. $V = 1353$.

Эфир или окись эфиля и эфиля — (C^2H^5) (C^2H^5), O. $V = 638$.

Бензойный эфир, или окись бензоиля и эфиля $(C^2H^5)(C^7H^5O)$, O. $V = 887$.

Удельные объемы соединений ацетиля менее удельных объемов соответствующих соединений эфиля. Для них $R = C^2H^3O$.

R^2O	RCl	RHO
592	436	353

Кроме того:

Окись ацетиля и ацетиля (C^2H^3O) (C^2H^3O), O. $V = 592$
Окись ацетиля и эфиля (C^2H^5) (C^2H^3O), O. $V = 611$
Окись ацетиля и тетриля (C^4H^9) (C^2H^3O), O. $V = 819$
Окись эфиля и тетриля (C^2H^5) (C^4H^9), O. $V = 849$

Удельный объем соединений радикала азотнокислых солей (NO^2) меньше объема соответствующих соединений ацетиля. $R = NO^2$. Для этого радикала R^2 есть тело гипотетическое, полимерное азотноватой кислоте. Действительно, азотноватая кислота имеет двуобъемную частицу NO^2 по аналогии с хлором, водородом, эфилем и другими одноосновными радикалами — радикал азотнокислых солей должен в отдельном состоянии иметь двуобъемную частицу $R^2 = N^2O^4$.

Но по предыдущему параграфу мы можем полагать, что удельный вес N^2O^4 будет близок к удельному весу NO^2, а потому можем знать удельный объем R^2. Для рассматриваемого радикала RHO будет азотная кислота; RCl — соединение, полученное из царской водки; $R(NO^2)$, O безводная азотная кислота, $(C^2H^5)R$, O азотнокислый эфиль и т. д.

R^2	R^2O	RHO	$(C^2H^5)R$, O	$(C^5H^{11})R$, O
около 380	около 410	259	511	836

Все это показывает ясно, что удельный объем соединений NO^2 меньше удельных объемов соответствующих соединений ацетиля, а следовательно и эфиля.

Затем следуют соединения хлора $R = Cl$:

R^2	RCl
334	334

Что удельный объем соединений хлора меньше удельных объемов соответствующих соединений эфиля и ацетиля, видно не только из величины хлористых соединений, но также из сравнений следующих тел:

Эфилеацетиль (C^2H^5) (C^2H^3O) должен иметь объем, близкий к объему изомерного ему

Водородобутириля, т. е.	$V = 549$
Хлористый эфиль (C^2H^5), Cl	$V = 450$
Эфилеамиль (C^2H^5) (C^5H^{11})	$V = 884$
Хлористый амиль (C^5H^{11}) Cl	$V = 772$

А что соединения хлора меньше соответствующих соединений азотнокислых солей, — об этом можно судить из следующих примеров: (C^2H^5)NO^2 (азотистокислый эфиль) имеет объем 469; (C^2H^5)Cl = 450; (C^5H^{11})NO^2 = 819, а (C^5H^{11})Cl = 772, $C(NO^2)Cl^2(NO^2)$ (соединение, соответствующее хлористому метилю) = 649, а $C(NO^2)Cl^2Cl$ = 618. То же можно видеть из сравнения объемов радикалов обоих родов.

Соединения брома и иода близкообъемны с соединениями хлора, и, обыкновенно, иодистые соединения имеют несколько больший объем, чем хлористые.

Соединения	R^2	KR	PbR	$(C^2H^3)R$	Si^2R^4	Sb^2R^1	AgR
Cl	334	240	150	450	703	530	165
Br	310	286	170	464	753	604	182
J	321	337	233	497	—	—	264

Соединения синерода принадлежат также к этой группе ибо всегда имеют объем, близкий к объему соответствующих соединений хлора:

$Cy^2 = 375$	$HCy = 239$	$C^5H^{11}Cy = 752$	$C^2H^5Cy = 436$
$Cl^2 = 334$	$HCl = 180$	$C^5H^{11}Cl = 772$	$C^2H^5Cl = 450$

Фтористые соединения, напротив того, почти не принадлежат по величине объемов к хлорной группе, потому что представляют всегда меньший объем:

$HCl = 180$	$CaCl = 156$	$AsCl^3 = 516$
$HF = 117$	$CaF = 76.4$	$AsF^3 = 301$

Потому-то объем и самого фтора, вероятно, гораздо меньше объема хлора. Так как объем фтористых соедине-

ний почти постоянно около на 70 менее объема соответствующих соединений хлора, то, вероятно, объем фтора в свободном состоянии менее объема хлора в свободном состоянии (R^2) на 2×70, т. е. на 140, или равен $334 - 140 = 194$, т. е. почти 200. Вычисляя по этому объему и весу пая фтора его удельный вес, получим $\Delta = \frac{236}{200} = 1.18$, т. е. удельный вес фтора (в жидком состоянии) при обыкновенной температуре будет, по нашему мнению, близок к 1.18.

Соединения радикала сернокислых солей имеют объемы меньшие, чем соответствующие соединения хлора.[1] В соответствие другим соединениям изобразим этот радикал как одноосновный. $R = {}^1/_2(SO^2) = S^{1/2}O$. Тогда R^2 будет сернистая кислота, RCl хлористый сульфиль (хлоросерная кислота) ${}^1/_2(SO^2, Cl^2)$; $(C^2H^5)R, O$ будет сернокислый эфиль, RH, O серная кислота, R^2O безводная серная кислота и т. д.

R^2	RCl	R^2O	RHO
276	255	259	166

Первые два числа показывают, что соединения ${}^1/_2(SO^2)$ имеют меньший объем, чем соответствующие соединения хлора, а два последние, что соединения ${}^1/_2(SO^2)$ имеют объем значительно меньший, чем объем соответствующих соединений эфиля и ацетиля. Соединения рассматриваемого радикала имеют объем гораздо меньший, чем объем соответствующих соединений (NO^2), радикала азотнокислых солей, что можно видеть из примеров:

Соединения, где $R = {}^1/_2(SO^2)$

R^2	RHO	$(C^2H^5)R, O$	KR, O	BaR, O	AgR, O
276	166	430	206	163	182

Соединения, где $R = NO^2$

R^2	RHO	$(C^2H^5)R, O$	KR, O	BaR, O	AgR, O
380	259	511	302	258	244

Соединения калия все близкообъемны с соответствующими соединениями радикала ${}^1/_2SO^2$), заключающегося в сернокислых соединениях.

[1] Мы говорили ранее (за 2 параграфа тому назад), что сернокислые соединения близкообъемны с хлорными соединениями, т. е. например R^2Cl^2 и $R^2(SO^2)O^2$, но теперь мы говорим о соединениях радикала (SO^2), сравниваемых с соединениями радикала Cl, например сравниваем Cl, Cl с $(SO^2)^{1/2}Cl$.

R = K		
RCl	R^2O	RHO
240	221	169

По той же причине объем окиси калия KK, O (221) близок к объему сернокислого кали $K(SO^2)^{1/2}$, O (206). Мы еще ранее видели, что соединения калия имеют объем гораздо меньший, чем объем соответствующих соединений эфиля. Все это утверждает наше мнение о месте, занимаемом калием в ряду радикалов, расположенных по объемам; объем самого металла $R^2 = (561)$ значительно больше объема радикала сернокислых соединений (276) и даже радикалов хлористых (334), иодистых (321) и азотнокислых (380) соединений, но, вероятно, меньше объема эфиля C^2H^5, C^2H^5 и ацетиля C^2H^3O, C^2H^3O в жидком состоянии. Это различие объема весьма согласно с большим различием свойств всех предшествовавших радикалов и калия, и здесь мы должны, может быть, видеть пример строгого согласования свойств и объемов.

Соединения, заключающие двуосновный радикал, находящийся в жидкости голландских химиков ($R^2 = C^2H^4$), также принадлежат к этой группе, т. е. они близкообъемны с соответствующими соединениями калия и радикала сернокислых солей $R = {}^1/_2(C^2H^4) = CH^2$.

	Соответствующее соединение		
	CH^2	K	$^1/_2SO^2$
R^2, для этого радикала, судя по аналогии с другими органическими соединениями, будет иметь объем около	275	561	276
RCl, или $^1/_2$ (R^2Cl^2), т. е. жидкость голландских химиков	245	240	255
R^2O метамерна, а потому и близкообъемна с альдегидом, уксуснокислым эфилем и масляною кислотою, которых объем около	310	221	259

Соединения аммония, соответствующие соединениям трех предыдущих близкообъемных радикалов, имеют объем близкий или немного меньший, чем они, что видно из следующего:

	RCl	$R(SO^2)^1/_2O$	Квасцы	$(RMg)(SO^2)O^2+3H^2O$
Соединения аммония $R=NH^4$	218	239	871	658
Соединения калия $R=K$	240	206	855	610
$R=1/2(SO^2)$ . . .	255	259	—	—

Итак, K, $^1/_2(SO^2)$; $CH^2=^1/_2(C^2H^4)$ и NH^4 суть близкообъемные радикалы и образуют одну группу.

Другую подобную же группу образуют следующие радикалы: натрий Na, водород H, барий Ba. Действительно, соответствующие соединения бария и натрия, как мы видели ранее, имеют довольно близкие объемы и всегда меньше, чем объемы соединений калия. Водородные соединения относятся сюда же, что можно видеть из следующего:

	RCl	R^2O	RHO	$R^2(SO^2)O^2$	$R(NO^2)O$
R = H	180	113	113	331	259
R = Na	170	139	121	337	240
R = Ba	175	186	118	326	258

Соединения стронция, кальция, серебра, свинца и ртути имеют обыкновенно близкий объем, как между собою, так и в отношении к соединениям предыдущей группы, так что могут составить с ней одну группу близких объемных радикалов:

	RCl	R^2O	$R^2(SO^2)O^2$	R^2S	$R^2(CO)O^2$	$R(NO^2)O$	R^2
R = Na	170	139	337	198	270		304
R = Sr	172	152(?)	301	—	254	240	215
R = Ca	156	110	288	—	229	231	158
R = Ag	165	202	363	214	285	229	128
R = Pb	150	146	302	198	259	244	114
R = Hg	159	121	286	180	—	231	92
						—	

Хотя соединения всех вышеназванных радикалов близкообъемны, но сами металлы (R^2) имеют довольно различные удельные объемы. Причину этому мы должны, кажется нам, искать в различии свойств самих металлов, подобно тому, как мы это заметили в отношении к калию.

Особую группу близкообъемных радикалов составляют медь Cu, магний Mg, кобальт Co, никкель Ni, железо Fe, марганец Mn и др.

Мы видели в самом начале, что объем соответствующих соединений магния и меди меньше объема соединений бария и натрия, теперь покажем близкообъемность соединений исчисленных радикалов между собою.

	R^2	R^2O	RCl	$R^2(SO^3)O^2$	R^2S
R = Mg	88	68.5	137	283	—
R = Mn	48.0	87.5	—	—	136
R = Cu	44.7	79.7	137	280	130
R = Fe	44.6	около 70	—	318	109
R = Co	42.7	около 70	138	274	—
R = Ni	42.4	73.9	—	—	106

Цинк составляет переход между предыдущею (группа натрия) и только что описанною (группа магния) группою.

	R^2	R^2O	R^2S	$R^2(SO^3)O^2$
R = Pb	114	146	198	302
R = Zn	55	90	152	289
R = Cu	45	80	130	280

Между группою, содержащею магний, и следующими затем группами (с меньшим объемом) переходный член составляют соединения, соответствующие окиси железа:

	R^2	R^2O	R^2S
R = Cu	44.7	79.7	130
R = fe*	29.7	64.6	102
R = co	28.5	63.2	—
R = cr	31.2	61	—
R = ni	28.3	71.2	—
R = mn	30.9	71.8	—
R = al	44.1	54.2	—

* Обозначение одних и тех же элементов заглавными и прописными буквами отвечает разным валентностям элемента. *[Прим. ред.]*.

Следующую группу близкообъемных тел образуют радикалы титан $Ti^{1/2}$, кремний $Si^{1/2}$.

Сравним объемы соответствующих соединений этих радикалов между собою и с соединениями предыдущих групп.

	R^2	R^2O	RCl
R = Na	304	139	170
R = Cu	45	80	130
R = al	44	54	?
$R = Si^{1/2}$	36	72	176
$R = Ti^{1/2}$	29	60	170

Отсюда видим, что титан и кремний образуют близкообъемную группу с глинием, но что хлористые соединения этих радикалов, столь отличные от хлористых соединений натрия, меди и др., не подходят в ряд с последними. В этом можно видеть новый пример значительного изменения объемов с изменением свойств.

§ 74. Из предыдущего, нам кажется, необходимо вытекает то, что мы сказали ранее: *величина удельного объема постепенно изменяется с изменением состава или с замещением и с изменением свойств.* Заменяя R в RHO, R^2O, RXO, RCl и другие постепенно — амилем, эфилем, хлором, магнием, кремнием, — мы будем получать тела все меньшего удельного объема.

Но как велико это изменение? Несомненно, что изменение состава всегда оказывает главнейшее влияние, оттого и можно расположить все радикалы, судя по величине удельных объемов соответствующих их соединений. Вот некоторые члены этого ряда:

	Пай радикала	Объем R^2	Объем R^2O	Объем RCl	Объем RHO
C^5H^{11}	444	1180	1235	772	673
C^2H^5	181	—	638	450	360
NO^2	287	380	410	?	259
Cl	222	334	?	334	?
$^1/_2$ SO^2. Сюда также соединения K (кроме K^2), CH^2 и NH^4.	200	276	259	255	166

Продолжение

	Пай радикала	Объем R^2	Объем R^2O	Объем RCl	Объем RHO
Na. Сюда также соединения (кроме R^2) Ba, H, Sr, Ca, Ag, Pb, Hg	145	304	139	170	121
Mg. Сюда также соединения Mn, Cu, Fe, Co, Ni, fe, ni, mn и др.	76	88	68	137	78

§ 75. Когда мы имеем два таких радикала, которых соответствующие соединения сходственны (например гомологи или аналоги) и притом разнообъемны, то над ними часто *почти* подтверждается закон равноостаточности, найденный Шрöдером и Коппом. Но это не есть общее правило.

Возьмем несколько примеров из ряда неорганических и органических соединений. Калий и натрий придают большей части соединений близкие свойства. Посмотрим же теперь, насколько изменяется объем соединения при замещении пая натрия паем калия.

В металлах разность объемов $K^2 - Na^2 = 256.7$, т. е. разность от замещения одного пая = 128. Для окисей 41; для хлористых соединений 70; для водных окисей 48; для углекислых солей 56; для кислых углекислых солей 32; для сернокислых 39; для кислых сернокислых солей 43; для азотнокислых солей 62; для сернистых солей 63. Мы видим, что величина изменения не постоянна: потому закон равноостаточности не точен до такой степени, чтоб можно было на основании его находить удельные объемы a priori, судя по одному только составу. Проследивши другие примеры, мы увидим много раз подтверждение этого положения.

Соединения магния и калия имеют в величине объемов (для одного пая металлов) разность: в металлах 236, в окислах 76, в хлористых соединениях 103, в сернокислых солях 65, в углекислых солях 102. Точно так же разность между соответствующими соединениями свинца и серебра, железа и цинка и других непостоянна до некоторой степени, как неодинаковы и свойства соответствующих их соединений.

Когда для двух радикалов свойства некоторых соответствующих соединений значительно разнятся, то хотя бы для других соответствующих соединений и была известна

постепенность (хотя и не равноостаточность) в объемах, для этих сходных соединений объемы обыкновенно значительно разнятся и даже весьма часто не подчинены тому порядку, в каком располагаются все другие соответствующие соединения, судя по их объемам. Так, хотя соединения калия (K) близкообъемны с соединениями радикала ($^1/_2$ SO^2) сернокислых соединений, но калий (K^2) не близкообъемен с сернистою кислотою [$SO^2 = 2(^1/_2\ SO^2)$]. Действительно, все соединения калия отличаются в равной мере от соединений $^1/_2$ SO^2, одни — представители оснований, другие — кислот, но между ними все же таки много сходственного. Сравните серную кислоту и едкое кали, окись калия и безводную серную кислоту, безводную серную кислоту и сернокислое кали и т. д.

Но между сернистою кислотою и калием вовсе не существует ни той степени сходства, ни той меры различия, какие заметны для других соединений.

Точно так же кремний и натрий в свободном состоянии и в виде окисей имеют некоторое сходство и в обоих случаях они разнообъемны, вроде того как разнообъемны соединения магния и калия. Но хлористый кремний резко отличается по свойствам от хлористого натрия и вместе с тем объемы обоих соединений относятся вовсе не так, как объемы других соответствующих соединений. Те были разнообъемные, (именно) соединения натрия имели объем, значительно превышающий объем соответствующих соединений кремния, а хлористые соединения близкообъемны. Посмотрите теперь на объем соответствующих соединений кремния и титана, на соединения, столь сходственные во многих отношениях. Все соответствующие и сходственные соединения кремния имеют несколько больший объем, чем соединения титана. Между кремнием и титаном то же отношение, какое мы видели между калием и натрием.

§ 76. Все сказанное о влиянии свойств показывает еще раз невозможность по одному составу судить о свойствах, или неприменимость и неточность закона равноостаточности. То же самое можно видеть и из рассмотрения объемов органических соединений. Эти последние гораздо менее разнообразятся по свойствам, и, обыкновенно, свойства их находятся в тесной и легко наблюдаемой связи с составом.

Оттого-то, судя по составу, можно приближенно определить точку кипения органических соединений, чего мы не можем сделать в отношении к неорганическим соединениям,

как сознается сам Копп.[1] Отсутствие этого разнообразия в изменении свойств с изменением состава (с замещением) производит то, что закон равноостаточности во многих случаях применим к органическим соединениям, как мы то видели прежде (§ 51).

Но ничто не дает нам права думать, что одинаковая разность в составе, при какой-либо температуре, определяет *совершенно* одинаковую разность в объемах. Мы видели, что прямое следствие этого положения есть то, что каждый элемент имеет в соединениях постоянный, всюду одинаковый, объем. Мы видели, что это не оправдывается строгими данными, а a priori принять этого мы никак не можем. Постараемся привести еще нечто в защиту нашего мнения о том, что 1) по одному составу нельзя заключать об объеме органических тел, 2) что объем какого-либо элемента в различных соединениях различен и 3) что разнообразие это весьма велико.

Для лучшего сообразования с существующими до сих пор исследованиями мы берем все объемы (в следующем параграфе) при точке кипения.

Приведем, кстати, те цифры, какие Копп дает для объемов элементов при точке кипения.

Кислород $V = 48.7$, когда он вне радикала или в типе HH_2O; 76.3, когда кислород заключен в радикале.

Водород 34.3, углерод 68.7. Хлор 142.5, бром 173.75. Сера вне радикала или в типе HH_2S 141.25, а в радикале 178.75. Азот 14.375, синерод 175.0. Радикал NO^2 206.25.[2]

Прежде всего заметим, что сам Копп признает, что объем кислорода, серы и азота различен, смотря по месту, занимаемому ими. Но что может указать нам на то — вне радикала (в типе) или внутри его заключен кислород? Понятие о радикале есть без сомнения только прием или наш способ изъяснения реакций, как превосходно выразился об этом Жерар в своей последней части органической химии.[3]

Исследуя точнее (и выражаясь по способу Коппа), мы увидим, что объем простых элементов многоразличен в различных телах, потому что известный элемент придает телу не всегда вполне одинаковые свойства. Мы можем видеть, что в различных телах объем элементов (при точке кипе-

---

[1] Kopp, Ann. d. Chim. et Phys., 1856, XLVII, 164.

[2] Последние числа дает Копп в своем последнем исследовании об удельных объемах азота. Lieb. Ann., 1856, C, 19.

[3] Gerhardt, Traité de Chimie organique, IV, 566. (Жерар умер 19 августа 1856 г.).

ния, а тем болеее и при обыкновенной температуре) не одинаков уже из того, что числа, данные Коппом, вполне удовлетворяя одним телам, недостаточны для других. Так:

	Удельный объем при точке кипения		Разность
	вычисленный по числам Коппа	наблюденный по выводам Коппа	
Вода	117.4	117.37	0.0
Алкооль	391.9	388.3	+ 3.6
Эфир	667.0	663.7	+ 4.3
Алдегид	351.1	348	+ 3.1
Горькоминдальное масло	763.0	740	+23.0
Жидкость голландских химиков	559.8	538	+21.8
Хлористый хлорометиль	422.4	409.1	+19.3
Хлористый амиль	863.6	851	+12.6
Муравьинокислый метиль . . .	399.8	397	+ 2.8
Валерьяновокислый метиль . . .	949.4	932	+17.4
Щавелевокислый метиль	730.9	727	+ 3.9
Щавелевокислый эфиль	1005.7	1044	—38.3
Бензойнокислый амиль	1498.6	1548	—49.4

Объем элементов, вычисленный по объему различных соединений, не одинаков. Для показания этого мы употребляли следующий способ.

Для тела $C^nH^mO^p$, по правилу Коппа, объем равен $nX+mY+pZ=A$, где X есть объем углерода, Y — объем водорода и Z — кислорода (или хлора). Для определения X, Y и Z должно взять три тела и три уравнения, в которых A есть величина известная.

Положим, дано три тела:

$C^{n_0}C^{m_0}O^{p_0}$, объем его A,
$C^{n_1}H^{m_1}O^{p_1}$, » « B,
$C^{n_2}H^{m_2}O^{p_2}$, » « C.

Имеем три уравнения

$$n_0X+m_0Y+p_0Z=A,$$
$$n_1X+m_1Y+p_1Z=B,$$
$$n_2X+m_2Y+p_2Z=C.$$

Решая три уравнения с тремя неизвестными, получим

$$X=\frac{A[m_1p_2-m_2p_1]+B[m_2p_0-m_0p_2]+C[m_0p_1-m_1p_0]}{n_0m_1p_2-n_0m_2p_1+n_1m_2p_0-n_1m_0p_2+n_2m_0p_1-n_2m_1p_0};$$

$$Y = \frac{A[n_1p_2 - n_2p_1] + B[n_2p_0 - n_0p_2] + C[n_0p_1 - n_1p_0]}{n_0m_2p_1 - n_0m_1p_2 + n_1m_0p_2 - n_1m_2p_0 + n_2m_1p_0 - n_2m_0p_1};$$

$$Z = \frac{A[n_2m_1 - n_1m_2] + B[n_0m_2 - n_2m_0] + C[n_1m_0 - n_0m_1]}{n_0m_2p_1 - n_0m_1p_2 + n_1m_0p_2 - n_1m_2p_0 + n_2m_1p_0 - n_2m_0p_1}.$$

На этом основании из объема трех соединений углерода, водорода и кислорода можно найти объем каждого из элементов. Сделаем же несколько определений, но станем каждый раз брать только те тела, в которых кислород занимает соответствующие места вне или внутри радикала (придерживаясь тех мнений, какими руководствовался Копп).

Зная, что объем алкооля C^2H^6O при точке кипения есть $A = 388.3$, объем воды H^2O есть $B = 117.37$ и объем феноля или феналкооля C^6H^6O есть $C = 649$, находим, что X, или объем углерода, есть 65.2, Y, или объем водорода, — 35.1 и Z, или объем кислорода, — 47.1.

Таким образом, мы нашли объем нескольких тел и расположили это в таблице.

	для алкооля и феналкооля	Для цимена и нафталина	Для альдегида, горькоминдального масла и ацетона	Для ацетона, кумиколя и валераля	Для коричневокислого эфиля, бензойнокислого эфиля и валериановокислого амиля
Даны:					
Удельный объем первого тела A	388.3	1153	348	485	1321
Удельный объем второго тела B	117.37	932	740	1183	1087
Удельный объем третьего [тела] C .	649	—	485	743	1526
Вычисляются:					
Удельный объем углерода X	65.2	—	63.7	77.7	81.2
Удельный объем водорода Y	35.1	36.8	36.7	25.6	35.8
Удельный объем кислорода *вне радикала*	47.1	—	—	—	0.89
Удельный объем кислорода *в радикале*	—	—	73.8	98.0	

Точно так же для ряда хлористых соединений имеем

	Для хлороформа, жидкости голландских химиков и двухлороэфилена	Для хлороэфилена, хлористого эфиля и двухлористого трихлороэфилена	Для хлористого амиля двухлористого хлороэфилена и нафталина	Для хлороэфилена, жидкости голландских химиков и четыреххлористого углерода	Для хлористого хлорометиля, хлористого амиля и жидкости голландских химиков	Числа Коппа
A	532	721	851	721	403	—
B	538	456	664	538	851	—
C	499	894	932	660	538	—
X	89.0	78.0	65.55	61.0	51.0	68.7
y	19.5	31.75	34.56	29.1	42.0	34.3
Z	141.2	141.25	143.09	149.75	134.0	142.5
Объем хлора						

Итак несомненно, что объем одного элемента, например углерода (*X*), в различных соединениях различается настолько же, насколько различается объем кислорода в различных соединениях. Словом — объем каждого элемента имеет различные величины, судя по вычислениям, веденным в том предположении, что объем сложного тела равен сумме объемов простых тел, его образующих.

Прибавим ко всему еще то, что рассмотрение объемов неорганических соединений ясно опровергает зависимость объема от одного состава. А мы едва ли можем предполагать, чтоб органические и неорганические соединения были бы подчинены различным законам строения объемов. Напротив того, все нам хорошо известные факты подтверждают мнение о том, что главные законы строения по объемам всех химических соединений совершенно одни и те же. Притом найденный объем элементов не согласуется в большей части случаев с объемом элемента в отдельном состоянии. Так, Копп нашел объем углерода (при точке кипения) = 68.7, а между тем объем алмаза = 21.16, графита 35.7 и антрацита = 47. Объем пая хлора в соединениях (при точке кипения) по Коппу = 142.5, а в свободном состоянии 167. Объем пая брали в соединениях при точке кипения = 173.75, а в свободном состоянии при точке кипения = 162.6.

Далее заметим и то, что в некоторых случаях Копп принужден отыскивать объем сложного радикала (например

CN, NO^2, SO^4), а в других объем простого элемента (например C, Cl, H, O, K), тогда как эти элементы образуют сложные радикалы.

Так был определен объем синерода, а эфиль, амиль, CO и другие были определены по элементам. Объем синерода в соединениях[1] получился близким к объему синерода в свободном состоянии, и потому Копп полагает, что объем азота в свободном состоянии будет равен объему того же элемента в соединениях. На основании этого Копп вычисляет удельный вес азота в свободном состоянии, $\frac{87.5}{14.375}=6.08$, т. е. по удельному весу азот принадлежит к металлам. При этом забыто было, во-первых, то, что по исследованиям же самого Коппа очевидно, что не всегда объем тела в соединении равен объему его в свободном состоянии, а, во-вторых, то, что по указанию того же исследователя объем азота в различных соединениях имеет различную величину. Действительно, по объему соединений, например хлористого фосфора или мышьяка или хлористого калия, и по объему хлора в соединениях нет возможности узнать объем фосфора, мышьяка, калия.

Высказывая вновь (§ 51) замечания наши об исследованиях и мнениях Коппа, мы имели единственною целью ограничить (но не уничтожить) понятие о зависимости объемов от состава. Сам Копп в последнее время и в органических соединениях стал признавать невозможность с точностью судить об объеме по одному составу. Над органическими соединениями, как и над неорганическими, тяготеет главный закон того согласования, какое указано Коппом и Шрöдером. Если б эти законы были единственными, тогда бы по составу можно было с точностью определить объем. Но они видоизменяются другими законами, по которым объемы изменяются с изменениями свойств. Единовременное влияние обоих законов определяет изменение объемов.

§ 77. Сравнение объемов сходственных соединений показало, как мы видели в начале этой главы (§ 65), что для них при увеличении пая увеличивается и объем. Вот одно из средств узнать сходство двух радикалов или тел. Сравните, например, все соединения натрия и калия и вы увидите, что первые имеют меньший пай и меньший объем, чем соответствующие соединения калия. То же должно

[1] Kopp, Lieb. Ann. d. Chem. u. d. Pharm., 1856.

заметить об соответствующих соединениях хлора и (NO^2)—радикала азотнокислых соединений, эфиля и амиля, водорода и метиля относительно свинца, цинка и меди, и др.

Для некоторых сходственных тел это согласование объема с величиною пая простирается до того, что объем изменяется почти пропорционально изменению пая:

$$V : V' = n : n'$$

или

$$\frac{n}{\Delta} : \frac{n'}{\Delta'} = n : n',$$

т. е. для них ($\Delta = \Delta'$) удельный вес почти одинаков. Для примера укажем на соединения, соответствующие обыкновенному алдегиду:

	Удельный вес
алдегида	0.796
водородопропионила	0.79
водородобутироля	0.82
водородовалераля	0.82
водородокаприля	0.818
водородорутиля	0.837

Также для алкоолей:

	Удельный вес
метильалкооля	0.804
эфильалкооля	0.799
тетрильалкооля	0.803
амильалкооля	0.817
гексильалкооля	0.833
октильалкооля	0.83

Удельный вес соответствующих соединений натрия всегда почти немного больше удельного веса соответствующих соединений калия, хотя в объемах замечается противоположное отношение (они значительно различаются, и объемы калистых соединений больше натристых).

VI. Изменение удельных объемов при химических реакциях[1]

§ 78. Первым залогом всех успехов современной химии было доказательство того, что при всех химических реак-

[1] Большая часть изложенного в этой главе передана в заседании 29 января/10 февраля 1858 г. С.-Петербургской Академии Наук и напечатана в Bullet. d. class. Phys. Math. u. Melanges phys. et chim., III, 1020.*

* См. «О связи некоторых физических свойств тел с их химическими реакциями». (Д. И. Менделеев, Соч., т. I, 1937, стр. 325—347). [*Прим. ред.*]

циях сумма веса действующих тел (A) равна сумме веса (B) происходящих: $A = B$.

Не то нашли в отношении к объемам. В весьма многих случаях нашли, что сумма объемов действующих тел больше суммы объемов происходящих. Например, 2 объема водорода и 1 объем кислорода образуют 2 объема водяных паров; 167 объемов жидкого хлора (Cl) и 280 объемов калия (K) дают 240 объемов хлористого калия (KCl). В первом случае сумма объемов, действующих $W = 3$, а происходящих тел $V = 2$, во втором примере $W = 167 + 280 = 447$, а $V = 240$, т. е. в обоих случаях $W > V$.

В этой главе мы постараемся рассмотреть главнейшие случаи различных отношений между V и W, т. е. между суммами объемов тел происходящих и действующих.

Само собою разумеется, что может быть только три главных случая в отношении между V и W:

$W > V$, т. е. объем действующих больше объема происходящих, $W = V$, т. е. объем действующих равен объему происходящих и $W < V$, т. е. объем действующих меньше объема происходящих.

Прежде чем перейти к исследованию, заметим, что станем рассматривать только крупные, ясные отношения между объемами W и V, не будем (ибо до сих пор, к несчастью, не имеем и возможности) обращать внимание на небольшие различия. Так, например, мы относим реакцию к второму случаю ($W = V$), когда $W = 1.997 + 1.983 = 3.980$ и $V = 2 \times 1.98 = 3.96$ (при действии хлора на водород и при образовании хлористого водорода), ибо разность между W и V мала сравнительно 1) с $^1/_2$ ($W + V$) и 2) с разностью между W и V в множестве других случаев. Причина, по которой мы поступаем таким образом, столь очевидна, особенно в отношении к объемам газов, что нет нужды останавливаться на ее изъяснении.

Заметим далее, что с давних пор существует деление всех реакций на *соединение* (Zusammensetzung, composition, присоединение, сложение), *замещение* (Substitution oder doppelte Zersetzung, Substitution) *и разложение* (Zersetzung, décomposition), но до сих пор в науке не установилось строгое различие между этими тремя реакциями. В некоторых отдельных случаях нет вопроса о роде данной реакции. Так, например, при образовании трихлороуксусной кислоты и хлористого водорода из уксусной кислоты и хлора

$$C^2H^4O^2 + 3Cl^2 = C^2HCl^3O^2 + 3HCl,$$

по общему мнению, происходит замещение. Но в большей части случаев суждения о роде реакции весьма разноречивы. Жерар, так много содействовавший развитию точных понятий в современной химии и распространивший с таким успехом понятие о замещениях, пошел, по моему мнению, слишком далеко, он во всех реакциях видит замещения (double décomposition).[1] Несомненно, впрочем, что изучение этого рода реакций и привело его к большей части выводов, но тем не менее нельзя согласиться с тем, что это единственный род реакций. Так, например, Жерар[2] считает реакцию образования хлористого эфилена (жидкости голландских химиков) из эфилена и хлора замещением. Он говорит, что это есть: «...истинное двойное разложение, отличающееся только тем, что при нем образовавшаяся хлористоводородная кислота не становится свободною».

$$C^2H^4 + Cl^2 = \frac{C^2H^3Cl}{HCl}.$$

Но ведь все-таки есть здесь прямое присовокупление образовавшейся HCl к C^2H^3Cl, т. е. есть реакция, которую каждый назовет соединением; следовательно, в этой реакции, понимая ее как Жерар, есть две фазы. Сперва происходит *двойное разложение*

$$C^2H^4 + Cl^2 = C^2H^3Cl + HCl,$$

потом продукты двойного разложения в момент отделения *соединяются*:

$$C^2H^3Cl + HCl = C^2H^4Cl^2.$$

Подобное объяснение есть необходимое следствие из слов Жерара. Итак, в этом случае нельзя отвергнуть реакции соединения. А если так, то гораздо естественнее изображать и считать не две реакции, а одну — прямое соединение

$$C^2H^4 + Cl^2 = C^2H^4Cl^2.$$

§ 79. Вникая в господствующие ныне убеждения, легко сделать определение трех вышеназванных реакций:

Соединение есть такая реакция, при которой из двух частиц происходит одна, или вообще *из данного числа частиц происходит меньшее число частиц*. Это не значит,

[1] Gerhardt. Traité de Chimie organique, IV, 570.
[2] Loc. cit., 573.

что при соединении непременно должно участвовать два тела — это значит только, что должны участвовать не менее двух частиц тел. Например, когда из алдегида C^2H^4O происходит паралдегид $C^6H^{12}O^3$, то действуют *три* частицы алдегида, а происходит одна частица *паралдегида.*

$$C^2H^4O + C^2H^4O + C^2H^4O = C^6H^{12}O^3.$$

Вот еще несколько примеров соединений:

$$C^2H^4 + Cl^2 = C^2H^4Cl^2$$

$$H^2 + H^2 + O^2 = H^2O + H^2O$$

$$Hg^2 + Cl^2 = Hg^2Cl^2$$

$$C^3H^5Br + Br^2 = C^3H^5Br^3$$

$$C^4H^6O^3 + C^2H^4O = C^6H^{10}O^4$$

безводн. укс. кисл. — алдегид — уксуснокисл. алдегид [1]

$$NH^3 + HCl = NH^4Cl$$

$$C^{10}H^{16} + HCl = C^{10}H^{17}Cl.$$

Очень может быть, что некоторые из этих реакций суть сложные, т. е. мы наблюдаем в них только действующие вещества первой реакции и тела, происходящие при последней реакции, но во всяком случае между ними должны быть и простые реакции, и нет возможности изъяснить ни одну из этих реакций одним замещением, если принимать следующее за сим определение этой реакции и если называть частицами такой вес тел, какой обозначают вышеприведенные ныне прилагаемые формулы.[2]

Замещение есть такая реакция, при которой из двух частиц происходят опять две, чрез мену элементов или целых групп элементов, или, вообще, такая реакция, *при*

---

[1] Geuther (Lieb. Ann., CVI, 249) получил это соединение алдегида с безводною уксусною кислотою.

[2] Если частицею сулемы принимать не Hg^2Cl^2, а $HgCl$, то реакция образования сулемы $Hg^2 + Cl^2 = HgCl + HgCl$ будет уже не соединение, а замещение. Но по объему пара сулема должна иметь формулу Hg^2Cl^2. Отрицая понятие о частицах как об массах тел, вступающих в реакцию и занимающих в парах одинаковый объем, отрицая это понятие, соединением должно назвать такую реакцию, при которой из двух тел происходит одно, или вообще из нескольких тел — меньшее их число.

которой из нескольких частиц происходит такое же число частиц. Например:

$$C^2H^4O^2 + Cl^2 + Cl^2 + Cl^2 = C^2HCl^3O^2 + HCl + HCl + HCl$$

$$C^2H^6O + HCl = C^2H^5Cl + H^2O$$

$$\underset{\text{безводн. янтарная кисл.}}{C^4H^4O^3} + NH^3 = \underset{\text{янтарн. имид.}}{NC^4H^5O^2} + H^2O$$

$$C^2H^6O + C^2H^4O^2 = C^4H^8O^2 + H^2O$$

$$C^2H^3OCl + H^2O = C^2H^4O^2 + HCl$$

$$\underset{\text{безводн. укс. кисл}}{C^4H^6O^3} + H^2O = C^2H^4O^2 + C^2H^4O^2.$$

$$4(C^2H^6O) + Si^2Cl^4 = 4(HCl) + (C^2H^5)^4Si^2O^4.$$

$$H^2 + Cl^2 = HCl + HCl$$

$$\underset{\text{анилин}}{NC^6H^7} + \underset{\text{бром. эфиль}}{C^2H^5Br} = \underset{\text{эфильанилин}}{NC^8H^{11}} + HBr.$$

Из этих примеров видно, что весьма часто при замещениях реагируют *два тела*,[1] а происходит одно, но *две частицы* его. Есть также реакции, которые должны быть отнесены к замещениям, но при которых реагирует одно тело,[2] хотя две частицы его, и происходит два тела; например:

$$HgCN + HgCN = Hg^2 + C^2N^2$$

$$\underset{\text{каломель}}{Hg^2Cl} + Hg^2Cl = \underset{\text{ртуть}}{Hg^2} + \underset{\text{сулема}}{Hg^2Cl^2}.$$

Наконец, само собою понятно, что *разложение есть такая реакция, при которой из нескольких частиц происходит меньшее их число.* Например:

$$\underset{\text{бензойн. кисл.}}{C^7H^6O^2} = \underset{\text{бензин}}{C^6H^6} + CO^2,$$

[1] Отвергая понятие о частицах, подобную реакцию надобно назвать соединением. Потому очень часто образование HCl из хлора и водорода называют соединением, изображая $H + Cl = HCl$.

[2] Это есть разложение, если не принимать понятия о частицах.

$$\underset{\text{ацетамид}}{NC^2H^5O} = \underset{\text{ацетонитрил}}{NC^2H^3} + H^2O,$$

$$H^2O + H^2O = H^2 + H^2 + O^2,$$

$$\underset{\text{масляный алкоголь}}{C^4H^{10}O} = \underset{\text{бутилен}}{C^4H^8} + H^2O,$$

$$C^2H^6O + C^2H^6O + O^2 = C^2H^4O + C^2H^4O + H^2O + H^2O,$$

$$\underset{\text{янтарн. амид}}{N^2C^4H^8O^2} = NH^3 + \underset{\text{янтарн. имид.}}{NC^4H^5O^2},$$

$$\underset{\text{окись амила}}{C^{10}H^{22}O} = \underset{\text{амилен}}{C^5H^{10}} + \underset{\substack{\text{амилен.}\\ \text{алкоголь}}}{C^5H^{12}O}.$$

§ 80. Принимая эти естественные, как кажется нам, понятия о разделении реакций, легко перейти от понятия о них к изменению объемов пара при реакциях.

Действительно, объем частиц пара всех тел равен двум[1] (считая за единицу объем пая 100 частей по весу кислорода), как то принимают все в настоящее время, а потому *при замещении*, когда из данного числа частиц происходит то же самое число, сумма *объемов пара происходящих тел равна сумме объемов пара действующих тел*. Например:

$$C^2H^6O + HCl = C^2H^5Cl + H^2O.$$

Объем пара спирта = 2, хлористого водорода тоже 2, следовательно, сумма объемов паров действующих тел = 4. Объем пара хлористого эфиля = 2, воды = 2, следовательно сумма объемов пара происходящих тел тоже = 4. То же самое при каждом другом замещении, т. е. при замещении не происходит изменения в объеме паров, т. е. $W = V$.

Из сказанного выше уже очевидно, что при соединении и разложении, напротив того, объемы паров изменяются. Так как при соединении число частиц действующих более числа частиц происходящих и так как объемы пара каждой частицы равны объему пара другой частицы, то *при соединении сумма объемов пара тел действующих больше суммы*

[1] Или вообще объемы частиц паров всех тел равны между собою, например = 4, если признавать паи Берцелиуса (см. III, § 28).

объемов пара происходящих тел. Т. е. при соединении происходит сокращение, т. е. $W > V$. Например:

$$\underset{\text{2 об. пара}}{C^2H^4} + \underset{\text{2 об. пара}}{Cl^2} = \underset{\text{2 об. пара}}{C^2H^4Cl^2}.$$

Здесь $W = 2 + 2 = 4$, а $V = 2$.

Так как разложение есть реакция, противоположная соединению, то очевидно, что *при разложении сумма объемов пара тел действующих меньше суммы объемов пара тел происходящих.* Т. е. при разложении происходит расширение в объемах паров, $W < V$. Например

$$\underset{\text{2 об. пара}}{C^4H^{10}O} = \underset{\text{2 об. пара}}{C^4H^8} + \underset{\text{2 об. пара}}{H^2O}.$$

Здесь $W = 2$, а $V = 2 + 2 = 4$.

Итак, для объемов пара три случая: $W = V$; $W > V$ и $W < V$, о которых мы упомянули в начале, соответствуют трем родам реакций.

§ 81. Очевидно, что формула $W = V$ только приближенно удовлетворяет реакции замещения, потому что объемы частиц, как мы уже говорили (§ 27), только приближенно равны между собою. Например объем частицы $O^2 = 2$; $H^2 = 1.997$; $N^2 = 1.932$; $P^4 = 1.983$; $Cl^2 = 1.983$; $H^2O = 1.996$; $CO^2 = 1.989$; $C^2H^4 = 1.98$; $Si^2Cl^4 = 1.99$, и т. д., как перечислено и определено в таблице II.* При изменении объемов, т. е. при соединении и разложении очевидно, что приближенно W и V будут целые числа, т. е. между суммами объемов действующих и происходящих тел будет простое отношение. Например, при реакции образования воды:

$$H^2 + H^2 + O^2 = H^2O + H^2O,$$

$W = 6$, а $V = 4$, т. е. отношение $\frac{W}{V} = {}^6/_4 = {}^3/_2$.

При соединении $\frac{W}{V}$ = неправильной дроби, а при разложении $\frac{W}{V}$ = правильной дроби.

Например, при реакции разложения:

$$C^7H^6O^2 = C^6H^6 + CO^2,$$

$W = 2$, а $V = 4$, потому $\frac{W}{V} = {}^1/_2$.

---

* Таблица помещена в книге Д. И. Менделеева «Удельные объемы». СПб., 1856. См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. I, 1937 стр. 260 и далее. [*Прим. ред.*]

Итак, если нам известны составы и удельный вес пара всех тел, входящих в реакцию и происходящих при ней, то легко решить, какая реакция произошла в данном случае, ибо по удельному весу и весу частицы легко определить ее объем.

§ 82. Обращаясь к изменению объемов твердых и жидких тел при различных реакциях, очевидно нельзя ожидать той ясности и простоты, какая замечается для объемов пара, потому что удельные объемы частиц (подразумевая каждый раз слова: твердых и жидких тел) не находятся в столь простом отношении друг к другу, как объемы пара. Но и здесь различие реакций обозначается также довольно ясно. Прежде чем перейдем к рассмотрению изменения удельных объемов при различных реакциях, обратим внимание на прежние исследования об этом предмете.

До сих пор обыкновенно изучали изменение объемов, происходящее при таких реакциях, при которых из двух *тел* происходит одно (не из двух частиц, а из двух тел), например, когда из иода и калия происходит одно тело — иодистый калий, из мышьяка и серы происходит аурипигмент, из безводной серной кислоты и окиси бария — сернокислый барит и т. д.

Обыкновенно исследовали разность объемов $W-V$. Так поступали, например, Геранат, Буле и Карстен (§ 37), Шрёдер (§ 42), Копп (§ 45), Фигель (§ 56) и др. В других случаях исследования производились над величиною $\frac{W-V}{\frac{1}{2}(W+V)}$; например так поступал Копп в начале своей деятельности (§ 40); наконец, иногда производили наблюдения над $\frac{W}{V}$, как, например, Аммермюллер (§ 41).

Все почти эти исследования обращены были к изучению изменения объемов или действию простых тел друг на друга. Это неудобно и потому, что мы полагаем, прежние исследования пришли к весьма немногим выводам. Это неудобно потому, во-первых, что многие простые тела не известны в виде паров, а потому мы не знаем веса их частицы;[1] во-вторых, потому что многие, чаще всего соединяющиеся простые тела, как кислород, водород и азот, вовсе не известны в жидком состоянии, а потому об изменении удельных

[1] Мы не знаем, каков, например, вес частицы серебра: Ag^2 или Ag^4, или Ag^5... Только по аналогии с водородом H^2 и ртутью Hg^2 мы полагаем, что Ag^2. Но это предположение столь же мало достоверно, как и предположение о том, что частица фосфора есть P^2, судя по аналогии ее с азотом N^2.

объемов при образовании всех их соединений мы и судить не можем; в-третьих, потому что и сложные тела, происходящие из простых, например NaCl, KI, As^2S^3 и т. д., мало известны нам в виде паров, мы не знаем веса их частиц. А, конечно, не зная этих необходимых данных, мы не можем достигнуть надлежащих выводов.

Мы избрали для первых наших наблюдений преимущественно органические соединения, исследовали реакции, между ними происходящие. Так поступили мы потому, что весьма многие органические тела переходят в пары, и вес частиц реагирующих и происходящих тел весьма часто известен с достоверностью или, по крайней мере, с большею вероятностью. А потому здесь не могло быть сомнения о роде реакции, происходящей в данном случае. Множество сомнений может быть без знания веса частиц. Реакцию хлора на железо можно считать или замещением или частицею железа считать Fe^2, а частицею хлористого железа FeCl (подобно H и HCl):

$$Fe^2 + Cl^2 = FeCl + FeCl.$$

Ту же реакцию можно считать соединением, если:

1) Считать частицами Fe^2 [и] Fe^2Cl^2 (подобно Hg^2 и Hg^2Cl^2):

$$Fe^2 + Cl^2 = Fe^2Cl^2.$$

2) Если частицами считать Fe^2 и Fe^4Cl^4:

$$2Fe^2 + 2Cl^2 = Fe^4Cl^4.$$

3) Если частицами считать Fe и FeCl:

$$Fe + Fe + Cl^2 = FeCl + FeCl \text{ и т. д.}$$

Ту же самую реакцию можно принять за разложение если дать, например, железу формулу (вес частицы) Fe^4.

$$Fe^4 + Cl^2 + Cl^2 = FeCl + FeCl + FeCl + FeCl.$$

Никакого подобного недоразумения не может быть при наблюдении реакций между многими органическими соединениями. Притом мы не ограничивались одною реакциею (кажущеюся) соединения, как поступали до сих пор многие, мы старались брать разнообразнейшие реакции и по преимуществу реакции замещений как наиболее изученные.

В отношении к изменениям объемов при замещениях, но только при одних сочетательных замещениях, в органических соединениях мы имеем три исследования. Первое исследование принадлежит г-ну Бекетову[1] и относится к 1853 г., два других принадлежат Бертело и относятся к 1854[2] и 1856[3] гг.

Обе работы приводят к одному выводу: уравнение сочетания $A = B + C - M$ есть в то же время уравнение для объемов, т. е., переводя на язык, употребляемый нами в этой главе, при сочетаниях сумма удельных объемов действующих равна сумме удельных объемов происходящих соединений, т. е. $W = V$. По мнению обоих названных исследователей, это явление зависит от того, что при сочетании действует слабое сродство (не заставляющее частицы тел сближаться более, чем прежде). Это есть, по их мнению, как бы исключительное явление, принадлежащее только сочетаниям. Мы постараемся показать далее, что это явление не зависит от сродства, есть явление общее для всех реакций истинного замещения, есть явление, согласное как с изменением объемов пара, так и с изменением других свойств.

Путем, сходственным с тем, который мы употребили при исследовании изменения объемов пара, мы достигли исчисленных ниже результатов относительно изменения удельных объемов не газообразных тел.

§ 83. Сравнивая сумму удельных объемов тел, действующих при реакциях, названных нами замещениями (т. е. при коих для паров $W = V$), с суммою удельных объемов тел происходящих, легко заметить, что обе суммы приближенно равны, т. е. немного отличаются между собою. Если чрез $S \cdot W$ обозначим первую сумму, а чрез $S \cdot V$ обозначим сумму удельных объемов тел происходящих, то при реакции замещения между алкоолем и азотною кислотою $SW = 360 + 259 = 619$,[4] когда происходит азотнокислый эфиль

[1] Бекетов. О некоторых новых случаях химического сочетания и общие замечания об этих явлениях. СПб., 1853.

[2] Marc. Berthelot, Ann. d. Chim. et Phys. (3), 1854, XLI, 33. Об удельных объемах глицеридов.

[3] Marc. Berthelot. Remarques sur quelques propriétés physiques des corps conjugués. Ibid., 1856, XLVIII, 322.

[4] Мы берем объемы при обыкновенной температуре или при средней температуре наблюдений, довольствуясь только целыми числами. Данные, необходимые для выбранных примеров, взяты из таблицы III* или они приведены в примечаниях к каждому числу, соответствующему удельному объему.

* См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. I, 1937, стр. 268 и далее. [*Прим. ред.*].

и вода $SV = 511 + 112 = 623$. Эту реакцию и отношение между SW и SV мы изобразим таким образом:

$C^2H^6O + NHO^3 =$	$SW = 360 + 269 = 619$
$= C^2H^5NO^3 + H^2O$	$SV = 511 + 112 = 623$

Сообразно с этим примером приводим целый ряд других, располагая их в той же форме.

Тела реагирующие и происходящие	Суммы удельных объемов тел действующих и происходящих
$C^2H^6O + C^2H^4O^2 =$	$SW = 360 + 353 = 713$
$= C^4H^8O^2 + H^2O$	$SV = 611 + 112 = 723$
$C^4H^6O^3 + H^2O =$	$SW = 593 + 112 = 705$
уксусн. ангидр.	
$= C^2H^4O^2 + C^2H^4O^2$	$SV = 353 + 353 = 706$
$Hg^2Cl + Hg^2Cl =$	$SW = 209 + 209 = 418$
$= Hg^2 + Hg^2Cl^2$	$SV = 92 + 318 = 410$
$Si^2Cl^4 + 4(C^2H^6O) =$	$SW = 703 + 4(360) = 2143$
$= (C^2H^5)^4Si^2O^4 + 4HCl$	$SV = 1403 + 4(180) = 2123$
$C^5H^{12}O + CH^2O^2 =$	$SW = 673 + 235 = 908$
$= C^6H^{12}O^2 + H^2O$	$SV = 825 + 112 = 937$
$CH^4O + C^4H^8O^2 =$	$SW = 249 + 566$ [1] $= 815$
$= C^5H^{10}O^2 + H^2O$	$SV = 712$ [2] $+ 112 = 824$
$C^6H^6O + CH^4O =$	$SW = 553 + 249 = 802$
фенол. алк.	
$= C^7H^8O + H^2O$	$SV = 681 + 112 = 793$
анизоль	
$C^7H^6O^2 + C^5H^{12}O =$	$SW = 635 + 673 = 1308$
$= C^{12}H^{16}O^2 + H^2O$	$SV = 1209$ [3] $+ 112 = 1321$
$C^2H^3OCl + H^2O =$	$SW = 436 + 112 = 548$
$= C^2H^4O^2 + HCl$	$SV = 353 + 180 = 533$

---

[1] Удельный вес масляной кислоты = 0.972 (табл. III, стр. LXVIII*), а пай = 550, следовательно удельный объем = 566.

[2] Удельный вес маслянокислого мефиля по Пьерру = 1.0253 при 0°, но это едва ли правильно, потому что при 15.5° Копп нашел = 0.9045, а при 30° = 0.8793. Я нашел, что удельный вес маслянокислого мефиля = = 0.9030 при 12°. Среднее из наблюдений Коппа и моих = 0.8956, а потому объем = 712.

[3] В табл. III, № 373 неправильно вычислен объем бензойнокислого амиля, ибо взят пай 1100, а он = 1200. Потому удельный объем = = 1200 : 0.9925 = 1209. Эти и некоторые другие ошибки в вычислении я нашел при собирании примеров для изменения объемов при замещении.

* См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. I, 1937, стр. 268. [*Прим. ред.*].

$NH^3 + C^2H^5Cl =$	$SW = 142 + 450 = 592$
$= NC^2H^7 + HCl$	$SV = 404$ [1] $+ 180 = 584$
$C^{10}H^{22}O + H^2O =$	$SW = 1235 + 112 = 1347$
$= C^5H^{12}O + C^5H^{12}O$	$SV = 673 + 673 = 1346$
$C^2H^6O + HCl =$	$SW = 360 + 180 = 540$
$= C^2H^5Cl + H^2O$	$SV = 450 + 112 = 562$

Не желаем увеличивать число примеров, тем больше, что каждый может избрать множество других им подобных. Здесь мы привели только такие реакции, члены которых все известны в виде паров и потому нет сомнения в величине их частицы. На основании многих подобных сличений мы предлагаем закон:

При замещениях SW приближенно равно *SV*, т. е. *суммы удельных объемов* (твердых и жидких тел) *действующих и происходящих соединений приближенно равны между собою.* Точнее этот закон может быть выражен следующим образом. Когда при реакции сумма объемов паров тел действующих почти равна сумме объемов паров происходящих, тогда приближенное равенство существует и между суммами объемов тех же тел в твердом и жидком состоянии. Т. е. когда уравнение $W = V$ приближенно справедливо для объемов пара, тогда и SW приближенно $= SV$.

§ 84. Нет никакой выгоды брать объемы при точке кипения, ибо и тогда не существует полного равенства. Например, при реакции

$$C^2H^6O + C^2H^4O^2 = C^4H^8O^2 + H^2O,$$

при обыкновенной температуре $SW = 713$, а $SV = 723$, а при точке кипения $SW = 388 + 397 = 785$ и $SV = 672 + 117 = 789$.

При реакции амилевого алкооля с муравьиною кислотою при обыкновенной температуре $SW = 908$ и $SV = 937$, при точке кипения $SW = 775 + 259 = 1034$, а $SV = 937 + 112 = 1049$.

При действии воды на безводную уксусную кислоту $SW = 705$, $SV = 706$; а при точке кипения $SW = 687 + 112 = 799$ и $SV = 2 \times 397 = 794$.

Итак, нет, по крайней мере в настоящее время, никакой выгоды брать удельные объемы при точке кипения.

---

[1] В табл. III, № 573 неправильно вычислен объем эфильамина. Он $= 281 : 0.696 = 404$, а не 295, как там напечатано по ошибке.

§ 85. Желая показать общность предложенного закона, приводим другой ряд примеров, взятых преимущественно из неорганических соединений. Здесь собрано несколько таких замещений, все или некоторые члены которых не известны в виде паров или вес частиц которых еще не определен.

$S^6 + As^4 =$	$SW = 581 + 328 = 909$
$= As^2S^3 + As^2S^3$	$SV = 451 + 451 = 902$
$K^2O + H^2O =$	$SW = 220 + 112 = 332$
$= KHO + KHO$	$SV = 169 + 169 = 338$
$KHO + HCl =$	$SW = 169 + 180 = 349$
$= KCl + H^2O$	$SV = 238 + 112 = 350$
$Ca^2O + H^2O =$	$SW = 111 + 112 = 223$
$= CaHO + CaHO$	$SV = 112 + 112 = 224$
$KHO + NHO^3 =$	$SW = 169 + 259 = 428$
$= KNO^3 + H^2O$	$SV = 303 + 112 = 415$
$BaHO + NHO^3 =$	$SW = 118 + 259 = 377$
$= BaNO^3 + H^2O$	$SV = 257 + 112 = 369$
$2(KHO) + H^2SO^4 =$	$SW = 2(169) + 331 = 669$
$= 2(H^2O) + K^2SO^4$	$SV = 413 + 2(112) = 637$
$KCl + AgNO^3 =$	$SW = 238 + 244 = 482$
$= AgCl + KNO^3$	$SV = 166 + 303 = 469$
$2BaCl + Na^2SO^4 =$	$SW = 2(173) + 335 = 681$
$= Ba^2SO^4 + 2NaCl$	$SV = 326 + 2(170) = 666$
$[Na^2CO^3]^* + 2(PbNO^3) =$	$SW = 269 + 2(230) = 729$
$= [Pb^2CO^3]^* + 2(NaNO^3)$	$SV = 258 + 2(237) = 732$
$C^3H^8O^3 + 2(C^2H^4O^2) =$ (глицерин)	$SW = 449 + 2(353) = 1155$
$= C^7H^{12}O^5 + 2H^2O$ (двуацетил)	$SV = 927 + 2(112) = 1151$
$C^2H^6O + H^2SO^4 =$	$SW = 360 + 331 = 691$
$= C^2H^6SO^4 + H^2O$	$SV = 598^1 + 112 = 710$
$C^2H^6SO^4 + C^2H^6O$	$SW = 598 + 360 = 958$
$= C^4H^{10}O + H^2SO^4$	$SV = 638 + 331 = 969$

§ 86. Считая закон $SW = SV$ справедливым (хотя он в действительности только приблизительно справедлив),

[1] Удельный вес серновинной кислоты равен 1.317.

* Повреждение рукописи в этом месте. [*Прим. ред.*].

можно по данной реакции определить удельный объем и удельный вес неизвестного соединения, если известны удельные объемы всех прочих соединений, входящих в реакцию. Например, если бы нам не был известен удельный вес азотнокислого эфиля, то из реакции:

$$C^2H^6O + HNO^6 = H^2O + C^2H^5NO^6$$

легко было бы определить удельный объем азотнокислого эфиля, ибо для объемов мы имеем уравнение $360 + 259 = 112 + x$, откуда x, т. е. удельный объем $C^2H^5NO^6 = 506$.

По удельному объему и паю находим удельный вес $д$: $\frac{568}{д} = 506$, откуда $д = 1.12$. По наблюдениям Миллона, $д = 1.112$.

По реакции безводной бензойной кислоты:

$$C^{14}H^{10}O^3 + H^2O = C^7H^6O^2 + C^7H^6O^2$$

находим объем x и удельный вес безводной бензойной кислоты

$$x + 112 = 635 + 635,$$

откуда $x = 1158$ и

$$д = \frac{1412.5}{1158} = 1.22.$$

При двух определениях, сделанных мною, я получил для удельного веса безводной бензойной кислоты числа 1.227 (при 27°) и 1.206 (при 25.8°).

Точно так же можно определить, например, по реакции

$$N^2O^5 + H^2O = NHO^3 + NHO^3$$

удельный вес безводной азотной кислоты. Он находится равным 1.66.

Этот способ определения удельного веса твердых и жидких тел весьма общ, хотя есть, конечно, только приближенный, подобно тому, как способ определения рационального удельного веса паров [химической]* частицы есть способ общий, но только приближенный.

§ 87. Из разнообразия приведенных выше примеров неизменности суммы удельных объемов при замещениях можно заключить, что указанное явление не зависит от силы сродо-

---

* Повреждение рукописи в этом месте. [*Прим. ред.*].

ства действующих элементов. При реакциях медленно совершающихся:

$$C^{10}H^{22}O + H^2O = C^5H^{12}O + C^5H^{12}O,$$

$$C^2H^6O + C^2H^4O^2 = C^4H^8O^2 + H^2O,$$

$$C^3H^6O^3 + 2(C^2H^4O^2) = C^7H^{10}O^5 + 2H^2O,$$

равно как и при реакциях быстро происходящих:

$$NH^3 + C^2H^5Cl = NC^2H^7 + HCl,$$

$$BaHO + HNO^3 = BaNO^3 + H^2O,$$

если только эти реакции суть замещения, закон $SW = SV$ приближенно справедлив.[1]

§ 88. Ясно рождающийся вопрос: не встречаются ли явления неизменяемости удельных объемов при разложениях и соединениях, не может быть в настоящее время решен вполне определенно, потому что есть множество реакций, при которых суммы объемов почти не изменяются, но природы которых нет возможности определить в настоящее время. Некоторые из этих реакций, по всей вероятности, суть истинные замещения, хотя, повидимому, и не принадлежат к ним. Примером подобных реакций может служить образование кремнеземистых соединений, о чем мы будем говорить в последней главе. Теперь перечислим другие виды реакций, при которых сумма удельных объемов действующих почти равна сумме объемов происходящих тел.

При изоморфном, или ему подобном, например при образовании двойных солей двуосновными кислотами, *замещении удельные объемы изменяются очень мало*, т. е. сумма удельных объемов действующих почти равна сумме удельных объемов происходящих:

$Ca^2CO^3 + Mg^2CO^3 =$	$SW = 229 + 179 = 408$
$= 2(CaMgCO^3)$	$SV = 2(200) = 400$
горьк. шпат	
$Ag^2S + CuS =$	$SW = 214 + 172 = 386$
$= Ag^2CuS^2 = 2(AgcuS)$	$SV = 2(203) = 406$
серебряно-медный блеск	

[1] Высказанное в моем мемуаре (Melanges phys. chim., III, 419, № 7) правило об некотором различии в изменении объемов при обоих родах замещений я считаю в настоящее время неправильным.

$Mg^2CO^3 + Fe^2CO^3 =$ $SW = 179 + 188 = 367$
$= 2(FeMgCO^3)$ $SV = 2(186) = 372$
мезитин (шпат)

$Al^4S^3O^{12} + K^2SO^4 =$ $SW = 987 + 413 = 1400$
сернокисл. глиноз.
$= Al^2KS^2O^8 + Al^2KS^2O^8$ $SV = 723 + 723 = 1446$
квасцы квасцы

$Zn^2O + Al^4O^3 =$ $SW = 90 + 163 = 253$
$= ZnAl^2O^2 + ZnAl^2O^2$ $SV = 131 + 131 = 262$
ганит ганит

Конечно, эти примеры суть не что иное, как примеры двойных разложений или обыкновенных замещений, но они в то же время и суть примеры изоморфного и ему подобных замещений. К сожалению, до сих пор весьма мало точных данных для удельного веса изоморфных смесей. Впрочем, уже из ныне существующих исследований можно вывести, что при изоморфном замещении не целыми паями закон объемов тот же, как и при обыкновенных замещениях удельными паями.

§ 89. Образование *сплавов* из металлов по справедливости можно сравнить с образованием *изоморфных смесей*. Как те, так и другие происходят между сходственными телами, иногда в пайных отношениях, иногда в виде помесей. Закон удельных объемов для сплавов тот же, как и для изоморфных смесей. Это малое изменение объемов при образовании сплавов было известно уже издавна. Еще Кестнер (Kästner)[1] заметил, что архимедово начало, послужившее ему для определения пробы золота, не совсем точно, ибо при образовании сплавов происходит незначительное изменение объемов. Купфер многими опытами доказал справедливость этого и показал, что при образовании сплавов иногда происходит незначительное сжатие ($W > V$), иногда незначительное расширение ($W < V$).[2]

$Zn^2 + Sn^2 =$ $[SW =] 55 + 100 = 155$
$= SnZn + SnZn$ $[SV =] 79 + 79 = 158$

$Pb^2 + Sn^2 =$ $[SW =] 114 + 100 = 214$
$= PbSn + PbSn$ $[SV =] 107.3 + 107.3 = 214.6$

$Pb^2 + 2Sn^2 =$ $[SW =] 114 + 2(100) = 314$
$= 3(Pb^{2/3}\,Sn^{4/3})$ $[SV =] 3(104.5) = 313.5$

[1] Kopp, Phys. Chem. Beiträge, I, 69.

[2] Когда сжатие — тогда, должно думать, отделяется тепло, а когда расширение — тогда понижение температуры, например свинец со ртутью.

$Pb^2 + Hg^2 =$	$[SW =] 114 + 92 = 206$
$= PbHg + PbHg$	$[SV =] 107 + 107 = 214$
$Pb^2 + Sb^2 =$	$[SW =] 114 + 112 = 226$
$= PbSb + PbSb$	$[SV =] 103 + 103 = 206$
$Cu^2 + Sn^2 =$	$[SW =] 45 + 100 = 145$
$= CuSn + CuSn$	$[SV =] 69.6 + 69.6 = 139.2$

§ 90. Правило удельных объемов остается таким же, как и при замещении, как во многих других случаях:

$6(Zn^2) + S^6 =$	$SW = 6(55) + 581 = 911$
$= 6(Zn^2S)$	$SV = 6(152) = 912$
$6(Ag^2) + S^6 =$	$SW = 6(128) + 581 = 1349$
$= 6(Ag^2S)$	$SV = 6(214) = 1284$
$NH^2Hg^2Cl + Hg^2O =$	$SW = 276 + 121 = 397$
$= NH^2Hg^4OCl$	$SV = 407$
$K^2SO^4 + SO^3 =$	$SW = 412 + 259 = 671$
$= K^2S^2O^7$	$SV = 696$
безводн. кисл. сернокисл.* калия	
$K^2Cr^2O^4 + Cr^2O^3 =$	$SW = 455 + 234 = 689$
$= K^2Cr^4O^7$	$SV = 690$
безводн. кисл. хромово-кисл. калия	
$H^2SO^4 + SO^3 =$	$SW = 331 + 259 = 590$
$= H^2S^2O^7$	$SV = 586$
дымящая серная кислота	

Эти и некоторые им подобные реакции, судя по нашим формулам, суть соединения, но при них $SW = SV$, как при замещениях.

Последние три примера особенно замечательными кажутся нам, потому что показывают, что целый ряд безводных кислых солей двуосновных кислот образуется из средней соли и безводной кислоты без изменения объемов. Насчет этих солей и отношения их к обыкновенным солям можно заметить следующее. Кислая соль двуосновной кислоты есть одноосновная кислота, подобно тому, как кислый эфир двуосновной кислоты есть одноосновная кислота.

$$\left.\begin{matrix} KH \\ SO^2 \end{matrix}\right\} O^2 = \left.\begin{matrix} H \\ KSO^3 \end{matrix}\right\} O \qquad \left.\begin{matrix} C^2H^5H \\ SO^2 \end{matrix}\right\} O^2 = \left.\begin{matrix} H \\ C^2H^5SO^3 \end{matrix}\right\} O.$$

---

* Пиросернокислый. [*Прим. ред.*].

Ангидрид этой одноосновной кислоты и будет безводная кислая соль двуосновной кислоты:

$$\left.\begin{matrix}KSO^3\\KSO^3\end{matrix}\right\} O = K^2SO^4 + SO^3$$

$$\left.\begin{matrix}KCr^2O^3\\KCr^2O^3\end{matrix}\right\} O = K^2Cr^2O^4 + Cr^2O^3.$$

В доказательство того, что кислые соли двуосновных кислот относятся к безводным кислым солям, как одноосновные кислоты к своим ангидридам, можно привести объемное отношение тех и других при реакции воды на безводные кислые соли. Подобно тому, как при действии воды на безводную уксусную кислоту происходит замещение и образуется два пая уксусной кислоты

$$\begin{matrix}C^4H^6O^3 + H^2O = \\ = C^2H^4O^2 + C^2H^4O^2\end{matrix} \qquad \begin{matrix}SW = 593 + 112 = 705\\ SV = 353 + 353 = 706,\end{matrix}$$

точно так при действии воды на безводное кислое сернокислое кали происходит замещение и образуется два пая кислого сернокислого кали:

$$\begin{matrix}K^2S^2O^7 + H^2O = \\ = KHSO^4 + KHSO^4\end{matrix} \qquad \begin{matrix}SW = 696 + 112 = 808\\ SV = 394\,[1] + 394 = 788\end{matrix}$$

$$\begin{matrix}H^2S^2O^7 + H^2O = \\ = H^2SO^4 + H^2SO^4\end{matrix} \qquad \begin{matrix}SW = 586 + 112 = 698\\ SV = 331 + 331 = 662\end{matrix}$$

Если представить себе кислое сернокислое кали как одноосновную кислоту и безводное кислое сернокислое кали как ангидрид ее, то должно предполагать в них группу (сложный радикал) $KSO^3 = M$.

Тогда обе соли суть:

$$\left.\begin{matrix}M\\H\end{matrix}\right\} O \quad \text{и} \quad \left.\begin{matrix}M\\M\end{matrix}\right\} O.$$

Тот же самый радикал образует и другие соединения, подобно эфилю, водороду, NO^4 и другим одноосновным радикалам. Подобные соединения встречаются для каждого двуосновного радикала. Если $\overset{''}{R}$ есть двуосновный радикал, то он чрез прибавление одноосновного радикала $\overset{'}{R}$ и кислорода O становится одноосновным $\overset{''}{R}\overset{'}{R}O$.

---

[1] Удельный вес кислого сернокислого кали 2.163 (Jacquelain). По моему определению = 2.159. Следовательно, удельный объем = 850 : 2.16 = 394.

Например $(SO^2)''K'O$; $(SO^2)''(C^2H^5)'O$ (радикал серновинной кислоты); $(SO)''(C^6H^5)'O$ (радикал сернистофеновой кислоты) и т. д. Многие из этих радикалов известны не только по телам водного типа, но и по соединениям других типов. Например, радикал $(SO^2)HO$ известен в виде хлористого соединения. Это есть тело, полученное при действии хлористого фосфора на серную кислоту. Оно же легко получается, пропуская сухую соляную кислоту в склянку с безводною серною кислотою или, еще проще, в крепкую, нордгаузенскую кислоту. Это соединение имеет состав SO^3HCl.

$$\left.\begin{matrix}HSO^3\\HSO^3\end{matrix}\right\} O \text{ (нордгаузенская серная кислота)}$$

$$\left.\begin{matrix}HSO^3\\Cl\end{matrix}\right\} = SO^3HCl.$$

Подобно ему, существует целый ряд подобных тел хлористоводородного типа, тел, сходных с хлористым ацетилем, и т. п.

$C^2H^5SO^3Cl$; $C^6H^5SO^2Cl$; $NaSO^3Cl$; KCr^2O^3Cl и т. д.

Кроме того известны и некоторые тела аммиачного типа, заключающие те же радикалы.[1]

§ 91. При всех известных нам случаях истинных *соединений* (т. е. при тех реакциях, при коих для паров $W > V$) *сумма удельных объемов действующих больше суммы удельных обьемов происходящих тел*, т. е. происходит сжатие, $SW > SV$. Например:

$SO^2 + Cl^2 =$	$SW = 276 + 334 = 610$
$= SO^2Cl^2$	$SV = 509$ [2]
$C^6H^5Br + Br^2 =$	$SW = 503 + 310 = 813$
$= C^6H^5Br^3$	$SV = 730$
$Hg^2 + Cl^2 =$	$SW = 92 + 334 = 426$
$= Hg^2Cl^2$	$SV = 318$

---

[1] Об этих соединениях писали: Gerhardt и Chancel, Compt. rend., XXXV, 690; Gerhardt et Chiozza, ibid., XXXVII, 86; Williamson, Philos. Mag. (4), VII, 365; Pelouze, Ann. d. Chim. et Phys., LII, 267.

[2] Удельный вес так называемой хлоросерной кислоты, или хлористого сульфиля, по Реньо 1.659. Следовательно, удельный объем = 509.

$2Hg^2 + Cl^2 =$ $\quad SW = 2(92) + 334 = 518$
$= Hg^2Cl + Hg^2Cl$ $\quad SV = 209 + 209 = 418$

$NH^3 + HCl =$ $\quad SW = 142 + 180 = 322$
$= NH^4Cl$ $\quad SV = 218$

В этих примерах истинных соединений разность между $SW - SV$ всегда положительная и довольно значительная, сравнительно с разностью $SW - SV$ при замещениях. Там она обыкновенно меньше $\frac{SW}{12}$, а здесь больше $\frac{SW}{10}$. Конечно, эта разность не столь велика, как для объемов пара, но она больше, чем при замещениях. Приводим еще несколько примеров, из которых видно, что при соединении объемы сокращаются:

$SO^3 + HCl =$ $\quad SW = 259 + 180 = 439$
$= SO^3HCl$ [1] $\quad SV = 384$

$SO^3 + H^2O =$ $\quad SW = 259 + 112 = 371$
$= H^2SO^4$ $\quad SV = 331$

$Ba^2O + SO^3 =$ $\quad SW = 186 + 259 = 445$
$= Ba^2SO^4$ $\quad SV = 326$

$Ca^2O + CO^2 =$ $\quad SW = 111 + 312$ [2] $= 423$
$= Ca^2CO^3$ $\quad SV = 229$

$Ag^2O + SO^3 =$ $\quad SW = 195 + 259 = 454$
$= Ag^2SO^4$ $\quad SV = 363$

§ 92. Как в парах происходит сжатие, так и в твердых и жидких телах, когда они соединяются, когда из двух частиц происходит одна. Этим можно отличить явления соединения от явлений замещения. Придерживаясь прежнего взгляда на состав тел и на вес их частиц, мы должны были считать одинаковыми реакции:

$$K^2O + H^2O = K^2H^2O^2$$

---

[1] Я приготовлял это соединение сперва при действии пятихлористого фосфора на серную кислоту, потом, пропуская сухую хлористоводородную кислоту в склянку с безводною серною кислотою и, наконец, пропуская сухую HCl в нордгаузенскую серную кислоту (насыщенная кислота при нагревании и выделяет SO^3HCl). Соединение, полученное по всем этим способам, имело совершенно одинаковые свойства. По трем определениям — средний удельный вес тела SO^3HCl при 19° — 1.896. Следовательно, удельный объем $= 728.5 : 1.896 = 384$.

[2] Удельный вес безводной углекислоты взят при низкой температуре, а CO^2 очень быстро расширяется, потому уд. объем при обыкновенной температуре должен быть гораздо больше.

и

$$Ba^2O + SO^3 = Ba^2SO^4.$$

Между тем, судя по многим соображениям, ныне мы представляем себе эти реакции различными. Это различие утверждается сравнением изменения удельных объемов. При первой реакции $SW = 332$ и $SV = 338$, а при второй $SW = 445$ и $SV = 326$, т. е. при первой реакции не произошло почти изменения объемов (число частиц осталось то же), при второй реакции произошло сжатие (число частиц уменьшилось).

§ 93. Когда к безводной соли присоединяется кристаллизационная вода, то происходит сжатие, т. е. тогда $SW > SV$, подобно тому, как при истинных соединениях:

$Ca^2SO^4 + 2H^2O =$	$SW = 288 + 2(112) = 512$
$= Ca^2SO^4 + 2aq$	$SV = 463$
$Mg^2SO^4 + 7H^2O =$	$SW = 283 + 7(112) = 1067$
$= Mg^2SO^4 + 7aq$	$SV = 900$
$Cu^2SO^4 + 5H^2O =$	$SW = 280 + 5(112) = 840$
$= Cu^2SO^4 + 5aq$	$SV = 692$
$Na^2CO^3 + 10H^2O =$	$SW = 270 + 10(112) = 1390$
$= Na^2CO^3 + 10aq$	$SV = 1242$
$Na^2SO^4 + 10H^2O =$	$SW = 337 + 10(112) = 1457$
$= Na^2SO^4 + 10aq$	$SV = 1370$

Когда (гидраты) щелочи и кислоты соединяются с водою, то происходят очень часто истинные, более или менее прочные химические соединения. По справедливости эту воду можно считать подобною кристаллизационной воде. И в отношении к объемам замечается, что при присоединении этой воды происходит также сокращение, как и при соединении с кристаллизационною водою:

$H^2SO^4 + H^2O$	$SW = 331 + 112 = 443$
	$SV = 406$
$HNO^3 + H^2O$	$SW = 259 + 112 = 371$
	$SV = 348$ [1]

[1] Заметим здесь, что Науманн (F. Naumann, Journ. f. pract. Chem., 1849, XLVI, 384) дал практическое правило для определения объема гидратов. По его правилу, если объем одного гидрата равен V, то объем следующего гидрата V_1 определится по пропорции $(V + 112 - V_1) : 112 =$

По этой же самой причине при смешении уксусной кислоты, спирта и многих других жидкостей объем первоначально уменьшается, т. е. реакция соединения и $SW > SV$. То же явление уменьшения объемов замечается при растворении солей (§ 53).

§ 94. Величина изменения объемов, т. е. отношение между $(SW - SV)$ и $^1/_2(SW + SV)$, находится в связи с изменением других свойств. Так, например, чем больше это отношение

$$\frac{SW - SV}{^1/_2(SW + SV)}$$ [1]

при образовании солей, тем нерастворимее соль. При прочих довольно равных обстоятельствах это можно видеть из примера сернокислых солей.

Для сернокислой магнезии, когда она образуется из окиси магния и безводной серной кислоты, $SW = 328$, $SV = 283$, потому

$$Q = \frac{SW - SV}{^1/_2(SW + SV)} = 0.147.$$

Для сернокислой извести $SW = 369$; $SV = 288$, а $Q = 0.247$.

Для сернокислого свинца $SW = 405$; $SV = 302$, а $Q = 0.291$.

Для сернокислого стронция $SW = 411$; $SV = 301$, а $Q = 0.3089$.

Наконец, для сернокислого барита, самой нерастворимой сернокислой соли, $SW = 445$; $SV = 326$, а потому

$$Q = 0.3091,$$

$= 112 : V$. Откуда

$$V_1 = V + 112 - \frac{112 \times 112}{V}.$$

Это правило справедливо до присоединения $n - 1$ пая воды, где $n =$ числу паев кислорода в безводной кислоте. Так, для серной кислоты справедливо до образования гидрата $H^2SO^4 + 2H^2O$. Это есть эмпирическое правило, впрочем весьма близкое к истине. Так, зная удельный объем $H^2SO^4 = 331$, вычисляем объем первого гидрата: $H^2SO^4 + aq$. По правилу Науманна $V_1 = 331 + 112 - \frac{112 \times 112}{331} = 405.3$, в действительности $V_1 = 405.9$.

[1] Оно обыкновенно больше 0.

т. е. наибольшая величина. Для других солей заметим то же отношение:

Для	K^2SO^4	сокращение,	т. е.	$Q = 0.152$
»	Na^2SO^4	»	»	$Q = 0.165$
»	Zn^2SO^4	»	»	$Q = 0.188$
»	Cu^2SO^4	»	»	$Q = 0.190$
»	Ag^2SO^4	»	»	$Q = 0.238$

Действительно, сернокислое серебро есть соль, наиболее нерастворимая из всех тотчас исчисленных.

Такое же отношение заметно и для многих углекислых солей, для того достаточно сравнить следующие соли:

K^2CO^3	для него	сокращение,	т. е.	Q	$= 0.33$
Na^2CO^3	»	»	»	Q	$= 0.50$
Ca^2CO^3	»	»	»	Q	$= 0.58$
Ba^2CO^3	»	»	»	Q	$= 0.63$

§ 95. Что растворимость уменьшается при увеличении сокращения (Q) — это, по нашему мнению, явление весьма понятное. Чем больше сблизились частицы, чем больше притяжение между ними, тем меньше способны они отделяться друг от друга и растворяться в жидкости, тем больше их сцепление. Это согласование между величиною (Q) сокращения и растворимостью есть факт, имеющий общее значение, что можно видеть уже из того, что соли одноосновных кислот, обыкновенно растворимее солей двуосновных кислот, как то заметил еще Лоран.[1] Должно полагать, что при образовании соли из ангидрида одноосновной кислоты и металлического окисла происходит замещение, а при замещении Q есть весьма малая, положительная или отрицательная величина, т. е. сокращение очень мало сравнительно с сокращением, происходящим при образовании солей двуосновных кислот; оттого вообще первые соли растворимее вторых.

§ 96. Нет сомнения, что и другие свойства тел находятся в связи с величиною сокращения. Соотношение между изменением объемов и изменением точек кипения и теплоемкостей отчасти рассмотрено нами в той статье, которая цитирована в начале этой главы. Главные положения суть следующие:

1) При сочетательном замещении[2] обыкновенно сумма температур кипения действующих тел (назовем ее $S \cdot T$)

[1] Laurent. Methode de Chimie.

[2] Сочетательным замещением или сочетанием (copulation) мы называем все роды замещений в органических телах, кроме металептических, происходящих в так называемых радикалах, или остатках.

приближенно равна сумме температур кипения происходящих тел ($S \cdot t$), разность редко превышает 20° С. Например:

$$C^2H^6O + C^2H^4O^2 = C^4H^8O^2 + H^2O \qquad \begin{matrix} S \cdot T = 78 + 117 = 195 \\ S \cdot t = 74 + 100 = 174 \end{matrix}$$

$$C^4H^6O^3 + H^2O = C^2H^4O^2 + C^2H^4O^2 \qquad \begin{matrix} S \cdot T = 138 + 100 = 238 \\ S \cdot t = 117 + 117 = 234 \end{matrix}$$

$$C^6H^6O + CH^4O = C^7H^8O + H^2O \qquad \begin{matrix} S \cdot T = 188 + 64 = 252 \\ S \cdot t = 152 + 100 = 252 \end{matrix}$$

На основании этого закона при замещении между газами вновь происходят газы. Например

$$H^2 + Cl^2 = HCl + HCl$$
$$CH^4 + Cl^2 = CH^3Cl + HCl \text{ и т. д.}$$

По тому же закону легко объясняется, какие простые эфиры имеют точку кипения высшую, чем алкооль, какие низшую. Действительно, если чрез R означим радикал алкоголя, то существует сочетание:

$$\underset{\text{эфир}}{R^2O} + H^2O = \underset{\text{алкооль}}{RHO} + \underset{\text{алкооль}}{RHO}$$

Для температур кипения, по предложенному закону, приближенно должно существовать уравнение:

Температура кипения эфира + 100° = температуре кипения алкооля + температура кипения алкооля.

Или, перенося в другую часть:

Температура кипения алкооля — температура кипения эфира = 100 — температура кипения алкооля.

Итак, разность температур кипения алкооля и его эфира будет положительная (т. е. эфир будет иметь низшую точку кипения), когда алкооль кипит ниже, чем при 100°. И действительно, обыкновенный алкооль кипит при 78°, его эфир еще ниже, при 35°, меф[иле]вый алкооль кипит при 64°, а эфир его есть газ.

Если же температура кипения алкооля больше 100°, то разность температуры кипения алкооля минус температура кипения эфира будет отрицательная, и эфир будет иметь высшую точку кипения, чем алкооль. Так, амиловый алкооль кипит при 132°, а его эфир при 178°.

§ 97. 2) При металептическом замещении (при нем обыкновенно Q есть величина хотя малая, но положительная и бóльшая, чем при сочетательном замещении) обыкновенно

сумма температур кипения действующих [тел] меньше суммы температур кипения происходящих, т. е. $S \cdot T < S \cdot t$. Например:

$$\begin{array}{ll} C^6H^6 + HNO^3 = & S \cdot T = 82 + 86 = 168^\circ \\ = C^6H^5NO^2 + H^2O & S \cdot t = 213 + 100 = 313 \end{array}$$

На основании этого правила можно понимать, почему при действии хлора и брома на многие жидкости происходят, например, следующие продукты металептического замещения, имеющие высшую точку кипения, чем первоначальная жидкость. Так, из уксусной кислоты происходят, например, следующие продукты металептического замещения: $C^2H^3ClO^2$, которого точка кипения 186°; $C^2HCl^3O^2 = 197^\circ$; $C^2H^3BrO^2 = 208^\circ$ и т. д. Тем же правилом объясняется, почему изомерные друг другу эфиры и кислоты имеют неравные температуры кипения, и именно последние имеют высшую точку кипения, например:

Уксусная кислота кипит	при	117°
Муравьинокислый мефиль	»	32
Пропионовая кислота	»	141
Уксуснокислый мефиль	»	56
Масляная кислота	»	156
Уксуснокислый эфиль	»	74

Действительно, эфир есть сочетание кислоты с алкоолем. Например муравьинокислый эфиль:

$$CH^2O^2 + C^2H^6O = C^3H^6O^2 + H^2O,$$

что символически изображается так:

$$\left.\begin{matrix} CHO \\ H \end{matrix}\right\} O + \left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ H \end{matrix}\right\} O = \left.\begin{matrix} CHO \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\} O + \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} O.$$

Здесь C^2H^5 замещает водород типа.

Пропионовую кислоту, изомерную муравьинокислому эфилю, можно рассматривать как продукт металептического замещения, происшедшего между теми же элементами:

$$\left.\begin{matrix} CHO \\ H \end{matrix}\right\} O + \left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ H \end{matrix}\right\} O = \left.\begin{matrix} C(C^2H^5)O \\ H \end{matrix}\right\} O + \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} O.$$

Здесь водород радикала замещается эфилем.

§ 98. 3) При соединениях, т. е. при тех реакциях, при коих происходит сжатие, сумма [температур кипения] * действующих [тел] меньше суммы температур кипения происходящих $S \cdot T < S \cdot t$. Например, из газов при соединении происходят жидкости $C^2H^4 + Cl^2 = C^2H^4Cl^2$ или твердые тела $NH^3 + HCl = NH^4Cl$. По тому же закону соединения многих летучих металлов с кислородом уже не летучи, как Hg^2O, Zn^2O и др.

Этот закон можно формулировать еще более обширно, когда при реакции происходит сжатие, тогда сумма температур кипения действующих [тел] меньше суммы температур кипения происходящих, то есть когда $SW > SV$, тогда $S \cdot T < S \cdot t$.

Оно и понятно — частицы сблизились, притяжение усилилось, следовательно, частицы труднее удаляются друг от друга, нужна бóльшая сила или большее количество теплоты для удаления их друг от друга.

§ 99. Так как *разложение* есть реакция, противоположная соединению, то и понятно, что ***при нем сумма удельных объемов действующих тел меньше суммы удельных объемов происходящих тел***, т. е. происходит расширение, то есть $SW < SV$. Например:

$2C^2H^4O^2 =$ $= C^3H^6O^2 + H^2O + CO^2$	$SW = 2(353) = 706$ $SV = 455 + 112 + 312 = 889$
$C^7H^6O^2 =$ $= C^6H^6 + CO^2$	$SW = 635$ $SV = 566 + 312 = 878$
$C^2H^3Cl^3 =$ $= C^2H^2Cl^2 + HCl$	$SW = 588$ $SV = 485 + 180 = 665$
NC^2H^5O [1] $=$ $= NC^2H^3 + H^2O$	$SW = 329$ $SV = 307 + 112 = 419$
NC^7H^7O [2] $=$ $= NC^7H^5 + H^2O$	$SW = 594$ $SV = 643 + 112 = 755$

[1] Для определения удельного веса ацетамида я употребил нефть, насыщенную (она растворяет очень мало ацетамида) при 0° ацетамидом. Удельный вес такой нефти при 0° = 0.8045 в отношении к воде при 0°. Определение произведено в приборе Реньо при 0°. Вещества взято 1.2036 г, нефть при 0° = 14.3556; нефть + ацетамид при 0° = 14.6947. Из этих данных удельный вес ацетамида при 0° в отношении к воде при 0° = 1.120. Плотность синеродистого мефиля (ацетонитрила) при 0° = 0.8347, по определению Коппа.

[2] Плотность бензамида, которым снабдил меня г. Энгельгардт, по способу, одинаковому с описанным выше, по двум определениям = 1.2728 и 1.2732 при 0°.

* В рукописи описка: «удельных объемов». [*Прим. ред.*].

При разложении $S \cdot T > S \cdot t$. Например, температура кипения бензойной кислоты больше суммы температур кипения бензина и углекислоты. Температура кипения воды больше суммы температур кипения водорода и кислорода и т. д. По причине, подобной этим, нелетучие органические вещества, значит имеющие очень высокую температуру кипения, при разложении дают газы и летучие продукты.

§ 100. Итак, при замещениях приближенно:

Для объемов пара $W = V$; для уд. объемов $SW = SV$; для точек кипения $S \cdot T = S \cdot t$.

При соединении:

$$W > V$$

$$SW > SV$$

$$S \cdot T < S \cdot t,$$

а при разложении обратно:

$$W < V$$

$$SW < SV$$

$$S \cdot T > S \cdot t.$$

Итак, три естественные класса изменений объемов соответствуют трем родам реакций, согласно совершаются в парах и в твердых и жидких телах, определяют соответственные изменения в температурах кипения.*

---

* §§ 101, 102, 103 в рукописи отсутствуют, так же как и всякое упоминание о них, так как часть 3-я диссертации начинается с § 104. [*Прим. ред.*].

Часть 3

О составе кремнеземных соединений *

§ 104. Как органическая материя [об]условливается присутствием углерода и им изобилует, [так и]** минеральное царство [изобилует]** кремнеземистыми соединениями.[1] В коре земной (нередко) встречаются другие соединения, подобно тому, как и в организмах встречаются иногда тела безуглеродные.

Кремний и углерод суть два вещества, весьма близкие между собою в свободном состоянии, что видно особенно из исследований Сен-Клер-Девилля, Вёлера и Сенармона,[2] а между тем большая часть их соединений столь резко отличается, что составляет два противоположных предела известных нам сложных тел. [Наличие кремнезема],** опре-

---

* На первой странице рукописи Д. И. Менделеева имеются следующие зачеркнутые слова: «Строение»; «Удельные объемы кремнеземистых соединений», а также следующее примечание. «Предлагаемая статья была написана в Октябре 1856 г. Она служила окончанием помещенной в том же году в „Горном журнале“ статьи „Удельные объемы“. По независящим от меня обстоятельствам, она не была помещена в этом журнале, хотя и была передана в его редакцию вместе с обещанным продолжением „Удельных объемов“». [*Прим. ред.*].

** Повреждение рукописи. [*Прим. ред.*].

[1] Потт, Картейзер, Шеле и Бергман в конце прошлого столетия отличили кремнезем от глинозема и извести. Берцелиус в начале нынешнего столетия определил, что в кремнеземе есть особое простое тело и кислород. Смидсон в 1811 [г.] первый сказал, что многие минералы суть соли кремнекислоты.

[2] W ö h l e r, Pogg. Ann., XCVII, 484; Ann. d. Chim. et d. Phys. (3), XLVII, 116; Chem. Centralbl., 1856, 140; Compt. rend., XLII, 48.— H. S a i n t e-C l a i r e D e v i l l e, Compt. rend., XXXIX, 321; XL, 1034; XLI, 1953; Ann. d. Chim. et d. Phys., XLIII, 31; XLIV, 116; Pogg. Ann., XLVII, 484 и особенно Ann. d. Chim. et d. Phys., 1857 (3), XLIX, 62. — S e n a r m o n t, ibid. (3), XLVII, 169; Compt. rend., XLII, 313.

деляя неживую [природу]*, отличает [соединения большим]* постоянством, [а также]* содержанием металлов. Другие являются принадлежностью органической живой материи или, по крайней мере, той части неживой материи (углекислота, органическая часть почвы, каменный уголь и т. п.), которая ведет начало от организмов и служит к их образованию. Соединения углерода большею частью легко разлагаются и содержат водород или азот. Резкое отличие кремнеземистых и углеродистых соединений не мешает, однако, им иметь довольно значительное сходство в некоторых отношениях. Так, например, состав многих соединений, содержащих тот или другой из этих простых тел, изображается формулою:

$$R^{m}M^{n}O^{x},$$

где R есть углерод или кремний, M — водород, азот[?] или металлы; m, n и x по большей части величины довольно большие, т. е. эмпирический состав сравниваемых тел вообще очень сходен, ибо несомненно сходство металлов с водородом и кремния с углеродом.

Сахар $C^{12}H^{22}O^{11}$ [1]	Полевой шпат $Si^{6}(alK)O^{8}$
Аспарагин $C^{4}(H^{8}N^{2})O^{3}$	Родонит $Si^{2}Mn^{2}O^{3}$
Амиловый спирт $C^{5}H^{12}O$	Везувиан $Si^{5}(Ca^{6}al^{4})O^{10}$
Масло отрубей $C^{5}H^{4}O^{2}$	Лабрадор $Si^{3}(Ca\ al^{3})O^{5}$
Анисовое масло $C^{7}H^{8}O$	Авгит $Si^{2}(CaMg)O^{3}$
	и т. д.

Главный материал всех органических тел составляют четыре элемента. Немногим более число простых тел, образующих кремнеземистые соединения. Органические элементы, равно как и минеральные, образуют чаще всего немногие по числу, но огромные по массе постоянные соединения. Таковы крахмал, клетчатка, белковина, углекислота и в минеральном царстве — полевой шпат, пироксен, слюда, кварц. Среди преизобилования этих соединений попадаются другие, более редкие и случайные. Как минеральные, так и органические тела при известных обстоятельствах легко превращаются в другие соединения.

---

* Повреждение рукописи. [*Прим. ред.*].

[1] Припомним, что мы употребляем паи простых тел, предложенные Жераром: O = 100, H = 6.25, C = 75, N = 87.5, Si = 90.6, K = 244, al = 57.1, Fe = 175, fe = 117 и т. д. Если же нам нужно употребить паи Берцелиуса, мы ставим внизу букву b: $_{b}$Si = 3Si, $_{b}$K = 2K, $_{b}$Al = 3al, $_{b}$Fe = 2Fe и т. д. Точно так же пай кремния, по Гмелину, $_{g}$Si = 2Si = $= {}^{2}/_{3}{}_{b}$Si. Так же si = $^{1}/_{2}$Si.

При этом легко рождаются вопросы: отчего же вещества, столь сходственные по составу и элементам, столь резко отличаются друг от друга по свойствам физическим и химическим? От чего при малом числе элементов зависит разнообразие в телах того и другого царства?

Многочисленные сведения о составе и строении[1] органических тел дают некоторую возможность решить эти вопросы по отношению к ним, но недостаток сведений о строении кремнекислых соединений не дает права сделать общее решение указанных вопросов. Все преимущества изучения лежат на стороне органических тел. Ими занимались все лучшие ученые нового времени, начиная с Гей-Люсака до Жерара и Гофмана; их анализ и легок и точен, их продукты обыкновенно резко отличаются друг от друга, паи тел, в них входящие, точно известны, разнообразные воззрения на них соединяются, наконец, мало-помалу в одно целое, лишенное искусственности.

Совершенно противное должны мы сказать о кремнеземистых соединениях, в изучении которых господствует рутина — нет почти вовсе строгого и естественного начала. Эти начала не только не вырабатываются, но даже не заметно и стремление к установлению их. До сих пор еще большинство минералогов жаркие дуалисты, по прихоти располагающие элементами. До сих пор только один Берцелиус обратил должное внимание на строение минералов — за ним все последовали, и когда главные основания теоретического воззрения шведского ученого были опровергнуты, все еще признавались прямые следствия этих начал. Огромный запас новых сведений наглядно указал неточность следствий, но усилия ученых обратились не к поверке начал, а к опровержению указанных исключений, к составлению побочных теорий, оставляющих неприкосновенною главную теорию. В минеральной химии имя Берцелиуса имеет и до сих пор еще то значение, каким пользовалось за четверть столетия назад, тогда как в остальной части химии славное и уважаемое имя шведского ученого предано истории, вместе с именами Альберта Великого, Парацельза, Сталя, Лавуазье, Деви. Присовокупите ко всему этому трудность и неточность анализа, сходственность (а потому и трудное отделение) всех продуктов, получающихся при разложении и

[1] Определить строение данного химического соединения значит (в настоящее время) изучить его реакции и показать сходство этого тела по реакциям с другими соединениями.

взаимодействии кремнеземистых соединений, прибавьте малую точность паев простых тел,[1] входящих в состав кремнеземистых соединений, и вы увидите причины недостатка точных сведений о кремнеземистых соединениях, сведений, сообразных с новым состоянием науки.

Пришла, нам кажется, пора обратиться к изучению этого неразработанного предмета. В наше время уже есть возможность заменить взгляды Берцелиуса. Постараемся же изложить наше мнение по этому предмету. Для того чтоб яснее понять основания его, упомянем в немногих словах об особенностях в составе кремнеземных соединений, о прежних теориях, изъяснявших эти особенности.

§ 105. Исследуя состав многих кремнеземистых соединений, Берцелиус показал, что они подчинены общим законам стехиометрии (1816 г.), и что в данном известном минерале количества кислорода в окислах $_b\dot{R}$ и $_b\bar{R}$ и в кремнеземе находятся в постоянном и простом отношении друг к другу.

Последнее правило (1824 г.), укрепленное исследованиями Мичерлиха (1819 г.) и анализами Генриха Розе (авгитов), Бонсдорфа (амфиболов), Вахтмейстера (граната) и самого Берцелиуса, это правило дало первую возможность определить стехиометрический состав рассматриваемых нами тел, но оно не всегда справедливо, как мы это вскоре увидим.

Сделавши вышеуказанное важное открытие, Берцелиус, по примеру ранее исследованных соединений, принял, что кремнезем есть кислота, соединенная в кремнеземистых соединениях с основаниями. Требовалось узнать число паев кислорода в этой кислоте. Берцелиус заметил, что в полевом шпате количество кислорода в кислоте в три раза больше, чем в основаниях ($\dot{R}$ и $\bar{R}$), подобно тому, как это замечается во всех средних сернокислых солях. Берцелиус думал, что это отношение кислорода есть самое обыкновенное, и потому полагал, что оно есть нормальное и полевой шпат — соль средняя, что в нем основания насыщены кислотою. Потому состав кремнезема он обозначил подобно составу безводной серной кислоты SiO^3, а полевой шпат подобно безводным квасцам.

Квасцы $KOSO^3 * + Al^2O^3 3SO^3$

Полевой шпат $K^2OSiO^3 + Al^2O^3 3SiO^3$

---

[1] Так, пай кремния был определен только Берцелиусом и Пелузом — 92 по Берцелиусу, 89 по Пелузу. Пай глиния определен всего один раз.

* См. примечание редактора на стр. 101 и 112 этого тома. [*Прим. ред.*].

Точно так же

Ангидрит $CaOSO^3$,

Жефферсонит $CaOSiO^3$.

Берцелиус говорил, что невозможно принять кремнезем ни за SiO^2, ни за SiO, ибо тогда состав полевого шпата, обыкновеннейшего минерала, должен быть уподоблен кислой соли, т. е.

$$KO3SiO^2 + Al^2O^33SiO^2 \text{ и}$$

$$KO6SiO + Al^2O^36SiO.$$

Против этого произвольного принятия полевого шпата за среднюю соль говорит очень многое. Другие обыкновеннейшие минералы, часто встречающиеся со шпатом, должны быть признаны за основные соли. Так, например, слюда и гранат

$$3(RO)SiO^3 + R^2O^3SiO^3$$

есть тела, богатые довольно сильными основаниями. Они встречаются в гранате, где много свободной кремнекислоты. Непонятно происхождение основной соли в присутствии свободной кислоты и в тех обстоятельствах, когда образуется рядом средняя соль. Напротив того, если признать слюду и гранат за соли средние, то будет понятно, почему в присутствии избытка кислоты образуется (полевой шпат) кислая соль.

Едва ли найдется в современной химии другое понятие более неточное, как понятие о средней соли. Не входим здесь в критику различных взглядов на этот предмет, остановимся только на фактах и мнениях, в недавнее время выраженных Маргеритом.[1]

Раствор чистого (многократно кристаллизованного и прокаленного) сернокислого кали или натра оказывает щелочную реакцию. Она ясно видна, употребляя фиолетовую бумажку [далии(?)], цвет которой довольно быстро превращается в зеленый. Красная лакмусовая бумажка синеет в растворе названных солей, после прикосновения в продолжение нескольких часов. Известно потом, что многие средние соли оказывают щелочную (например углекислые кали,

[1] Marguerite. De la neutralité dans les sels. Ann. d. Chim. et d. Phys. (3), 1856, XLVIII, 355.

натр, известь, сернокислая известь) или кислую реакции. Итак нет солей средних в отношении к растительным цветам или они никак не могут служить принципом для рационального деления солей на средние, кислые и щелочные. Правило Шевреля: «средняя соль есть такая, которая не может соединяться более ни с кислотою, ни с основанием» также не может быть принципом для отличия солей, потому что известно, сколь много степеней соединения образуют щелочи (и другие основания) с некоторыми кислотами, например с углекислотою, щавелевою, хромовою, серною и другими кислотами, не говоря уже о кремнекислоте, борной и фосфорной кислотах. Видевши недостаточность обоих начал и невозможность соглашения их, Маргерит старается определить среднюю соль так: средняя соль есть только та, которая не оказывает быстрого влияния на растительные цвета и не может соединяться ни с кислотою, ни с основанием, например селитра, хлорноватокислое кали и др. Кислая соль способна соединяться с основаниями, например соли сильных кислот с металлическими основаниями, и щелочная соль способна соединяться с кислотою — таковы соли щелочей и слабых кислот. Количество кислорода не есть признак и средство для определения характера соли, ибо степень сродства соли с основаниями и кислотами зависит от *количества* и *качества* элементов, образующих соль. Эта естественная классификация не возможна, потому что класс средних солей (в этом смысле) не существует почти (хотя азотнокислое кали не соединяется ни с кали, ни с азотною кислотою, но весьма вероятно, что может образовать с безводною азотною кислотою кислую соль, подобно уксуснокислому кали), потому что тогда некоторые соли (как $2(K^2O), P^2O^5, K^2O, 2C^2O^3$ и др.) должно отнести ко всем трем классам и, наконец, потому, что тогда характер соли можно узнать только одним опытом, в полноте которого никогда нет ручательства (кто знает: может быть бертолетова соль способна соединяться еще с кислотою или основанием при известных условиях), что лишает всю систему всякой пользы и рациональности. Маргерит заключает свой мемуар мнением о излишестве и вреде введения в науку понятия о средней соли.

Мы удерживаем название средних солей в том смысле, в каком большую часть их Л. Гмелин[1] называет *нормальными солями*. Это суть соли с обыкновеннейшим отноше-

[1] L. Gmelin. Handbuch der Chemie, 5 Aufl., I, 1853, 468.

нием кислорода (когда оно есть) между основанием и кислотою. Соли по старым формулам $(M)O,SO^3$; $(M)O,NO^2$; $(M)O,CO^2$ — суть средние. Признание их полезно для облегчения в обозначениях и для обобщения наибольшего ряда явлений. Только мы признаем некоторые кислоты (по преимуществу сходные с основаниями) неспособными образовать средние соли, ибо для них нет *обыкновеннейшего* отношения кислорода. Таковы соли фосфорной, кремневой, борной кислот. На следующих страницах мы придаем название гибридных тем радикалам, которые способны образовать такие кислоты. Потому понятие средней, или нормальной, соли есть понятие условное, так точно, как понятие о том, которое из чисел, выражающих пропорциональное отношение в химическом соединении, назвать паем. И там и здесь дело решается удобством, многосторонним изучением и отчасти даже укоренившимися понятиями. Связь между понятием о пае и средней, или нормальной, соли видна также и из того, что пай определяют весьма часто из изучения состава средней соли (например, из состава сернокислого кали можно определить пай серной кислоты и серы) и, обратно, по паю кислоты судят о нормальности соли, ибо (по Л. Гмелину, loc. cit) нормальная соль есть соединение пая кислоты с паем основания. Мы думаем, повторим еще раз, что полезно признавать средние соли, только не для всех кислот. В смысле жераровой теории среднюю соль можно определить так: средняя кислородная соль есть тело типа воды, в которой половина водорода замещена *радикалом кислоты*, а другая половина металлом или металлами, способными вступать в двойное соляное разложение. По типу HH,O составлены средние соли: $K(NO^2),O$; $Na(C^2H^3O),O$; по типу H^2H^2,O^2 соли: $Ca^2(SO^2),O^2$; $Fe^2(CO),O^2$ и др.

Постоянно употребляя различные паи кремния и различные формулы кремнекислоты, мы считаем не излишним упомянуть о способах переведения формул одного рода в формулы другого рода. Скажем сначала о трех первых родах формул:

Когда для кремнекислоты принимается формула	то пай кремния равен (пай O = 100),	и пай кремнезема равен
1) SiO^3 [$= \dot{S}\dot{i} = {}^3/_2\dot{S}\dot{i} = 3Si$]	271.8	271.8 + 300 = 571.8
2) SiO^2 [$= {}^2/_3\dot{S}\dot{i} = {}^1/_2\dot{S}\dot{i} = 2Si$]	181.2 ($= {}^2/_3$ 271.8)	181.2 + 200 = 381.2
3) SiO [$= \dot{S}\dot{i} = {}^1/_3\dot{S}\dot{i} = {}^1/_2\dot{S}\dot{i}$]	90.6 ($= {}^1/_3$ 271.8)	90.6 + 100 = 190.6

Если дана формула по паям Берцелиуса, то для перехода к формулам по паю Si = 181.2 должно умножить формулу на 2 и разделить на 3. Формула полевого шпата есть:

$$RO SiO^3 + Al^2O^3 3SiO^3 = RO,\ Al^2O^3,\ 4SiO^3.$$

Умножим ее на 2 и разделим на 3 — получим:

$$^2/_3 RO,\ ^2/_3 Al^2O^3,\ ^8/_3 SiO^3.$$

А как $SiO^3 = {}^3/_{2g} SiO^2$, то $^8/_3 SiO^3 = {}^8/_3 \cdot {}^3/_2 SiO^2 = 4SiO^2$, откуда формула наша равна:

$$^2/_3 RO,\ ^2/_3 Al^2O^3,\ 4_g SiO^2.$$

Но неудобно употреблять дробные показатели при RO и Al^2O^3, а потому всю формулу должно умножить на 3. Получим

$$2RO,\ 2Al^2O^3,\ 12SiO^2.$$

Коэффициенты все четные, сократим на 2:

$$RO,\ Al^2O^3,\ 6SiO^2 = RO,\ 3SiO^2 + Al^2O^3,\ 3SiO^2.$$

Вот формула полевого шпата.

Тот же самый переход от одной формулы к другой еще легче сделать, соображая одно количество кислорода — пай его остается постоянным, а следовательно и число его паев должно оставаться одинаковым или равно увеличиваться во всей формуле. В полевом шпате в обеих формулах 16 паев кислорода.

Чтоб от формул с $\ddot{S}i$ перейти к формулам $\dot{S}i$ стоит разделить формулу на три: для полевого шпата получим

$$^1/_3 RO,\ ^1/_3 Al^2O^3,\ 4SiO$$

или

$$RO,\ Al^2O^3,\ 12SiO.$$

Так же точно совершается и обратный переход. Теперь постараемся показать способ превращения берцелиусовых формул в жераровы, где окислы имеют формулу R^2O и r^2O, а кремнезем SiO. Для перехода припомним по Берцелиусу:

$$SiO^3,\ Al^2O^3,\ Fe^2O^3,\ RO,\ HO;$$

по Жерару:

$$3SiO,\ 3al^2O,\ 3fe^2O,\ R^2O,\ H^2O.$$

Итак, пусть даже формула берцелиусовская, например формула граната:

$$3RO,\ SiO^3 + R^2O^3,\ SiO^3 = 3RO,\ R^2O^3,\ 2SiO^3.$$

По Жерару, последняя формула будет:

$$3R^2O,\ 3r^2O,\ 6SiO = R^6,\ r^6,\ Si^6O^{12}$$

или, сокративши на 6, получим для граната:

$$RrSiO^2.$$

Точно так же формула авгита 3RO, $2SiO^3$, по Жерару, будет

$$3R^2O,\ 6SiO = R^6Si^6O^9 = 3[R^2Si^2O^3].$$

Мы ввели для простоты изложения для кремнезема формулу si^2O. Очевидно, что $SiO^3 = si^6O^3 = 3si^2O$; $SiO^2 = si^4O^2 = 2si^2O$ и $SiO = si^2O$. Чтоб перейти от формул Жерара к употребляемым нами, должно разделить формулу на число паев кислорода. Жераровская формула авгита будет

$$R^2Si^2O^3 = R^2si^4O^3$$

и превратится в следующую:

$$R^{2/3}si^{4/3}O.$$

Свойство этих формул: сумма показателей у R, r и si всегда = 2, а кислорода = 1. Чтоб от дробных показателей перейти к целым, должно всю формулу помножить на знаменателя. Так, формула полевого шпата по Жерару:

$$Kal^3Si^6O^8 = Kal^3si^{12}O^8.$$

Она может быть изображена так:

$$K^{1/8}al^{3/8}si^{12/8}, O.$$

Чтобы перейти к целым числам, должно умножить на 8:

$$Kal^3si^{12},\ O^8.$$

Свойство этих формул: сумма показателей R, r и si вдвое более показателя, стоящего при кислороде.

Притом отношение кислорода, принятое Берцелиусом за обыкновеннейшее (1 : 3), есть одно из редких, ибо есть множество разнообразнейших отношений, в каком находятся между собою количества кислорода в основаниях и кремнеземе, что особенно[1] ясно из записки Раммельсберга,[2] рас-

	Если количество кислорода в основаниях равно единице,	то количество кислорода в кремнеземе, соединенном с ними, равно	Эмпирическая формула	
			по Берцелиусу	по Жерару
Ставролит из С. Готарда	1 :	1/2	$\dot{\dot{R}}Si$	r^4Si^3O
Ставролит из Airlo . .	1	2/3	$\dot{\dot{A}}l^3Si^2$	$al^6Si^2O^5$
Ставролит с Урала . .	1 :	4/5	$\dot{\dot{A}}l^5Si^4$	$al^{10}Si^4O^9$
Гранат	1 :	1	$\dot{R}^3\dot{R}Si^2$	$RrSiO^2$
Одноосная слюда . . .	То же		То же	
Эпидот и вернерит . .	То же		$\dot{R}^3\dot{R}^2Si^3$	$R^2r^4Si^3O^6$
Анортит	То же		$\dot{R}^3\dot{R}^3Si^4$	$Rr^3Si^2O^4$
Алланит, церин и ортит	То же		$\dot{R}^9\dot{R}^2Si^5$	$R^6r^4Si^5O^{10}$
Оливин	То же		$\dot{R}^3Si$	R^2SiO^2
Фенакит	То же		$\dot{B}e^3Si$	be^2SiO^2
Циркон	То же		$\dot{\dot{Z}}rSi$	zr^2SiO^2
Ксенолит, диплоит, индианит, амфоделит, вертит, лепидомелан, мейонит, тулит, марганцовый эпидот, пушкинит, соссюрит, гумбольдит, зарколит, малакон, бухольцит, силлиманит, тефроит, железистый силикат, инсбелит, гиалосидерит и виллиамит имеют также отношение . .	1 :	1		

[1] В недавнее время Фреми (Fremy, Compt. rend., XLIII, 1176) получил многие кристаллические соединения щелочей и кремнезема. Они суть: K^2Si^9, $O^{10} + H^2O$; Na^2Si^9, $O^{10} + H^2O$; K^4Si^9, $O^{11} + H^2O$; K^6Si^9, $O^{12} + H_2O$ и Na^8Si^9, $O^{13} + 26H^2O$.

[2] Rammelsberg. Vergleichende Uebersicht der natürlichen Silikate nach den Sauerstoffverhältnissen ihrer Bestandtheile. Pogg. Ann., 1875, LXXII, 95.

Продолжение

	Если количество кислорода в основаниях равно единице,	то количество кислорода в кремнеземе, соединенном с ними, равно	Эмпирическая формула	
			по Берцелиусу	по Жерару
Первый эфир Эбельмена[1]	1	1	$\dot{C}^{4}H^{10}\dddot{S}i$	$(C^{2}H^{5})^{2}SiO^{2}$
Кордиерит	1	$^{5}/_{4}$	$\dot{R}^{3}\dddot{R}^{3}Si^{5}$	$R^{2}r^{6}Si^{5}O^{9}$
Скаполит	1	$^{4}/_{3}$	$\dot{R}^{3}\dddot{A}l^{2}Si^{4}$	$R^{2}al^{4}Si^{4}O^{7}$
Лабрадор	1	$^{3}/_{2}$	$\dddot{R}Al\dddot{S}i^{2}$	$Ral^{3}Si^{3}O^{5}$
Авгит, волластонит, родонит и др.	1 :	2	$\dot{R}^{3}Si^{2}$	$R^{2}Si^{2}O^{3}$
Тафельшпат	То же		$\dot{C}a^{3}\dddot{S}i^{2}$	$Ca^{2}Si^{2}O^{3}$
Берилл	То же		$\dot{B}e^{3}\dddot{A}l\dddot{S}i^{4}$	$albeSi^{2}O^{8}$
Лейцит	То же		$\dot{K}^{3}\dddot{A}l^{3}\dddot{S}i^{8}$	$Kal^{3}Si^{4}O^{6}$
Второй эфир Эбельмена	То же		$(\dot{C}^{4}H^{10})^{3}\dddot{S}i^{2}$	$(C^{2}H^{5})^{2}Si^{2}O^{3}$
Амфибол и нефрит . .	1	$^{9}/_{4}$	$\dot{R}^{4}Si^{3}$	$R^{8}Si^{9}O^{13}$
Олигоклаз	То же		$\dddot{R}Al\dddot{S}i^{3}$	$R^{2}al^{6}Si^{9}O^{13}$
Тальк	1	$^{5}/_{2}$	$\dot{M}g^{6}\dddot{S}i^{5}$	$Mg^{4}Si^{5}O^{7}$
Полевой шпат, альбит и периклин	1	3	$\dot{K}\dddot{A}l\dddot{S}i^{4}$	$Kal^{3}Si^{6}O^{8}$
Жефферсонит и трисиликат извести	То же		$\dot{R}Si$	$R^{2}Si^{3}O^{4}$
Агальматолит	То же		$\ddot{R}Si^{3}$	$al^{2}Si^{3}O^{4}$
Гидрат кремнекислоты, высушенной при обыкновенной температуре в безвоздушном пространстве (Doveri) . .	То же		$\dot{H}Si$	$H^{2}Si^{3}O^{4}$

смотревшего в этом отношении все довольно хорошо известные минералы. Заимствуем из его весьма полезной статьи данные для известнейших минералов. Совокупляем коли-

[1] Ebelmen, Journ. f. pract. Chem., XXXVII, 347.

чества кислорода в окислах RO, R^2O^3, ибо те и другие окислы одинаково должно считать основаниями.

Принявши для кремнезема формулу Берцелиуса, мы должны считать почти все кремнекислые соединения за основные соли, ибо отношение, большее, [чем] 1 : 3, очень редко. Притом и само принятое Берцелиусом отношение очень редко. В раммельсберговой таблице таких тел всего 6, тогда как отношение 1 : 1 встречается более, чем у 30 минералов, и отношение 1 : 2 у девяти.

Итак, нет причины приписывать кремнезему строение SiO^3 (по Берцелиусу), ибо скорее можно признать полевой шпат за кислую соль, чем рассматривать почти все остальные минералы как основные соли слабой кислоты.

Не говорим уже о распределении элементов, какое придавали Берцелиус и его последователи всем кремнеземистым соединениям. Произвольность его известна каждому.

Несправедливость взгляда Берцелиуса на пай кремния доказывается, между прочим, тем, что хлористый кремний должен обозначаться: $SiCl^3$. Удельный объем паров по этой формуле равен 3, а известно, что удельный объем паров всех хорошо известных тел равен 4 или 2. По теории Жерара все тела имеют частицу, занимающую в парообразном состоянии 2 объема, а потому частица хлористого кремния есть Si^2Cl^4, а не Si^3Cl^6, или по паям Берцелиуса $Si^{2/3}Cl^{6/3}$, а не $SiCl^3$.

Видевши произвольность мнения Берцелиуса о строении кремнезема и некоторых из упомянутых неудобств, Годен,[1] Кюн,[2] Гмелин,[3] Ейнбродт[4] дают для кремнекислоты формулу SiO^2. Выбор этой формулы опять есть дело почти одного произвола, но в нем руководством Гмелина [было]: с одной стороны, сходство кремния с углеродом, а с другой стороны — то удобство его формул, по которому почти равное число природных кремнекислых соединений должно отнести к основным и кислым соединениям. Гмелин полагал, что кислота кремния устроена как кислота углерода. Потому авгит $ROSiO^2$, берилл и лейцит суть средние соли, полевой шпат, амфибол, тальк — кислые, а гранат, слюда, циркон и лабрадор — основные соли. В пользу мнения Гмелина говорит удельный объем паров хлористого кремния и эфи-

---

[1] Gaudin, Ann. d. Chem. et Phys. (I), LII, 125. L. Gmelin Handbuch der Chemie, 5 Aufl., 320.

[2] Kühn, Stöchiometrie, III. L. Gmelin's Handbuch; ibid.

[3] L. Gmelin. Handbuch der Chemie.

[4] P. Einbrodt, Lieb. Ann. d. Chem. und Pharm., LV, 333.

ров, полученных Эбельменом, потому что частица их (2 объема) выражается формулами с целым, а не дробным числом паев.

Кремнефтористоводородная кислота изображается также весьма просто ($2HF + SiF^4 = H^2SiF^6$. Кроме того в пользу того мнения, что кремнезем есть SiO^2, говорит то, что замечается при действии кремнезема на углекислые щелочи (Г. Розе и Ейнбродт). Г. Розе[1] показал, что при сплавлении избытка углекислого кали с измельченным кремнеземом вытесняется такое количество углекислоты, что в ней заключается столько же кислорода, как и во взятом кремнеземе — следовательно, пай CO^2 вытесняется паем SiO^2.[2]

Мариньяк в пользу той же самой формулы кремнекислоты приводит весьма интересный факт изоморфности солей (изображая старыми формулами) $MSiF^3$ и $MSnF^3$, почему и заключает, что окись олова SnO^2 и кремнезем SiO^2 имеют подобные формулы.

Приведенные соединения и реакции трудно изъясняются сообразно с мнением Берцелиуса. Открытие канкринита придало еще большее значение тому мнению, которое защищал Гмелин и приняли многие минералоги. Анализы Г. Розе показали, что в канкрините заключается соединение оснований с кремнеземом и углекислотою. Это есть как бы случай замещения (по изоморфизму) углекислых и кремнеземистых соединений. Обыкновенно принимаемая формула канкринита есть по взгляду Берцелиуса:

$$2\left[\dot{N}a^2\ddot{S}i + 2\ddot{A}l\ddot{S}i + \left(\widetilde{NaCa}\right)\ddot{C}\right] + 3\dot{H}\ ^3$$

или по взгляду Гмелина:

$$4\dot{N}a\ddot{S}i + \ddot{A}l^4\ddot{S}i^5 + \widetilde{2(NaCa)}\ddot{C} + 3\dot{H}.$$

Формулы эти, удивительные по своей произвольности в группировке элементов, притом отличаются малою точ-

[1] H. Rose, Gilbert's Ann., LXXIII, 84.

[2] Это опровергнуто в новое время. Показано (Kopp, Jahresber., 1856), что при разных условиях вытесняется различное количество углекислоты.

[3] О составе канкринита подробнейшее исследование заключается в «Материалах для минералогии России» Кокшарова, I, стр. 341, II, стр. 111. Кроме того г. Пузыревский («О составе канкринита». Рассуждение кандидата Пл. Пузыревского для получения степени магистра минералогии и геогнозии. СПб. 1857. 20 стр. 1/8) произвел анализы и дал новое собрание материалов относящихся до канкринита.

ностью. Так, они требуют [когда (NaCa)$=^1/_3$ Na $+ ^2/_3$ Ca], чтобы было в минерале 37.64% кремнезема, 27.89% глинозема, 19.75% натра, а [найдено]:

	Кремнезема	Глинозема	Натра
Для канкринита ильменских гор:			
По анализам г-на Пузыревского	35.96	29.57	18.53
По анализам г-на Струве	35.50	28.16	20.20
Для канкринита тункинских гор:			
По анализам г-на Пузыревского	37.72	27.75	21.60
По анализам г-на Струве	38.33	28.55	20.37

Не предлагая новой формулы, заметим, что все лучшие анализы и средний вывод из них показывает, что в канкрините заключается такое количество оснований ($\ddot{A}l$, $\dot{C}a$, $\dot{N}a$ и $\dot{H}$) и кислот ($\ddot{C}$ и $\ddot{S}i$), что количество кислорода в тех и других равное.

	Сумма количеств кислорода в $\ddot{S}i + \ddot{C}$	Суммаколичеств кислорода в $\ddot{A}l + \dot{C}a + \dot{N}a + \dot{H}$
В канкрините ильменских гор (г. Струве)	18.62 + 4.24 = 22.86	13.15 + 1.76 + 5.18 + 3.38 = 23.47
То же по анализам г-на Пузыревского	18.67 + 4.03 = 22.70	13.81 + 1.62 + 4.74 + 3.29 = 23.46
Канкринит тункинских гор (г. Пузыревский) . . .	19.58 + 4.07 = 23.65	12.79 + 0.88 + 5.54 + 3.57 = 22.78
Канкринит из Личфильда, по анализам Витнея . . .	19.79 + 4.33 = 24.12	12.59 + 1.11 + 5.50 + 2.49 = 21.69
	23.33	22.85

Среднее из 13 известных[1] анализов (полных или неполных) канкринита 23.98 [и] 23.38.

Это показывает, что в канкрините суммы количеств кислорода в основаниях с водою и в кремнеземе с углекислотою равны. Значит, оба последние окисла сходствуют между собою, по крайней мере на столько, сколько сходны между собою основания канкринита — $\dot{A}l$, $\dot{C}a$, $\dot{N}a$ и $\dot{H}$. А это сходство говорит в пользу формулы, данной Л. Гмелиным для кремнезема.

Противу мнения Л. Гмелина можно возражать тем, что в граните (где есть излишек кремнезема в виде кварца) могли произойти и кислые (как полевой шпат) и основные (слюда, гранат) соли, по странному стечению обстоятельств — нет солей, признаваемых за средние, которые тем и характеризуются, что происходят и легко и часто. Притом из того, что частица хлористого кремния есть $SiCl^4$, не следует еще, чтоб кремнекислота была SiO^2, ибо частица хлористого мышьяка есть $AsCl^3$, а мышьяковистой кислоты As^4O^6.[2]

§ 107. Следя за двумя изложенными способами изъяснения состава кремнеземистых соединений, легко было угадать появление третьего взгляда, по которому кремнезем есть SiO.

---

[1] Упоминаемых в диссертации г-на Пузыревского.

[2] Вообще ошибочно из хлористого соединения заключать всегда о строении окисла. Уже по одному этому доказательство, некогда предложенное Коппом (Lieb. Ann., LXVII, 356) в пользу формулы SiO^3, не справедливо, как это признал сам Копп (Ann. d. Chim. et Phys. (3), 1856, XLVII, 166) и показали другие (Arch. d. scienc. phys. et natur, XXXII, 230), особенно, когда Гофман (Ber. d. Berl. Acad., 1856, Mars; Ann. Chim. (3), XLVIII, 164) вздумал приложить то же правило к соединениям титана. Правило Коппа говорит: когда 1 пай хлора замещается 1 паем брома, то точка кипения возвышается на 32° С, когда 2 пая, то на $2 \times 32°$, когда n паев, то на $n \times 32°$ С. Это неверно. Для соединения эфилена разность $= 131° - 85° = 2 \times 23°$, для соединения амиля $= 119° - 102° = 17°$, для соединения эфиля $= 41° - 11° = 30°$, для соединения сурьмы $= 275° - 223° = 3 \times 17°$, и т. д. Итак: при постоянной разности в составе может быть большое различие в разности точек кипения. Замечая, что разность точек кипения бромистого и хлористого кремния = (по опытам Пьерра, $153° - 59° = 94°$, по опытам Сергодла, $149° - 50° = 99°$) около 96°, что [равно] $3 \times 32°$, Копп заключил, что при этом три пая хлора заступают три пая брома, а потому и состав кремниевых соединений есть в $SiCl^3$, $SiBr^3$, SiO^3... Так как основной закон Коппа неверен, то, очевидно, и следствий его мы принимать не должны.

Его предложили[1] Ебельмен, Дюма, Пелуз, Делафос, Лоран и Жерар и в недавнее время Рейнш.[2] Он удобен тем, что очень прост и дает возможность избежать всех тех неудобств, какие видели мы в двух предыдущих теориях. При этом взгляде многие соединения будут средними, и почти все остальные кислыми, что понятно, ибо всегда и везде почти был избыток кремнезема. Впрочем, Лоран, давши кремнезему формулу SiO, руководствовался одним только желанием упростить его формулу и избежать произвола; он понимал, что знание процентного содержания не может вести к познанию строения.

Вся трудность изъяснения строения кремнекислых соединений состоит в том, что они не походят на соединения многих других кислот.

Первую и главную особенность рассматриваемых нами тел мы уже указали, показавши, что для них отношение кислорода очень изменчиво, тогда как для других кислот оно, обыкновенно, очень постоянно. Так, в азотнокислых солях отношение количества кислорода в основаниях (считая и воду) к кислороду кислоты равно 1 : 5, в сернокислых солях 1 : 3. По этому постоянному отношению и находят истинное число паев кислорода в кислотах, ибо в окислах постоянно находится один (или иногда по теории Берцелиуса и три пая) пай кислорода. Это постоянное отношение есть свойство средних солей. В кремнекислых соединениях нет этого постоянного отношения, а потому нет и средних солей в истинном их смысле. Выбор одной из них за среднюю всегда будет делом произвола. Итак, в кремнеземистых соединениях кремнезем относится к другим окислам как-то иначе, чем безводная кислота относится к основаниям в обыкновенных солях. Словом, кремнеземистые соединения устроены иначе, чем обыкновенные соли.

К этой главнейшей особенности кремнеземистых соединений присовокупилось еще несколько других, не менее важных, опровергающих прежнее воззрение на строение минералов.

§ 108. При рассматривании состава какого-либо определенного минерала замечают очень часто, что отношение

---

[1] Подобного взгляда держались минералоги, называвшие соединения $\dot{R}^3\ddot{S}i$ и $\dot{R}\ddot{S}i$ средними, а $\dot{R}^3\ddot{S}i^2$ бисиликатами и $\dot{R}\ddot{S}i$ трисиликатами. Это ввел, если не ошибаюсь, Томсон.

[2] Reinsch, Neues Jahresb. Pharm., II, 370; Lieb. Jahresb., 1854, 338.

количеств кислорода в окислах $\dot{R}^2O(=\dot{R})$ и $\ddot{r}^2O(=\ddot{R})$ не постоянно.

Приведем два примера.

Исследования Раммельсберга над различными видоизменениями турмалина показали, что их состав подходит под пять различных формул (принимая, что борная кислота изоморфна кремневой):

$$\dot{R}^3\dot{S}i^2 + 3\ddot{R}\dot{S}i$$
$$\dot{R}^3\dot{S}i^2 + 4\ddot{R}\dot{S}i$$
$$\dot{R}^3\dot{S}i^2 + 6\ddot{R}\dot{S}i$$
$$\dot{R}\dot{S}i + 3\ddot{R}\dot{S}i \text{ и}$$
$$\dot{R}\dot{S}i + 4\ddot{R}\dot{S}i.^1$$

Ортит, алланит, церин и эпидот без сомнения составляют один минералогический ряд, ибо сходствуют не только своим общим видом (habitus), но и кристаллическою формою,[2] а между тем их состав весьма разнообразен.

Ортит (Шерер)	$3\dot{R}^3\dot{S}i + \ddot{A}l\dot{S}i$
Ортит из Миаса и Гитера (Раммельсберг и Герман)	$\dot{R}^3\dot{S}i + 2\ddot{A}l\dot{S}i$
Уралортит (Герман)	$\dot{R}^3\dot{S}i + 2\ddot{A}l\dot{S}i$
Эпидот	$\dot{R}^3\dot{S}i + 2\ddot{R}\dot{S}i$
Анортит	$\dot{R}^3\dot{S}i + 3\ddot{R}\dot{S}i$
Алланит и церин	$3\dot{R}^3\dot{S}i + 2\ddot{R}\dot{S}i$

Предположим теперь, что $\dot{R}^3$ изоморфна $\ddot{R}$ или, что одно и то же, по Лорану и Жерару, $\dot{R}^2O$ изоморфно $\ddot{r}^2O$. Тогда состав всех названных семи минералов будет:

по паям Берцелиуса

$$(\dot{R}^3\ddot{R})\dot{S}i,$$

а по паям Жерара:

$$(Rr)^2\,SiO^2.$$

Состав всех турмалинов (полагая, что борная кислота замещает окислы) по паям Берцелиуса:

$$(\dot{R}^3\ddot{R}\ddot{B})^4\,\dot{S}i^3$$

---

[1] Rammelsberg, Pogg. Ann., LXXXI, 32.

[2] Koksch arow. Ueber das Krystallsystem d. Uralorthits. Verh. d. R. K. Miner. Ges. 1847. — Hermann, Journ. f. pract. Chem., LIV, 414.

или по паям Лорана и Жерара:

$$(Rr)^3\,Si^3O^7.$$

Размножение в новой минералогии подобных фактов, с одной стороны, служит явным опровержением теории Берцелиуса, а с другой стороны наводит на многие новые предположения.

Должно думать, что окислы $\dot{R}^3$ и $\ddot{\bar{R}}$ относятся между собою как и окислы $\dot{C}a$, $\dot{M}g$, $\dot{K}$ и тому подобные.

Для изъяснения этой второй (так мы и станем называть ее) особенности состава минеральных тел, последователи Берцелиуса ввели в минералогию сбивчивое и произвольное употребление коэффициентов m и n. Так, состав турмалинов, по их теории, есть:

$$m\dot{R}^z\ddot{S}i^9 + n\ddot{\bar{R}}\ddot{S}i,$$

состав одноосных слюд:

$$m\dot{R}^3\ddot{S}i + n\ddot{\bar{R}}\ddot{S}i,$$

титанистого железа:

$$m\ddot{T}i + n\ddot{\bar{F}}e,$$

ортитов:

$$m\dot{R}^3\ddot{S}i + n\ddot{\bar{R}}\ddot{S}i,$$

горького шпата:

$$m\dot{C}a\ddot{C} + n\dot{M}g\,\ddot{C}$$

и т. д.

Подобное обозначение кажется совершенно излишн[им], потому что сообразно с ним состав авгита $\dot{C}a^3\ddot{S}i^2$ должно было бы изображать

$$m\dot{C}a^3\ddot{S}i^2 + n\dot{M}g^3\ddot{S}i^2 + x\dot{F}e^3\ddot{S}i^2 + y\dot{M}n^3\ddot{S}i^2 + \ldots$$

Понятия Лорана и Жерара, показавшие, что окислы $\dot{R}$ и $\ddot{R}$ можно изобразить сходственными формулами R^2O и r^2O, ясно указали на возможность изоморфного замещения между обоими родами окислов.

Исследования Германа и Дана[1] по этим предметам утвердили справедливость мнения гениальных французских химиков в применении к большому ряду кремнеземистых соединений.

---

[1] Об этом предмете более подробно говорил я в своей студенческой диссертации: Менделеев. Изоморфизм. С.-Петербург, 1856.*

* Д. И. Менделеев, Соч., т. I, 1937, стр. 7—138. [*Прим. ред.*].

Этот взгляд на изоморфизм объясняет многое, долго бывшее непонятным,[1] и потому мы везде удерживаем его.

Третью особенность кремнеземистых соединений составляет то, что в них иногда борная кислота замещает окислы $\dot{R}^3$ и $\ddot{R}$. Это можно видеть из рассмотрения состава аксинитов, турмалинов и других борнокремнекислых соединений, где по мере уменьшения количества борной кислоты возрастает количество оснований, а не кремнезема, как можно было бы думать согласно с тем мнением, что кремнеземистые соединения суть соли. Замещение, тотчас упомянутое нами, утвердил Дана.

А как борная кислота весьма сходственна с кремнеземом, то было весьма естественно спросить: не может ли и последний замещать окислы? и, обратно, не могут ли окислы замещать кремнезем, подобно тому, как $\dot{R}^3$ замещает $\ddot{R}$? Четвертая особенность кремнеземистых соединений прямо и утвердительно отвечает на этот вопрос.

Четвертую особенность кремнеземистых соединений составляет замещение между кремнекислотой и окислами. Во многих минералах, содержащих только окислы и кремнезем ($\dot{R}^n\ddot{S}i^m$), находят иногда весьма значительное количество глинозема. Так, Бонсдорф открыл глинозем в амфиболах; Норденшельд, Кудернаш, Клапрот, Дюфренуа и другие нашли в некоторых изменениях авгитов более 10% глинозема.[2] Не говорим уже о других, менее известных примерах. Почти всегда в этом случае, по мере прибавления глинозема уменьшается количество кремнезема, а не окислов $\dot{R}$. Для объяснения этого замечательного явления Бонсдорф, Шерер и Герман[3] предполагали, что $^3/_2$ пая глинозема ($^3/_2\ddot{A}l$) замещают пай кремнезема ($_6\ddot{S}i$), на чем и основаны теории полимерного и гетеромерного изоморфизмов. Раммельсберг, напротив того, полагал, что глинозем пай за пай замещает кремнезем. Ни то, ни другое предположение далеко не может вполне изъяснить всех в этом роде

---

[1] Так же точно трифан и авгит, особенно его видоизменение — салит, весьма сходны не только по общему виду, но и по углам кристаллических форм (Дана). Состав обоих по теории Берцелиуса очень далек, тогда как по жераровой теории оба они суть: $R^2Si^2O^3$, где R^2 для авгита = Ca, Mg, Fe и т. д., а для трифана = $^2/_5$ Li + $^8/_5$ al.

[2] Подобно этому в зеленых стеклах много глинозема, тогда как в других стеклах или нет или очень мало.

[3] Смотри об этом в диссертации Менделеева о изоморфизме § 51, 57, 58, 63, 64 и др.

наблюденных явлений. Точные исследования Кенготта[1] ясно показали, что нельзя одной неизменной формулой изъяснить состав многих минералов ни тогда, когда обозначим чрез [Si], как делает Шерер, кремнезем, которого часть замещена $^3/_2$ глинозема ($^3/_2$ Al$=^3/_2$ al^{6}O^3), ни тогда, когда вместе с Раммельсбергом обозначим чрез (SiAl) пай кремнезема, отчасти замещенного глиноземом. Это, кажется нам, показывает, что глинозем замещает единовременно и часть кремнезема и часть окислов R.

Если упомянутое тотчас явление не вполне указывает на замещения между окислами и кремнеземом, то мы для того имеем явления еще более ясные. В новое время довольно точные и многочисленные анализы многих минералов показали, что отношение кислорода оснований к кислороду кремнезема есть величина изменчивая, даже для одного минерала.

Так, например, состав различных ставролитов есть:

Отнош[ения] : кислорода	Формула	
	по Берцелиусу	по Лорану
1 : $^1/_2$	$\dddot{R}^2\dddot{Si}$	r^{4}SiO^3
1 : $^2/_3$	$\dddot{R}^3\dddot{Si}^2$	r^{6}Si^{2}O^5
1 : $^4/_5$	$\dddot{R}^5\dddot{Si}^4$	r^{10}Si^{4}O^9

Различные виды вернерита (скаполит, мейонит, сколецит, строгоновит и др.) неизмененного, судя по внешнему виду, действием воды и углекислоты:

Отнош[ения] : кислорода	Формула	
	по Берцелиусу	по Лорану
1) 1 : 1	$\dot{C}a^3\dddot{Al}^2\dddot{Si}^3$	al^{4}Ca^{2}Si^{3}O^6
2) 1 : $^4/_3$	$\dot{R}^3\dddot{Al}^2\dddot{Si}^4$	al^{4}R^{2}Si^{4}O^7
3) 1 : $^8/_7$	$\dot{R}^6\dddot{Al}^5\dddot{Si}^8$	al^{10}R^{4}Si^{8}O^{15}
4) 1 : $^8/_5$	$\dot{R}^3\dddot{R}^2\dddot{Si}^5$	al^{4}R^{2}Si^{5}O^8
5) 1 : 1	$\dot{R}^3\dddot{Al}\dddot{Si}^2$	al^{2}RSiO^2

[1] Kenngott, Wien. Acad. Ber., XII. 702.

1) Мейонит из Монте — Сомма (Рат) 2) Скаполит из Мальзо, Бальмона, Пиргаса и др. (Рат, Вольф, Суков, Вуртц, Гартвиль и др.) 3) Вернерит из Пиргаса (Рат), скаполит оттуда же (Вольф), 4) Вернерит Гувернера (Рат). 5) Зарколит (Саки).[1]

Различные видоизменения роговой обманки:

Отнош[ения] : кислорода	Формула	
	по Берцелиусу	по Лорану
1) 1 : $^{9}/_{4}$	$\dot{R}^{4}\dddot{S}i^{3}$	$R^{8}Si^{9}O^{13}$
2) 1 : $^{21}/_{11}$	$\dot{R}^{11}\dddot{S}i^{4}$	$R^{22}Si^{21}O^{32}$
3) 1 : 2	$\dot{R}^{3}\dddot{S}i^{2}$	$R^{2}Si^{2}O^{3}$

1) Обыкновенный состав амфибола и его видоизменений. 2) Роговая обманка из Гульзо, Фалуни, лучистый камень из Таберга и др. (Арппе). 3) Лучистый камень из Пенсильвании, кианиты, андалузиты, слюды и, наконец, самые видоизменения полевошпатовых ясно показывают, что отношение кислорода для известного минерала изменчиво. Приписывали сперва это непостоянство неточности анализов, но увидели вскоре свою ошибку. Потом стали везде искать псейдоморфизм, полагали, что мы имеем пред глазами все изменчивые или разложенные тела, из которых вымыты окислы $\dot{R}$ и остался избыток кремнезема. Существование подобных изменений состава не подлежит сомнению, но едва ли оно так всеобще, как думают многие. Если мы сообразим сейчас описанное явление с тем замещением кремнезема глиноземом, какое указано в амфиболах и авгитах, то нам будет несомненно, что *есть* возможность не измениться минералу от замещения окисла кремнеземом и обратно. Конечно, для этого замещения есть свои пределы, равно как и для каждого другого замещения. Например: если окисел $\dot{R}$ в одноосной слюде (биотите) может заменяться $\dot{K}$, $\dot{M}g$, $\dot{F}e$, то из этого не следует, что может явиться слюда без калия и магния, а только с $\dot{F}e$ и $\dot{C}a$,

[1] См.: Кокшаров. Материалы для минералогии России, I. стр. 366.

напротив того, тот состав уже будет соответствовать гранату, который тем и отличается от одноосной слюды, что не содержит щелочей и имеет в составе много извести и закиси железа, весьма редких в слюде. Введение членов $\dot{R}$ и $\ddot{R}$ в минеральные формулы принесло тот вред, что стали обращать внимание почти единственно на количество паев входящих тел, а между тем качество их имеет часто гораздо большее влияние. Так и кремнезем (siO) способен вытеснять окислы (R^2O и r^2O) и заменяться отчасти ими, но только в известных пределах, пока изменение состава не повлечет иного разложения частиц, т. е. не изменит формы и свойств.

Из этих соображений мы уже можем видеть, что кремнеземистые соединения устроены совершенно не так, как соли обыкновенных кислот, ибо в этих [последних] солях никогда кислота (т. е. безводный окисел) не замещает основного окисла без изменения свойств. Из сказанного выше мы уже можем угадывать, что кремнезем весьма близок к ряду окислов.

Для изъяснения строения кремнеземистых соединений мы старались найти другие соединения, более или менее сходственные с ними, представляющие те особенности, какие мы видели в рассматриваемых нами телах, старались найти место для них в ряду известных нам тел. Мы поступали так, потому что уверены в важности сравнительного способа изучения.

Легче всего бросается в глаза некоторое сходство в составе кремнеземистых и органических веществ и навязывается мысль о подобии их строения. Но одно простое соображение о том, что в органических телах легкое изменение состава влечет большое изменение свойств, уже ясно отличает оба ряда соединений, ибо в кремнеземистых соединениях весьма часто значительнейшее изменение состава почти не изменяет свойств.

Из ряда неорганических соединений (солей) ближе всего к кремнеземистым соединениям стоят соли борной и фосфорной кислот. Это, довольно общеизвестное, мнение вполне оправдывается множеством данных. Прежде чем доказывать это, укажем на одно важное различие соединений кремния и радикала фосфорной кислоты. Простейшая формула обыкновеннейших (трехосновных) фосфорнокислых солей есть:

$$PR^3O^4 \text{ или лучше } \left.\begin{matrix} PO \\ R^3 \end{matrix}\right\} O^3.$$

Радикал PO есть трехосновный, что видно не только из существования трех родов эфиров и трех солей названной кислоты, но также и из других его соединений, например, $\left.\begin{matrix}PO\\Cl^3\end{matrix}\right\}$ (хлорокись фосфора, хлористый фосфиль или хлористая окись фосфора, Phosphoroxyclorid). Потому $^1/_3PO=po^1$ замещает пай водорода, подобно тому, как NO^2 замещает пай водорода в азотнокислых солях.

Трехосновная фосфорная кислота есть

$$\left.\begin{matrix}po\\H\end{matrix}\right\}O.$$

Дву- и одноосновная кислоты суть соединения того же самого радикала, что видно из легкого превращения одной кислоты в другую. Но, изображая все три кислоты сообразно с их основностью, мы должны признать в каждой из трех кислот особый радикал (употребляя паи Берцелиуса):

$$\text{Трехосновная } \left.\begin{matrix}P^2O^2\\R^6\end{matrix}\right\}O^6$$

$$\text{Двухосновная } \left.\begin{matrix}P^2O^3\\R^4\end{matrix}\right\}O^4$$

$$\text{Одноосновная } \left.\begin{matrix}P^2O^4\\R^2\end{matrix}\right\}O^2$$

Если же мы, оставив в стороне основность, захотим знать, что происходит при том, когда трехосновная кислота переходит в другие, то мы легче всего увидим это, изобразив трехосновную фосфорную кислоту:

$$\left.\begin{matrix}po\\H\end{matrix}\right\}O$$

Тогда двуосновная кислота есть:

$$\left.\begin{matrix}po\\po^{1/2}R^{1/2}\end{matrix}\right\}O\left[=\frac{1}{5}\left(\left.\begin{matrix}po^6O\\R^4\end{matrix}\right\}O^6\right)=\frac{1}{5}\left(\left.\begin{matrix}P^2O^3\\R^4\end{matrix}\right\}O^4\right)\right]$$

и одноосновная кислота:

$$po^{1/2}\left.\begin{matrix}po\\R^{1/2}\end{matrix}\right\}O\left[=\frac{1}{4}\left(\left.\begin{matrix}po^6O^2\\R^2\end{matrix}\right\}O^2\right)=\frac{1}{4}\left(\left.\begin{matrix}P^2O^4\\R^2\end{matrix}\right\}O^2\right)\right],$$

---

[1] Мы вводим это обозначение только временно, для указания соотношения эквивалентов к водороду, чтоб отличить гибридные и пайные радикалы — как это вскоре увидим.

т. е. при уменьшении основности фосфорнокислых солей сложный радикал их (PO = 3po) вытесняет металлы (3R). Потому все соединения фосфорной кислоты суть $(poR)^2O$, где po и R входят в изменчивом количестве, но где сумма их паев всегда равна или кратна двум. Точно такое же отношение имеют между собою все кремнекислые соединения. Обыкновеннейшая и простейшая формула кремнекислых соединений есть:

$$R^2OSiO = \left.\begin{matrix}Si\\R^2\end{matrix}\right\}O^2 = 2\left(\left.\begin{matrix}si\\R\end{matrix}\right\}O\right), \text{ где } si = {}^1/_2 Si.$$

Как сложный радикал фосфорной кислоты (po) образует другие соединения, например poCl, так и радикал кремнеземистых соединений образует их: $\left.\begin{matrix}si\\Cl\end{matrix}\right\}$, $\left.\begin{matrix}si\\F\end{matrix}\right\}$ и т. д. Как частица $\left.\begin{matrix}po\\Cl\end{matrix}\right\}$ есть $po^3Cl^3 = POCl$, так же точно частица $\left.\begin{matrix}si\\Cl\end{matrix}\right\}$ есть $\left.\begin{matrix}si^4\\Cl^4\end{matrix}\right\} = g\left.\begin{matrix}Si\\Cl^4\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}Si^2\\Cl^2\end{matrix}\right\}$.

Подобно тому, как все соединения фосфорной кислоты суть $(poR)^2O$, так и все соединения кремнезема суть $(siR)^2O$. Если трехосновная фосфорная кислота есть $\left.\begin{matrix}po\\R\end{matrix}\right\}O$, то и вилемит, гранат, диоптаз и др. суть $\left.\begin{matrix}si\\R\end{matrix}\right\}O$, если соли двуосновной фосфорной кислоты суть $po^{6/5}R^{4/5}O$, то и лабрадор в ряду кремнеземистых соединений есть $si^{6/5}R^{4/5}O$; наконец, если одноосновные соли фосфорной кислоты суть $po^{3/2}R^{1/2}O$, то и полевой шпат есть $si^{3/2}R^{1/2}O$. Итак, кремнекислые соединения относятся между собою, как видоизменения фосфорной кислоты. Как в тех, так и в других, окисел радикала кислоты (или кислота по берцелиусовой теории) постепенно вытесняет другие окислы (основания). Но в фосфорнокислых соединениях удобнее всего признавать сложный радикал ($po = {}^1/_3 PO$), тогда как в кремнеземистых соединениях удобнее всего признавать простой радикал ($si = {}^1/_2 Si = {}^1/_{66} Si = {}^1/_{49} Si$). Точно так же в борнокислых солях существует радикал $b = {}^2/_3 B = {}^1/_{33} B$.

Соли фосфорной и борной кислот, как и соединения кремнезема, отличаются изменчивым отношением кислорода

окислов к кислороду кислоты. Так, фосфорная кислота образует соединения не только трех общеизвестных типов, но и других типов, как показали многие исследования нового времени. Так, например, Флейтман и Геннеберг[1] доказали существование солей $6R^2O4P^2O^5$, $6R^2O5P^2O^5$ и $5R^2OP^2O^5$. Раммельсберг получил весьма постоянное кристаллическое соединение борной кислоты

$$K^2O\ 5B^2O^3 = K^2b^{30}O^{16} = K^{1/8}b^{15/8}O.$$

Это соединение с водою ($8H^2O$) образует прекрасные кристаллы.[2]

Если все соединения кремнекислоты суть $mR^2O nSiO = mR^2O\ nsi^2O$, то и все соединения фосфорной кислоты суть $mR^2O\ nP^2O^5 = mR^2O\ 3n(po^2O)$ и соединения борной кислоты $mR^2O\ nB^2O^3 = mR^2O^3\ 3n(b^2O)$. Иначе, все соединения названных кислот суть: $(xR)^2O$, где x есть po или si или b и R есть металл или сложный радикал, постепенно, но в кратных отношениях замещаемый x-ом, подобно тому, как r замещает R.

Эфиры названных кислот суть: 1) $si(C^2H^5)O$ (1-й [эфир] Ebelmen'a), $si^{\frac{1}{3}}(C^2H^5)^{2/3}O$ (2-й эфир Ebelmen'a), $si(C^5H^{11})O$ (Ebelmen). 2) Фосфорнокислый эфиль $po(C^2H^5)O$ (Clermont); кислый фосфорнокислый эфиль — $po(C^2H^5)^{2/3}H^{1/3}O$ (Vögeli) и $po(C^2H^5)^{1/2}H^{1/2}O$ (Vögeli), парафосфорнокислый эфиль (двуосновный) $po^{6/5}(C^2H^5)^{4/5}O$ (Clermont). 3) Борнокислый эфиль $b(C^2H^5)O$ и борнокислый амиль $b(C^5H^{11})O$ (Ebelmen).

Галоидные соединения тех же радикалов: 1) Хлористый кремний $\left.\begin{matrix}si\\Cl\end{matrix}\right\}$, фтористый кремний $\left.\begin{matrix}si\\F\end{matrix}\right\}$, кремнефтористоводородная кислота $\left.\begin{matrix}si^{2/3}H^{1/3}\\F\end{matrix}\right\}$. 2) Хлористый фосфиль $\left.\begin{matrix}po\\Cl\end{matrix}\right\}$, бромистый фосфиль $\left.\begin{matrix}po\\Br\end{matrix}\right\}$ (Ritter). 3) Фтористый бор $\left.\begin{matrix}b\\F\end{matrix}\right\}$, борнофтористоводородная кислота $\left.\begin{matrix}b^{3/4}H^{1/4}\\F\end{matrix}\right\}$.

Изображая таким образом соли, эфиры и другие соединения si, po и b, мы хотим только показать эквиваленты их между собой и к соединениям водорода. В конце наших

---

[1] Fleitmann und Henneberg, Lieb. Ann., LXV, 329.
[2] Rammelsberg, Pogg. Ann., XCV, 199.

замечаний мы укажем и на то, что ведет к познанию частицы названных соединений.

§ 113. Важнее всего было знать нам, что радикалы si, ро и b способны замещать водород в типе H^2O не пай за пай, но по частям пая. Другие радикалы могут быть разделены на два отдела: одни легко производят подобные же замещения частями, другие, напротив, или никогда или очень редко. По типу воды, последние образуют соединения:

$$\left.\begin{matrix} R \\ M \end{matrix}\right\} O,$$

где R есть рассматриваемый простой или сложный радикал, а M другой радикал или совокупность радикалов первого рода.

В солях азотной кислоты $R = NO^2$, серной $^1/_2(SO^2)$, углеродной $^1/_2(CO)$, уксусной C^2H^3O и т. д. Эти радикалы, кроме солей $\left.\begin{matrix} R \\ M \end{matrix}\right\} O$, где M металл или сложный радикал, кроме кислот $\left.\begin{matrix} R \\ H \end{matrix}\right\} O$ и окислов $\left.\begin{matrix} R \\ R \end{matrix}\right\} O$, обыкновенно не образуют других соединений типа воды. Радикалы же si, ро, b, al, H, K и т. п. дают кроме того: тела $(MM')^2O$, где M и M′ суть радикалы этого рода. Назовем их *гибридными* радикалами (M) в противоположность (предшествовавшим) *пайным* радикалам (R).

Обыкновенно отношение количеств гибридных радикалов (MM′) есть довольно простое стехиометрическое, но названные радикалы, при взаимном сходстве, способны замещать друг друга и во всевозможных отношениях. Последнее случается тем чаще, чем сходственнее M и M′; так оно случается чаще между Na и K, Mg и Ca, fe и al, чем между M и M′, вообще, чем между M и r = al, fe, si и др.

Приведем примеры: радикал серной кислоты $^1/_2(SO^2)$ есть радикал пайный (R), его соединения суть: серная кислота $\left.\begin{matrix} ^1/_2(SO^2) \\ H \end{matrix}\right\} O$, соли ее $\left.\begin{matrix} ^1/_2(SO^2) \\ M \end{matrix}\right\} O$, безводная кислота $\left.\begin{matrix} ^1/_2(SO^2) \\ ^1/_2(SO^2) \end{matrix}\right\} O$, эфиры $\left.\begin{matrix} ^1/_2(SO^2) \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\} O$, серновинная кислота $\left.\begin{matrix} ^1/_2(SO^2) \\ (C^2H^5)^{1/2}H^{1/2} \end{matrix}\right\} O$.

Точно так же пайный радикал азотной кислоты образует соединения

$$\left.\begin{matrix}NO^2\\H\end{matrix}\right\}O,\quad \left.\begin{matrix}NO^2\\M\end{matrix}\right\}O,\quad \left.\begin{matrix}NO^2\\NO^2\end{matrix}\right\}O,\quad \left.\begin{matrix}NO^2\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O$$

и т. д.

Напротив того радикал магнезии Mg, как гибридный, образует:

1) $\left.\begin{matrix}Mg\\H\end{matrix}\right\}O,\ \left.\begin{matrix}Mg\\Mg\end{matrix}\right\}O,\ \left.\begin{matrix}Mg\\si\end{matrix}\right\}O,\ \left.\begin{matrix}Mg\\Ca\end{matrix}\right\}O$. 2) Шпинель $mg^{1/2}al^{3/2}\}O$, соли $\left.\begin{matrix}^1/_2(SO^2)\\Mg^{1/2}K^{1/2}\end{matrix}\right\}O,\ \left.\begin{matrix}^1/_2(SO^2)\\Mg^{2/3}Fe^{1/3}\end{matrix}\right\}O$, тальк $si^{10/3}Mg^{4/3}\}O$, авгит $si^{4/3}Mg^{1/3}Ca^{1/3}\}O$ и т. д. 3) Горький шпат $\left.\begin{matrix}^1/_2(CO)\\(MgCa)\end{matrix}\right\}O$, биотит $si(al,\ fe)^{1/2}(K,\ Mg,\ Fe)^{1/2}\}O$, смесь английской соли и цинкового купороса $\left.\begin{matrix}^1/_2(SO^2)\\(ZnMg)\end{matrix}\right\}O+3^1/_2H^2O$, где Mg без стехиометрического (между паями Zn и Mg) отношения замещает другие металлы.

Кремний, как и магний, образует $\left.\begin{matrix}si\\si\end{matrix}\right\}O,\ \left.\begin{matrix}si\\H\end{matrix}\right\}O,\ \left.\begin{matrix}si\\Zn\end{matrix}\right\}O,$ $\left.\begin{matrix}si\\Cu^{1/2}H^{1/2}\end{matrix}\right\}[O]$ (диоптаз) $al^{1/2}\left.\begin{matrix}si\\R^{1/2}\end{matrix}\right\}O$ (гранат), $si^{3/4}al^{3/8}K^{1/8}O$ (полевой шпат) и, кроме того, ставролит $rsi^{2/5}(sial)^{1/5}\}O$, вернерит $sial^{1/2}R^{1/4}(sialR)^{1/4}\}O$ и др., где, до известной степени, si замещает другие гибридные радикалы.

§ 114. Итак, кремний относится к другим металлам, как глиний относится к магнию, как кальций относится к калию. Чаще всего и сходственные соединения названных пар металлов не образуют между собою определенных соединений, даже трудно соединяются, ибо сходствуют между собою. Как магнезия соединяется с глиноземом, так сернокислое кали соединяется с сернокислою магнезиею или с сернокислым глиноземом, так хлористый натрий соединяется с хлористым глинием, так фтористый водород образует соединение с фтористым кремнием. Так же точно глинозем соединяется с кремнеземом, с кали и другими окислами. Изредка Ca^2O замещает K^2O, al^2O замещает Mg^2O, редко и si^2O замещает al^2O или вообще M^2O. Замещение легче происходит между Ca^2O и Mg^2O, чем между Ca^2O

и K^2O или Ca^2O и al^2O, так точно если и замещается кремнезем окислами, то легче всего глиноземом al^2O. Словом, силиций есть металл, и его окисел сходствует с окислами металлов и ближе всего с окислами глиния и железа.

Сравните все соединения кремнезема и вы найдете соответствующее соединение глинозема. Сами металлы несколько сходственны, а их хлористые соединения, окислы, гидраты окислов, алюминаты и силикаты столь близки, что полагать между ними черту решительно невозможно, как невозможно строго и резко отличить металлы щелочей и земель и их соединения.

Как глинозем, так и кремнезем при известных условиях растворимы в воде, а в других условиях не действуют на них и сильнейшие кислоты. Обе земли более или менее легко соединяются и со щелочами и с сильными кислотами. Оба сравниваемые окисла трудноплавки и не только принадлежат к одной кристаллической системе, но и имеют близкие углы. Действительно, нам кажется довольно замечательным то, что угол главного ромбоэдра корунда в средних краях есть 93°56′,[1] т. е. почти 94°, а угол главного ромбоэдра кварца в конечных краях есть 94°15′.

Итак, кремний есть гибридный радикал (металл), могущий образовать стехиометрические соединения и как изоморф замещать наиболее сходственные радикалы.

Радикал фосфорной кислоты, сходствуя с кремнием по своему гибридному характеру, отличается от него своею сложностью и тем, что не имеет весьма близких к себе других радикалов, а потому и не вступает в изоморфное замещение или по крайней мере столь трудно вступает (как Si с Ca или K), что до сих пор подобные соединения не наблюдались.

Как радикалы фосфорнокислых и кремнеземистых соединений имеют сходственные и отличительные признаки, так и радикалы всех солей. Так и между пайными и гибридными радикалами, несмотря на их различие, есть и много сходственного, ибо ничто сравнимое не может иметь ни абсолютного различия, ни абсолютного сходства. И пайные радикалы образуют соединения, вроде mM^2O и nR^2O. Так, серная кислота образует $\left.\begin{matrix}K^2\\SO^2\end{matrix}\right\}O^2 + SO^3$, а хромовая кислота

[1] Кокшаров. Материалы для минералогии России, I, стр. 26.

не только $\left.\begin{matrix}K^2\\Cr^2O^2\end{matrix}\right\}O^2 + Cr^2O^3$, но и $\left.\begin{matrix}K^2\\2Cr^2O^2\end{matrix}\right\}O^2 + Cr^2O^3$ и $\left.\begin{matrix}K^2\\Cr^2O^2\end{matrix}\right\}O^2 + 2Cr^2O^3$.

Точно так же щавелевая и углекислота легко образуют *кислые соли*. Между *безводными кислыми солями пайных* и гибридных радикалов лежит большая разность, как мы и увидим вскоре, но тем не менее гибридность есть свойство всех радикалов, но только для одних она есть редкое явление, как бы исключительное, а для других она есть норма и постоянно происходит.

В этом отношении, как и во многих других, соляные радикалы образуют если не сплошной ряд, то несколько естественных групп. Радикалы серной, щавелевой и угольной кислот образуют одну из них. Радикалы уксусной, муравьиной, валериановой и т. д. — другую, фенил, крезил и т. п. — третью, этиль, мефиль, амиль и т. д. — четвертую, щелочные металлы и металлы земель — пятую, глиний, силиций и бор — шестую и т. д.

Последняя группа примыкает к первой посредством радикалов фосфорной, мышьяковой и азотной кислот и служит сама переходом к металлам, образующим основные окислы.

§ 115. Постараемся теперь другими данными опыта утвердить наше мнение о сходстве фосфорно- и борнокислых соединений с кремнеземистыми и о различии их от соединений серной, азотной и уксусной кислот. Для этого рассмотрим сведения о количестве отделяемой теплоты и о изменении объемов при образовании соединений различных кислот. Мы уверены, вместе со многими другими, что термохимические и удельно-объемные исследования, ныне только начавшиеся, обещают многое для теоретической части химии.

В одном из последних[1] своих термохимических исследований Томсен с наибольшею противу других подробностью и тщательностью разобрал давно интересующий вопрос о количестве теплоты, отделяющейся при соединении кислот с основаниями. При этом нашел он (как предполагали прежде), что при соединении пая серной кислоты с паями различных окислов (Na^2O, K^2O и др.) отделяется одно почти постоянное количество теплоты.[2] При смешении нескольких паев кислоты с одним паем основания — одни кислоты отде-

[1] Thomsen, Pogg. Ann., XCI, 83; XCII, 34; Lieb. Jahresb., 1854, 29.

[2] Этот вывод противоречит тому, какого достиг Эндрюс.

ляют то же количество теплоты, какое выделяют и при соединении одного пая кислоты с одним паем основания, другие же, напротив того, — большее количество.

Для нас важно то, что первые кислоты суть те, которые мы назвали пайными, а вторые суть гибридные. Объясним то, что нашел Томсен, и приведем несколько данных.

Если взять водный раствор пая щелочи и приливать N паев (слабой) серной кислоты, то отделится следующее количество теплоты:

N	$^1/_3$	$^2/_3$	1	$^3/_2$	2	4
Для натра . . .	678	1322	1921	1915	1928	1912
Для кали . . .	621	1235	1921	—	1906	—
Что соответствует образованию .		$(Na^2O)^3SO^3$	$(Na^2O)^2SO^3$	Na^2SO^4	$(Na^2SO^4)+SO^3$	$Na^2SO^4+3SO^3$

т. е. при образовании сернокислого натра отделяется 1921 * единица теплоты. Если же взять $^1/_3$ пая кислоты на 1 пай натра, то отделится почти $^1/_3$ теплоты, если же взять два пая кислоты на 1 пай щелочи, то отделяется все же почти 1921 единица теплоты. Из этого видно, что до образования R^2SO^4, т. е. средней соли, количество теплоты постоянно увеличивается и увеличивается почти пропорционально количеству употребленной кислоты. После же образования средней соли прибавление большего количества кислоты не производит большего количества теплоты. Итак, судя по этим данным, кислые соли сернокислых щелочей в растворе не существуют.

Взявши вместо серной борную, фосфорную или кремневую кислоту,[1] видим совершенно противное явление:

Пай натра с N паями борной кислоты:

N	$^1/_3$	$^2/_3$	1	$^4/_3$	2	4
Количество тепла	485	910	1249	1309	1415	1468
Что соответствует образованию .	Na^2Ob^2O	$Na^2O(b^2O)^2$	$Na^2O(b^2O)^3$	$Na^2O(b^2O)^4$	$Na^2O(b^2O)^5$	$Na^2O(b^2O)^{12}$

[1] Томсен вместо раствора кремневой кислоты брал раствор $K^2OSi^8O^8$ и, разлагая его азотною кислотою, определял количество теплоты M, а из него вычитал теплоту Q образования KNO^3. $M - Q =$ количеству теплоты при соединении K^2O с SiO.

* Очевидно, Д. И. Менделеев считал величину 1915 (см. таблицу) ошибочной, выпадающей из ряда. [*Прим. ред.*]

Пай кали с N паями кремнекислоты:

N	1	2	3	4	8
Количество теплоты	201	391	546	669	1039
Что соответствует образованию	K^2OSiO	$K^2O\,2SiO = \dot{K}_2\dot{S}i$	$K^2O\,3SiO = \dot{K}_2\dot{S}i$	$K^2O\,4SiO$	$K^2O\,8SiO$

Отсюда видно, что для борной и кремневой кислот не только существуют соединения средние, но и кислые или, говоря правильнее, не существует различия средних и кислых солей. Прибавляя к средней сернокислой соли новое количество кислоты, не получим особенного явления теплоты соединения (употребляя это как термин); напротив того, прибавление борной или кремневой кислот к любой из их солей даст повод отделению большего или меньшего количества теплоты: *ибо во всевозможных отношениях соединяются названные кислоты с окислами.*

Мы уже сказали, как понимаем слова «всевозможные отношения» (гибридность радикала)—мы противополагаем их смысл тому смыслу, с каким говорят, что серная и азотная кислоты образуют с окислами соединение в одном отношении. Это различие пайных и гибридных радикалов находит еще другое подтверждение в исследованиях того же Томсена. Он доказал, что закон Бертолле справедлив только для кислот, образуемых пайными радикалами. Действительно: если бы пай серной кислоты разложил бы пай селитры, то, должно бы отделиться 278 единиц теплоты, ибо при образовании Na^2SO^4 отделяется 1921 единица теплоты, а при разложении селитры 1643[1] единицы теплоты поглощается. Но смешивая растворы пайных количеств селитры и серной кислоты, получаем не 278, а только 65 единиц теплоты. Это показывает, что серная кислота разложила не всю селитру, а только часть ее, как и требует того правило Бертолле. Чтоб доказать то, что при смешении паев $K^2N^2O^6$ и H^2SO^4 не произошло полного разложения $K^2N^2O^6$, стоит только к смеси прилить еще пай серной кислоты.

Тогда отделится новое количество теплоты (34 единицы). Если бы в начале произошло полное разложение, то прибавление нового количества кислоты не произвело бы теплоты, потому что не происходило бы тогда никакого нового

[1] Многочисленные исследования показали, что при разложении поглощается столько же теплоты, сколько образуется при соединении. Это нашли Томсен, Эндрюс, Вуд, Фабр и Зильберман.

соединения. Напротив того, при смешении одного пая буры ($Na^2O\ 6b^2O = Na^2O\ 2B^2O^3$) с паем серной кислоты происходит полное разложение. Это видно не только из того, что показывают давние опыты, приводимые в опровержение закона Бертолле,[1] но и из того, что при смешении пайных количеств буры и серной кислоты (в растворах) отделяется 515 единиц теплоты.

Действительно, при образовании сернокислого натра отделяется 1921 единица теплоты, а при разложении буры поглощается 1415 единиц. Разность = 506, т. е. почти 515. Фосфорнокислые соли, а вероятно и кремнекислые, также вполне разлагаются серною кислотою.

Это важное исследование вполне разрешает сомнения о верности бертолетова закона и притом гораздо удовлетворительнее, чем все другие исследования нового времени.[2]

Приведенные факты показывают, что борная, фосфорная и кремневая кислоты относятся к щелочам совершенно иначе, чем серная и азотная кислоты, как мы нашли это, указавши различие гибридных и пайных кислот. Самые простые опыты, много раз сделанные, подтверждают это, потому что показывают, как данное количество кремнезема способно вытеснять при разных степенях жара различное количество углекислого газа из поташа или соды. Следовательно, существует много отношений, в которых кремнезем соединяется с кали.

Это мнение утверждают и наши сведения об удельных объемах исследуемых тел.

Давно указал Жерар, что при образовании соединений окислов одноосновных радикалов не происходит изменения в удельных объемах паров. Так, если из эфира или окиси этила (2 объема) и окиси валерила (2 объема) происходит сложный эфир (4 объема), если из воды и окиси ацетиля происходит уксусная кислота, то объемы не изменяются:

---

[1] Эти опыты состояли в том, что к паю буры приливали пай серной кислоты и находили, что лакмусовая бумажка показывает только присутствие свободной борной кислоты, ибо окрашивается пурпуровым цветом. По закону же Бертолле в растворе должна бы быть и часть свободной серной кислоты.

[2] В последнее время весьма многие обратились к поверке закона Бертолле, и все нашли его справедливым. Маргерит, а особенно Гладсон провели для того многие замечательные опыты. Но эти исследования не разрешили сомнения, наведенного опытом с бурою, тогда как Томсен показал его причину.

H^2O и $C^4H^6O^3$ образуют $2(C^3H^4O^2)$

вода 2 об. + окись ацетила 2 об. = уксусная кислота 2(2 объема).

Напротив того, при соединении окислов двухосновных радикалов происходит сокращение в два раза:

$C^4H^{10}O$ + CO^2 = $C^5H^{10}O^3$

эфир 2 об. + углекисл. 2 об. = углекисл. эфиль 2 об.

$C^{10}H^{22}O$ + SO^3 = $C^{10}H^{22}SO^4$

окись амиля 2 об. + безв. серн. кисл. 2 об. = сернокисл. амиль 2 об.

Хотя мы не знаем объема паров окислов кремния и бора, но, судя по их эфирам, видно, что при образовании их произошло изменение объемов.

$2(C^4H^{10}O)$ + $2SiO$ = $C^8H^{10}Si^2O^4$

эфир 2×2 об. + кремнезем $2 \times x$ об. = кремнекисл. эфиль 2 об.

$1^1/_2(C^4H^{10}O)$ + $^1/_2(B^2O^3)$ = $C^6H^{15}BO^3$

эфир $1^1/_2 \times 2$ об. + окись бора $^1/_2 \times y$ об. = борнокисл. эфиль 2 об.

Мы, к сожалению, не имеем точных опытов над удельным весом паров фосфорнокислых соединений, но, вероятно, и они представляют подобное же явление значительного изменения объемов. Последнее всего очевиднее из удельных объемов паров хлористых соединений. Удельный объем $Cl = 1$ (ибо $Cl^2 = 2$ об.), а объем хлористых соединений: HCl, C^2H^5Cl, C^2H^3OCl, $C^4H^4O^2Cl^2$, $COCl^2$, $POCl^3$, Si^2Cl^4 и др. равен двум, хоть в иных (одноосновных) 1 пай хлора, а в других 2, 3 и 4.

Проще всего предположить, что PO есть трехосновный радикал, а $Si^2 = {}_2Si$ четырехосновный.

В недавнее время я старался доказать, что при образовании соединений окислов одноосновных радикалов происходит замещение и потому незначительное изменение удельных объемов твердых и жидких тел, подобно тому, как это мы видели ранее для удельных объемов паров.

H^2O + $C^4H^6O^3$ = $2(C^2H^4O^2)$

вода по объемам: 112.5 + окись ацет. 592 = 704.5 уксусная кислота 2(352.8) = 705.6

$$C^4H^{10}O + C^{10}H^{18}O^3 = 2(C^7H^{14}O^2)$$

эфир — окись валериля — валериановокисл. эфиль

по объемам: 638.1 + 1244 = 1882 — 2(928) = 1856

Напротив того, при образовании соединений двуосновных радикалов происходит соединение, а потому довольно значительное изменение объемов.

$$SO^3 + H^2O = H^2SO^4$$

по объемам: 259 + 112,5 = 371 — 331

$$C^4H^{10}O + CO^2 = C^5H^{10}O^3$$

по объемам: 658 + 324 = 962 — 756

$$Ag^2O + SO^3 = Ag^2SO^4$$

по объемам: 195 + 259 = 454 — 363

Для трехосновных кислот должно ждать еще большего изменения объемов, потому что подобное же значительное изменение происходит и в объемах паров. К сожалению, мне не известны наблюдения над удельным весом окислов и эфиров трехосновных кислот.

Фосфорно- и борнокислые соединения, равно как и кремнеземистые соединения, при образовании своем представляют незначительное изменение объемов как соединения одноосновных радикалов. Притом те и другие скорее показывают довольно значительное расширение, чем довольно большое сокращение, а при истинных соединениях пайных окислов никогда не бывает расширения.

$2(C^4H^{10}O)$ и P^2O^5 образуют $C^8H^{20}P^2O^7$ (Clermont)

по объемам: 2(638) + 331 = 1607 — 1609

$1^1/_2(C^{10}H^{22}O)$ и $^1/_2(B^2O^3)$ образуют $C^{15}H^{33}BO^3$ (Ebelmen)

по объемам: $1^1/_2$(1235) + $^1/_2$(243) = 1974 — 1954

$C^4H^{10}O$ и SiO образуют $C^4H^{10}SiO^2$ (Ebelmen)

по объемам: 638 + 72 = 710 — 710

$C^4H^{10}O$ и 2(SiO) образуют $C^4H^{10}Si^2O^3$ (Ebelmen)

по объемам: 638 + 2(72) = 782 — 784

Mn^2O и 2(SiO) образуют $Mn^2Si^2O^3$ (родонит)

по объемам: 87,5 + 2(72) = 232 — 230

Zn^2O и SiO образуют Zn^2SiO^2 (виллемит)

по объемам: 89 + 72 = 162 — 167

$1^1/_2(al^2O)$ и $^1/_2K^2O$ и $6SiO$ образуют $al^3KSi^6O^8$
(полевой шпат)

по объемам: $1^1/_2(54.2) + {}^1/_2(221) + 6(72) = 624$ 690

§ 117. Итак, по отношению к объемам, три рассматриваемые кислоты отличаются от остальных кислот, как отличаются от них и по своему составу и по термохимическим явлениям. Причину этого нельзя искать в многоосновности как по вышеизложенным причинам, так и потому, что многие соединения названных радикалов должно будет признать за соединения одно- и двуосновных радикалов (мета- и пирофосфорной кислот), а строение и образование их не отличается чем-либо особым от строения и образования всех остальных (многоосновных) соединений тех же радикалов и ясно различается от строения других одно- и двуосновных соединений.

Мы предлагаем отличить особый род радикалов, представителями которых будут радикалы фосфорной, борной и кремневой кислот. Эти радикалы назовем *гибридными* (помесными). Как радикалы (пайные) одно- и двуосновные отличаются между собою своими соединениями с галоидами, водою и окислами и своим объемным строением [при образовании], так же точно пайные радикалы отличаются от гибридных. Здесь не время входить в подробности этого предмета, но нам кажется, что многие радикалы неорганического и органического рядов должны быть отнесены к разряду гибридных радикалов. Укажем на синерод, глиний, ртуть, радикал глицерина и др.

Обратимся же теперь снова к кремнеземистым соединениям.

§ 118. Все сказанное нами об них позволяет заключать, что они происходят чрез замещение, подобно тому, как происходят изоморфные смеси (помеси) и сплавы. Все три происходят в телах, сходственных между собою, с малым изменением (увеличением или уменьшением) объема в твердом состоянии, с незначительною переменою в свойствах, легче всего в простых стехиометрических отношениях, но иногда и без них, повидимому.

Кремнезем мы считаем окислом, сходственным с глиноземом; *если последний означает* al^2O, то первый есть si^2O.

Насколько металлы сходствуют между собою, настолько же и кремнезем сходен с остальными окислами и настолько сходны все они между собою.

При медленном охлаждении расплавленной смеси металлов выделяются определенные стехиометрические сплавы,

или помеси металлов. Существование их доказывается не только точными и многочисленными анализами, но определенными изменениями свойств, особенно точки плавления. Общая формула сплавов есть M^nR^m или, представляя себе все металлы принадлежащими к типу

$$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}, \text{ сплавы суть } M^{\frac{2n}{n+m}}\ R^{\frac{2m}{n+m}}.$$

Величина n и m чаще всего есть число небольшое и простое, и только при особых условиях оно есть число довольно значительное. Сплав, которому свойственна формула $M^n\ R^m$, обладает определенными свойствами. Прибавьте к нему немного M или R, замените часть того или другого металла сходственным с ним и все же таки эти свойства останутся почти те же, пока прибавленное количество не взойдет в стехиометрическое отношение и не окажет своего влияния на группировку частиц, т. е. на форму и свойства. Прибавленное количество металла можно заменить сходственным металлом и можно рассматривать как тело, замещающее M и R.

Так и в кремнеземистых соединениях, ибо они суть сплавы или вернее помеси окислов. Из расплавленной смеси окислов, из лавы, шлака и тому подобных происходят при медленном охлаждении стехиометрические помеси — определенные минералы. Нет этого медленного охлаждения — нет ни определенных сплавов, ни особых минералов, а происходит масса с непостоянными свойствами, близкими к тем свойствам, какие имели бы происшедшие стехиометрические продукты. При медленном охлаждении, которое благоприятствует всякому правильному расположению атомов, с наибольшею легкостью происходят помеси по формуле $(R^2O)^n\ (si^2O)^m$.

Здесь, как и в сплавах металлов, величины m и n обыкновенно очень просты. Так, чаще всего n и $m=1$. Как общая формула сплавов может соответствовать общей формуле металлов, так общая формула помесей окислов должна соответствовать общей формуле окислов.[1] Потому-то все кремнеземистые соединения суть:

$$R^{\frac{2n}{n+m}}\ si^{\frac{2m}{n+m}}\ O.$$

[1] Мы опять упоминаем, что, вводя подобные формулы, мы не думаем выражать ими строение тел, ни их реакции, ни их частицы, мы желаем только яснее выставить отношение этих тел к составу воды и средних солей.

Как свинец с оловом, как углекислая известь с углекислою магнезиею, как железный купорос с медным образуют не только соединения A + B, соединения mA + nB, но даже смешиваются во всевозможных пропорциях, ибо сходственны друг с другом, так и кремнезем с другими окислами не только образует соединения $R^2Osi^2O = 2siRO$ (гранат, ортит и др.), но также и

$$mR^2Onsi^2O = si^{\frac{2n}{n+m}} R^{\frac{2m}{n+m}} O$$

($m = 1$, $n = 2$ — родонит, авгит, $m = 1$, $n = 3$ — полевой шпат, $m = 4$, $n = 3$ — турмалин и т. д.) и даже в некоторых случаях образует всевозможные смеси. Как главные свойства сплава остаются неизменными при малой замене сходственным телом и при примеси малого излишка того или другого металла, так и в кремнеземистых соединениях могут происходить замещения изоморфов, даже окислов r^2O и R^2O и даже отчасти между r^2O, и si^2O и R^2O, и при этом не изменяются свойства. Каждому из этого рода замещений есть свои пределы, перейти которые — значит изменить природу тела. Всякое же замещение или прибавление должно производить, хотя малое, изменение и влияние. Так, малое прибавление металла к сплаву изменяет его удельный вес, его точку плавления, хотя цвет и вязкость, изменение объема и упругость, как и главные другие признаки, позволяют положить резкую черту между ними и другими сходственными сплавами. Так и в минералах — самое незначительное замещение изоморфов производит, хотя малое, изменение свойств и формы, а между тем блеск, не только система и главные формы, но и комбинации их, твердость, излом и другие признаки остаются столь постоянными, что дают возможность группировать столь сходственные тела в одно целое.

Кокшаров показал, что малейшее количество хлора во фторапатите может быть узнано по углам кристаллической формы, хотя изменение и не превышает нескольких минут.[1] Раммельсберг по цвету, величине и блеску кристаллов отделял сходственно составленные помеси купоросов.[2] Он же показал влияние изоморфов на цвет и весь общий вид (habitus) турмалинов. Потому-то малейшее количество примеси или изоморфа должно быть введено в формулу, если

[1] Кокшаров. Материалы для минералогии России, I, стр. 331.
[2] Rammelsberg, Pogg. Ann., XCI, 321.

эта примесь оказала свое влияние. Это понятно из того, что цель формулы — показать те элементы, какие участвовали в определении природы рассматриваемого тела. Замещение в (rR) у ортитов, алланитов и т. п. ясно отражается в свойствах происшедшего минерала, равно как и в его форме. Замещения кремнезема глиноземом в авгитах и амфиболах влечет некоторое изменение свойств. Конечно, для системы важны только главнейшие элементы, равно как ей нужны и одни только главнейшие свойства, определяемые этими элементами, но полное изучение должно брать во внимание все части, а то обыкновенно исключают из формулы все то, что исходит только в частных случаях. Предлагаем в общей формуле $(Rrsi)^2O$ отделять в особую скобку ту часть R, r и si, в которой может происходить взаимная мена названных элементов, без изменения свойств. Так, например, при всевозможных изменениях ставролитов всегда отношение кислорода в al^2Oksi^2O более $^1/_2$ и менее 1, потому состав всех ставролитов есть $al^2OsiO(alsiO)$ или еще лучше $al^{1/3}si^{1/2}(alsi)^{1/3}\}O$.

Так же точно, из раммельсберговой таблицы состава вернеритов[1] выводим общую их формулу

$$R^{1/4}r^{3/4}si^{1/4}(Rrsi)^{1/4}\}O,$$

потому что из анализа всех неизмененных вернеритов видно, что изменчивость отношения окислов свойственна им только в известной мере, что и выражается членом $(Rrsi)^{1/4}$.

Для вернерита из Гувернера член этот равен $si^{1/4}$, а потому состав его есть

$$R^{1/4}r^{3/4}si^{5/4}\}O,$$

что и видно из отношения кислорода : 1 : 2 : 5. Для зарколита член $(Rrsi)^{3/4} = R^{3/4}$, ибо формула Скаки есть $R^{3/4}r^{3/4}si^{4/4}\}O$.

В мейоните из Монтесомма член $(rRsi)^{1/4} = R^{1/4}r^{3/4}$, ибо его формула есть $R^{1/3}r^{3/3}si^{3/3}\}O = R^{1/4} + {}^1/_4r^{3/4} + {}^2/_3si^{4/4}\}O$.

Точно так же должно из точных анализов неразложившегося вещества определить постоянное в известном минерале количество известного окисла из ряда R или r и изменчивую часть его.

Так, должно определить количество извести и магнезии, определяющих форму и общий вид авгитов. Только специальное изучение каждого минерала может привести к познанию

[1] Кокшаров. Материалы для минералогии России, I, стр. 366.

изменчивых членов его состава. Точно так же возможно отличить изменчивые и постоянные, видовые и родовые составные части и в целом ряде более или менее сходственных минералов. Так, ряд ромбоэдрических шпатов есть $(R^2)CO^3$, так, ряд полевошпатовых есть $R^{1/8}\,r^{3/8}\,si^{6/8}\,(Rrsi)^{4/8}\}O$.

Изменчивый член в полевом шпате и альбите $= si^{4/8}$, в лабрадоре $R^{3/40}\,r^{9/20}\,si^{8/40}$, в анортите $= R^{1/8}\,r^{3/8}$, в олигоклазе $= R^{3/104}\,r^{9/104}\,si^{40/104}$, ибо формулы их суть

$$R^{1/8}\ r^{3/8}\ si^{12/8}\}O$$
$$R^{1/5}\ r^{3/5}\ si^{6/5}\}O$$
$$R^{1/4}\ r^{3/4}\ si^{4/4}\}O \text{ и}$$
$$R^{2/13}\ r^{6/13}\ si^{18/13}\}O.$$

Нельзя забыть при этом того, что один анализ, без всяких других соображений, не ведет к познанию природы тела и его состава, что механическая примесь и псейдоморфизм участвуют в многих изменениях состава минералов, а потому при составлении их должно быть осторожным.

§ 119. Подобный взгляд на кремнезем, как на окись, а на кремнекислые соединения, как на стехиометрические помеси или сплавы окислов, удовлетворяет всем известным особенностям рассматриваемых нами соединений: разнообразию в отношении кислорода, замещениям между R^2O, r^2O, b^2O и si^2O, образованию многих соединений с щелочами (из исследования Томсена), полному разложению кремнекислых щелочей пайными кислотами и, наконец, строению этих соединений по объемам. Если прибавим сюда ту простоту, с какой при этом понимается образование различных кремнеземистых соединений из одной массы, — так в охлаждающемся сплаве происходят многие разнородные сплавы, если прибавим известные нам способы образования кремнеземистых соединений из расплавленной коры земной, из шлаков и т. п., то увидим, что изложенный нами взгляд выигрывает, по крайней мере, от своей простоты.

Итак, кремнеземистые соединения, резко отличаясь от соединений азотной, серной и других пайных кислот, сходствуют с соединениями борной и фосфорной кислот, а особенно с соединениями окислов между собою, потому что кремнезем есть окисел, весьма сходный по свойствам, форме и соединениям с глиноземом, а кремнеземистые соединения суть стехиометрические помеси окислов, подобно тому, как сплавы суть стехиометрические помеси металлов.

§ 120. Этот взгляд кажется нам вполне достаточным для минералога, изучающего свойства и образование (генезис) минералов; но его недостаточно химику, желающему кроме того знать вес химической частицы, дабы не только знать состояние покоя или состав, но и определить состояние движения, предугадать реакции.

Разрешить это вполне мы не можем в наше время, как потому, что не знаем реакций, в какие вступают кремнеземистые соединения в главнейших случаях, так и потому, что не имеем возможности получить большую часть кремнеземистых соединений в парообразном состоянии. Но мы не имеем решения этого вопроса и для большей части неорганических соединений, а потому станем довольствоваться тем, что дают известные нам явления и сравнения. Видя сходство кремнезема с окислами, станем изображать его состав как состав окислов, а изображая шпинель: $Mg^{1/2}\,al^{3/2}\}O$, должны изображать все кремнеземистые соединения $(Rrsi)^2\}O$.

Но весьма вероятно, что многие из окислов имеют частицу, не соответствующую формуле R^2O, а формуле $R^{2n}O^n$, подобно тому, как мы это видим в многих органических окислах и хлористых соединениях. Так же точно много вероятия и в том, что многие минералы имеют частицу $(siRr)^{2n}O^n$.

Последнее очевидно из рассмотрения строения эфиров кремнезема. Для них двуобъемная частица есть

$$si^4(C^2H^5)^4\}O^4$$

и

$$si^4(C^2H^5)^2\}O^3,$$

что видно из удельного веса их паев. Весьма вероятно, что и минеральные соединения принадлежат к подобным же разнообразным типам. Для удобства (избегая дробных коэффициентов) обозначения состава весьма полезно признать несколько таких типов. Так, полевой шпат есть $si^{12/8}\,al^{3/8}K^{1/8}\}O$ или удобнее $si^{12}al^3K\}O^8$.

По тому же самому для удобства можно изобразить состав лабрадора $si^6al^3Ca\}O^5$ и т. д.

Существование полимерных видоизменений кремнекислых соединений вполне утверждается объемным строением их, потому что полимерные тела имеют различный удельный вес паров, но одинаковый удельный вес в твердом состоянии. И действительно, судя по удельным объемам парообраз-

ных соединений, можно признать несколько видоизменений типа

$$(siRr)^2O,$$

а судя по удельным объемам твердых и жидких тел, строение всех рассматриваемых тел одинаково.

Потому-то признанная нами полимерность изъясняет те явления, какие заметили мы при рассмотрении удельных объемов гибридных радикалов. Лучший пример полимерности представляют нам синеродистые соединения. Синеродистый водород и другие простые соединения синерода с металлами суть CyR. Красная соль Гмелина есть Cy^2feK, платиновая соль его же Cy^2PtK, железистосинеродистый калий Cy^3FeK^2, платиносинеродистые соли Кнопна $Cy^5pt^3R^2$, соли Кадра $Cy^{11}Pt^5R^6$. Т. е. все соединения синерода с металлами суть $Cy^n(Rr)^n$.

Такой взгляд на состав частицы синеродистых солей вытекает из исследования реакций этих тел. Весьма важно знать удельный объем паров всех этих соединений, равно как и некоторых соединений фосфорной и борной кислот, чтоб разрешить вопрос о весе частицы кремнекислых соединений и всех вышеназванных.

§ 121. Теперь нам возможно ответить на вопрос, сделанный в начале чтения: чем существенно отличаются сходственные во многих отношениях углеродные и кремнеземные соединения, органические и минеральные?

В органических веществах входит много водорода, заменяемого в минералах трудно летучими металлами; в телах органических несомненно существование сложных радикалов, в кремнеземистых соединениях нет нужды признавать их, как нет нужды признавать их во многих окислах. Последнее отличает кремнеземистые соединения от фосфорнокислых и от солей серной, азотной и других кислот. Разнообразие органических тел, при небольшом числе элементов, изъясняется сложными радикалами, т. е. разнообразием расположения частей, что доказывается изомерностью. Разнообразие кремнеземистых соединений должно объяснять только количество и качество входящих элементов.

Насколько сходственны между собою все окислы, настолько сходствуют между собою и все кремнеземистые соединения.

§ 122. По количеству кремнезема можно различить три главных типа и несколько промежуточных.

Первый тип: отношение кислорода $= 1 : 1$

$$(rR)\,si\Big\{O = (Rr)^{si}\Big\}O.$$

Например, гранат $Rrsi^2O^2$, оливин RsiO, эпидот $Rr^2si^2O^5$, первый эфир Эбельмена $(C^2H^5)^4si^4O^4$ и т. д. Это суть обыкновеннейшие и простейшие кремнеземистые соединения, признанные Дюма, Эбельменом, Лораном и другими за средние соли:

$$(Rr)^2OSiO.$$

По Берцелиусу они суть

$$m(\dot{R})^3\ddot{S}i + n\ddot{R}\ddot{S}i.$$

Второй тип: отношение кислорода $= 1:2$

$$(rR)^2si^4O^3.$$

Авгит $R^2si^4O^3$, лейцит $Ral^3si^8O^6$, второй эфир Эбельмена $(C^2H^5)^2si^4O^3$. Это суть средние соли по теории Гмелина и других

$$(Rr)^2OgSiO^2.$$

По Берцелиусу это суть:

$$n\dot{R}^3\ddot{S}i^2 + m\ddot{R}\ddot{S}i^2.$$

Третий тип: соединения, где отношение кислорода есть $1:3$

$$(Rr)si^3O^2.$$

Полевой шпат $Rr^3si^{12}O^8$, агальматолит $alsi^3O^2$, гидрат кремнезема (Doveri) Hsi^3O^2 и т. д. Это суть средние соли по теории Берцелиуса

$$n\dot{R}\ddot{S}i + m\ddot{R}\ddot{S}i^3.$$

В других промежуточных и крайних типах существуют другие отношения кислорода. Но эти типы не суть естественные группы, потому что свойство кремнеземистых соединений зависит, как мы уже говорили, не от одного количества, но и от качества входящих элементов. Полевой шпат сходствует с лабрадором, несмотря на иное отношение кис-

лорода, потому что в одном известь и глинозем, а в другом кремнезем и кали взаимно замещаются:

$$\text{Полевой шпат } K^{5/40}al^{15/40}si^{60/40}\}O = al^{15/40}si^{60/40}(K^{5/40}si^{\ldots})\}O.$$
$$\text{Лабрадор } Ca^{9/40}al^{24/40}si^{48/40}\}O = al^{\ldots}si^{48/40}(Ca^{9/40}al^{9/40})\}O,$$

т. е. $Ca^{9/40}al^{9/40}$ в лабрадоре играет почти ту же роль, что $K^{5/40}si^{12/40}$ в полевом шпате.

Обратно: сходственные по строению, но различные по элементам минералы ясно отличаются иногда друг от друга. Таковы гранат и биотит (одноосновная слюда), эпидот, ортит, алланит, вернерит и анортит, берилл и авгит и т. д.

Итак, для изучения состава кремнеземистых минеральных тел должно расположить их по сходству признаков и изучить, какие элементы и в каких случаях могут заменять друг друга без изменения главных свойств и потом должно узнать, какое влияние производит каждое из замещений.

§ 123. Те немногие сведения, которыми мы обладаем, дают право думать, что при разнообразии в составе одного и того же минерала (т. е. тел сходственных признаков) может быть два главных случая:

1) Общеизвестное замещение изоморфами.

2) Второй род замещения (без большого изменения свойств) происходит между группами простых тел и их окислов. Объясним этот случай примерами. Мы видели, что состав полевого шпата и лабрадора, содержит:

$$al^{15/40}si^{45/40}(K^{5/40}si^{12/40}),O$$

и

$$al^{15/40}si^{60/40}(Ca^{9/40}al^{9/40}),O$$

или

$$al^{15}si^{45}(K^{5}si^{12}),O^{40}$$

и

$$al^{15}si^{48}(Ca^{8}al^{9}),O^{40}.$$

Мы видим, что здесь K^5si^{12} занимает в полевом шпате ту же роль, как Ca^8al^9 в лабрадоре.[1] Сумма двух тел замещает сумму других двух — это очевидно. Но посмотрим

[1] Это можно выразить так: лабрадор есть — $\ddot{A}l^5\ddot{S}i^{16} + \dot{C}a^8\ddot{A}l^3$, а полевой шпат есть — $\ddot{A}l^5\ddot{S}i^{16} + \dot{K}^5\ddot{S}i^4$. Здесь замещают друг друга $\dot{C}a\ddot{A}l^3$ и $\dot{K}^5\ddot{S}i^4$.

отношение этих тел, для того сделаем небольшое отступление. Окислы металлов, входящих в минералы, можно расположить в следующем порядке: кали, натр, магнезия, известь, закись железа, окись его, глинозем, кремнезем.

Верхние окислы образуют сильные основания, нижние суть слабые кислоты или слабые основания. При замещении группами сумма тел, стоящих по краям, замещается суммою тел, заключающихся между ними. Так, в нашем примере K и Si (стоящие с краев) замещаются Ca и al (стоящими внутри). Тела имеют сходство — только при подобном замещении группами. Не могут иметь два тела равные свойства, — когда кали в большем количестве замещено известью или глиноземом или когда кремнезем замещается натром или магнезиею. Но средний член, например известь, закись железа, может быть замещен суммою двух внешних: например кали и кремнеземом, магнезиею и кремнеземом, натром и глиноземом. Постараемся подтвердить эти правила, легко объясняемые a priori'ческим суждением и обещающие многостороннее развитие в будущности, постараемся подтвердить эти правила примерами, конечно немногими.

Тальк из Тироля по анализу Шерера[1] содержит:

$\dot{S}i$	$\dot{M}g$	$\dot{C}a, \dot{F}e$	$\dot{H}$
62.38	31.19	1.62	4.73

Антофиллит из Конгсберга по анализу Вопелиуса[2]

56.74	24.35	18.32	1.67

В первом — кремнезему (5.64), магнезии (6.84) и воды (3.06) больше противу второго, зато у второго больше извести и железной закиси (16.70). Здесь много сходства между взятыми телами потому, что в них сумма крайних замещена суммою средних.

Мы уже упоминали (§ 59) о сходстве внешнего вида пироксенов и литинистого сподумена.

Первый есть $CaMgSi^4,O^3$, а второй $Li^{1/5}al^{3/5}si^4,O^3$. Здесь роли Ca и Mg (двух внутренних) занимает al и Li (два внешних).

Авгит (салит) из Зола, по анализам г-на Розе:

$\dot{S}i$	$\dot{A}l$	$\dot{F}e$	$\dot{M}n$	$\dot{M}g$	$\dot{C}a$
54.86	0.21	4.41	0.42	16.49	23.57

[1] Scheerer, Pogg. Ann., LXXXIV. 321 и 388.

[2] Там же.

Авгит из Везувия по анализу Кудернаца:

[S̈i]	[Ä̇l]	[Ḟe]	[Ṁn]	[Ṁg]	[Ċa]
50.90	5.37	6.25	—	14.43	22.96

В первом больше: кремнезема (3.96), извести (0.61), магнезии (2.06) и закиси марганца (0.42), которые все крайние члены, а во втором больше противу первого глинозема (5.16) и закиси жезеза (1.81) — из которых оба суть члены средние в отношении к предыдущим.

Два видоизменения диаллага по анализам Кёлера.[1]

[S̈i]	[Ä̇l]	[Ḟe]	[Ṁn]	[Ṁg]	[Ċa]
54.80	2.84	7.78	—	16.57	17.02
57.19	0.70	7.46	0.35	32.67	1.30

Главное различие в составе обоих происходит оттого, что в первом заключается глинозем и известь, которые во втором видоизменении замещены магнезиею и кремнеземом.

Останавливаясь только на немногих примерах, мы имеем в виду только указание того важного закона, что не только изоморфы (т. е. тела очень сходственные по химической роли) могут замещать друг друга, но и такая совокупность тел, которая по свойствам равна свойствам совокупности других тел. Так как коренная идея изоморфизма, признаваемого Шерером и Германом и называемого полимерным и гетеромерным, состоит именно в признании возможности замещения не только между однородными телами, но и между разнородными, то мы и предлагаем удержать одно из приведенных названий для того рода замещений, о котором мы только что говорили или назвать его *полигетерным* замещением.

Это замещение, как и все роды замещений, способствует неизменности характера соединений, — только до известного предела.[2] Этот предел определяется, конечно, опытом. Приведем пример из сплавов. Давно известно было, что сурьма легко сплавляется с цинком, но только года два назад аме-

[1] Числа, приведенные в этом и предыдущем примере, заимствованы из: Leop. Gmelin, Handbuch d. Chemie (5 Aufl.), I, 363.

[2] Чтоб решить вопросы, относящиеся до замещений в минералах, должно уметь легко приготовлять их. Интересно было бы приготовить шпинель с примесью натра и кремнезема, взятых в известной пропорции. Сохранит ли она форму свою и главные свойства? Прекрасно было бы попробовать к составу известного, очень постоянного кремнеземистого соединения прибавлять мало-помалу — сперва простых окислов, потом смеси разнообразных окислов. Все, что будет найдено в этом отношении, должно представлять многосторонний интерес.

риканский ученый Кук[1] исследовал эти сплавы. Он нашел, что существуют только два определенных сплава: 1) Sb^2Zn^3 (Tetrantimonide of zinc, или Stibitrizincyle) получается при сплавлении 57 частей сурьмы и 43 цинка. При половинном затвердении пробивают кору (по обыкновенному способу — как получают кристаллы серы и висмута) и получают отличные призматические кристаллы ромбической системы. Им свойствен хороший блеск, белый серебристый цвет, хрупкость и, что замечательнее всего, способность разлагать воду при точке ее кипения с отделением водорода. Заметим, что это соединение соответствует сурьмянистоводородному газу Sb^2H^3. 2) SbZn (Biantimonide of zinc, или Stibiobizincyle) получается при сплавлении 68.5 [частей] сурьмы и 31.5 цинка. Получающиеся кристаллы также блестящи, белы и хрупки, но они не разлагают воды. Кристаллические формы обоих сплавов ясно различаются. Прибавляя к первому сплаву (вместо 43.0) до 48.7% цинка — получим кристаллы с большим содержанием цинка (что показывает анализ измеренных кристаллов), но по форме сходные с Sb^2Zn^3.

Взявши смесь, содержащую от 31 до 27% цинка, получим только кристаллы состава и формы SbZn, но взявши от 31 до 35% цинка, получим кристаллы формы SbZn, но по составу заключающие больше Zn. Прибавляя еще больше цинка, получим кристаллы по форме Sb^2Zn^3, но по составу заключающие больше Zn.

Итак, в известной мере можно изменить состав (и формулу) без изменения формы и главных свойств. Это длится до известного предела, перейти который значит изменить известный род внутреннего равновесия.

VII. Выводы[2]

1) *Удельный объем* ($V = \frac{n}{\Delta}$, где n есть вес пая, эквивалента или частицы, а Δ — удельный вес) означает или отношение объемов соединяющихся тел (когда n — есть пай), или объем химически замещающих тел, когда n есть эквивалент или объем химической частицы.

[1] I. Cooke, Memoirs of the Americ. Acad. new series, v. V. Arch. d. scienc. phys. et natur., 1856, XXXII, 155.

[2] Большая часть этих выводов изложена была в брошюрке: «Положения, избранные для защищения на степень магистра химии Д. Менделеевым. 9 сентября 1856 года. СПб. 1856».*

* См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. I, 1937, стр. 313—324. [*Прим. ред.*].

2) Так как масса тел состоит, придерживаясь предположения современных последователей атомического учения, не из одних сплошь лежащих телесных атомов, так как между ними должно предполагать еще пустоту и эфирные атомы (или атомы свободно движущиеся), то удельные объемы не означают «*объема атома*».

3) В смысле атомической теории, которая, однако, не облегчает изучение или объяснение химических явлений, удельный объем (если n есть вес химической частицы) можно считать за объем того пространства, которое окружает каждую частицу тела.[1] Потому-то:

4) Кубический корень из удельного объема $\left(\sqrt[3]{\frac{n}{\Delta}}\right)$ означает расстояние центров (и математических и физических, т. е. центров тяжести) частиц. В этом смысле удельные объемы будут весьма важными данными для развивающейся в наше время динамической теории физических и химических явлений, потому что расстояние центров частиц есть один из элементов, необходимых для механики частиц.

5) Искусственная дуалистическая система должна уступить место унитарной.

6) Электрохимическая теория, составленная, между прочим, для изъяснения отделения теплоты и света при химических действиях, очень неудовлетворительна.

Явление света и теплоты при химических действиях легче всего объясняются из того, что при химическом действии происходит движение телесных частиц, а чрез то приводятся в колебание и те частицы, колебание которых определяет световые и теплородные явления.[2]

---

[1] Довольно совершенное изложение атомического учения, по нашему мнению, высказано Сегеном старшим во многих его мемуарах, помещавшихся в «Comptes rendus d. Acad. franç.» и изложенных в кратком виде в приложении к переводу книги Грове: W. R. Grove. Corrélation des forces physiques, traduit par Moigno, 282.

[2] В цитированном сочинении Грове, со свойственной ему ясностью и многообъемлемостью, излагает переход и соотношение (correlation) силы химического сродства со всеми другими физическими силами, а Сеген объясняет эти явления в смысле атомического учения как связь в движении одной системы атомов с другими или как связь известного способа движения с другим. Впрочем, должно заметить, что раньше Сегена много раз высказано было подобное же воззрение на соотношение между химическими и физическими явлениями. Некоторые из сочинений по этому предмету указаны нами в § 11. Особенность взгляда Сегена состоит в том, что он не признает эфира как особого вещества, но признает за эфир атомы μ, отстоящие далеко от центров тяжести частиц, образованных из соединения телесных атомов m, находящихся вблизи

7) По недостатку точных сведений об изменении удельных объемов, изучение их должно быть разделено на изучение удельных объемов газообразных и негазообразных тел (твердых и жидких).

8) Ни закон Гей-Люссака, ни другие законы, относящиеся до удельных объемов газообразных и негазообразных тел, не имеют математической точности. Это есть свойство всех хорошо известных физических законов, например Мариотта, Дальтона, Ома и т. п., и зависит от того, вероятно, что ни одно явление не определяется одною или двумя причинами, а совокупностью многих.

9) Ампер, Жерар дали простейший и наилучший способ определения химической частицы.

Она в парообразном состоянии занимает два объема, если пай (100 частей) *кислорода занимает один объем.* Потому частица кислорода весит 200 и $=O^2$, серы (до 800°) весит 1200 и $=S^6$, водорода 12.5 и $=H^2$, мышьяка 1876 и $=As^4$, спирта 287.5 и $=C^2H^6O$, эфира 462.5 и $=C^4H^{10}O$ и т. д.[1]

10) Сера в свободном состоянии и при температурах ниже 800° S^6 полимерна той сере S^2, которая заменяет кислород O^2, что видно не только из удельных объемов паров, но и при сравнении свойств серы, кислорода и их соответствующих соединений. Так же точно фосфор P^4 и мышьяк As^4, взятые в отдельности, полимерны тому фосфору и мышьяку, которые заменяют азот.

11) Так как объем частицы газа или пара относится к объему пая кислорода почти как 2 к 1, т. е.

$$\frac{n}{\Delta} : \frac{100}{1.10564} = 2 : 1,$$

то для всех паро- и газообразных тел (только вне температуры разложения и при известном удалении от точки кипения) почти справедливо уравнение:

$$\frac{n}{\Delta} = 180.$$

этих центров. Атомы μ и m всюду одни и те же, только их движения различны, положения неодинаковы, расстояния более или менее далеки. Атомы μ, отстоя далеко от центров тяжести частиц, способны легко изменить место, — это есть те атомы, которые назывались эфирными.

[1] Припомним, что мы употребляем паи Жерара и двуобъемные формулы как самые простейшие и наиболее согласные с унитарным воззрением.

Если принять пай водорода = 1, то $\frac{n}{\Delta} = 28.8$.

12) Это дает легчайший способ по удельному весу газа узнавать приближенный вес частицы и обратно.

Эта формула[1] должна заменить существующий ныне à priori'ческий способ определения удельного веса пара, судя по его составу (судя по удельному весу составляющих).

13) Персо, Шрöдер, Лöвиг, Плейфр и Юле, Бодримон и Эймбродт напрасно искали простоты в отношении удельных объемов негазообразных тел.

14) Частицы, занимающие в парообразном состоянии равные (или почти равные) объемы, в негазообразном состоянии очень редко имеют равные объемы.

15) Это всего яснее можно наблюдать в телах полимерных. Они имеют почти равные удельные объемы в газообразном состоянии, но в негазообразном состоянии их удельный объем почти пропорционален паю.

16) Это явление (14 и 15) зависит, вероятно, от того, что равновесие атомов или их групп в газообразных телах определяется преимущественно массою и расстоянием этих атомов или групп их, потому что тогда, по значительности расстояния атомов или их групп, форма их не оказывает значительного влияния на это равновесие,[2] тогда как в телах негазообразных, по близости (сравнительной) расстояния атомов или их групп форма их играет существеннейшую роль. Оттого приближенный удельный вес газа может быть определен, судя по одному весу частицы, а для определения удельного веса негазообразного тела одного этого недостаточно, должно знать строение тела, его свойства и др.

17) Сравнение удельных объемов твердых и жидких тел при температурах плавления или кипения, как советовали Персо, Шрöдер и Копп, до сих пор излишне и не основано на требованиях опыта.

18) Теории удельных объемов негазообразных тел Коппа, Шрöдера и Лöвига (теория равноостаточности объемов) не справедливы, как потому, что нет возможности определить

---

[1] Копп (Compt. rend., 1857, XLIV, 1347) дал подобный же способ определения удельного веса паров.

[2] Мы называем для краткости влиянием формы атомов или их групп то влияние, которое оказывают части атомов или групп на части ближайших атомов или групп. Это влияние можно уподобить пертурбациям или влиянию луны на форму моря и внутренней расплавленной части земли.

объем тела в соединении (или после соединения с другими телами), так и потому, что одинаковая разность в составе определяет весьма часто очень разнообразные величины в разности объемов.

19) Попытки Шрёдера, Гмелина, Гросгана и Дана согласить удельные объемы негазообразных тел с числом паев совершенно безуспешны до сих пор.

20) Предположение Авогадро о том, что электроположительные простые тела имеют больший удельный объем (или его кратное), чем электроотрицательные, — согласуется с большею частью точно известных фактов.

21) Магнитные элементы имеют меньший удельный объем (а следовательно и меньшее расстояние центров частиц), чем диамагнитные, что согласуется с теориею магнетизма Фальга и Делярива.

22) Близость кристаллических форм (изоморфизм и гомеоморфизм) не зависит от близости или кратности удельных объемов, как думали Копп, Дана, Гунт и другие; потому что:

23) a) Тела с близкими формами, но не аналогическим составом (гомеоморфные) не имеют близких или кратных удельных объемов.

24) b) Иногда и изоморфные тела (близких форм и аналогического состава) не имеют близких или кратных удельных объемов, что особенно ясно при рассматривании ромбоедрических простых тел.

25) c) Многие изоморфные тела имеют близкие удельные объемы только потому, что (или только тогда, когда) они сходственны между собою (по составу и по свойствам); ибо [последнее возможно] и без изоморфизма.

26) Сходственные тела очень часто имеют близкие удельные объемы.

27) Все другие сходственные тела имеют удельные объемы, постепенно увеличивающиеся с увеличением пая.

28) При одинаковости элементарного (в телах изомерных, метамерных и полимерных) или рационального (особенно в телах изоморфных и гомеоморфных) состава, удельные объемы тем более близки (26) или тем согласнее изменяются с изменением пая (27), чем сходственнее их свойства.

29) Эти последние (26, 27 и 28) законы, указанные еще Дюма, дают числовую опору естественной классификации.

30) Удельные объемы негазообразных тел зависят не только от состава, но и от свойств тел.

31) Соответствующие соединения радикалов, при не весьма большом различии в свойствах, имеют или близкие удельные объемы (немного бо́льшие или немного меньшие) или постоянно удельные объемы соответствующих соединений одного радикала превышают удельные объемы соединений другого радикала. Возьмем два примера:

32) Удельные объемы соединений водорода обыкновенно близки к удельным объемам соответствующих соединений бария и натрия.

Соединения водорода, бария и натрия имеют удельные объемы меньшие, чем соответствующие соединения калия и эфиля, но большие, чем соответствующие соединения магния и меди.

33) Удельные объемы эквивалентов хлористых и сернокислых (например Ag^2Cl^2 и Ag^2SO^4) солей имеют обыкновенно близкую величину.

34) Сходственные неорганические соединения, например хлор, бром и иод, литий, натрий и калий и т. п., имеют удельные объемы или близкие или неравномерно изменяющиеся с изменением пая, так что ясно отличаются этим от гомологов.

35) Должно различать три рода реакций: соединения, замещения и разложения, судя по числу частиц действующих и происходящих.

36) Соединение есть такая реакция, при которой сумма объемов паров действующих больше суммы объемов паров происходящих.

37) При соединении сумма удельных объемов твердых и жидких тел действующих больше суммы удельных объемов происходящих.

38) При соединении сумма температур кипения [тел] действующих меньше суммы температур кипения происходящих.

39) При замещении для действующих и происходящих тел следующие суммы приближенно равны:

Суммы объемов пара $V = W$
Суммы уд. объемов $SW = SV$
Суммы температур кипения[1] $S \cdot T = S \cdot t$

40) При разложении:

Для объемов пара $W < V$
Для уд. объемов $SW < SV$
Для точек кипения $S \cdot T > S \cdot t$

[1] При металептическом замещении $S \cdot T < S \cdot t$ и для объемов SW немного больше SV.

41) Для тех тел, которые не переходят в пары, мы очень часто не можем определить ясно род реакции. Относительно изменения удельных объемов приближенно $SW = SV$ для следующих реакций:

a) при изоморфном и ему подобном замещении,

b) при образовании сплавов,

c) при двойном разложении между металлическими солями,

d) при образовании безводных кислых солей двуосновных кислот (например $K^2S^2O^7$) из средней соли и безводной кислоты.

42) При следующих реакциях, сходных с соединениями, происходит сокращение в удельных объемах, т. е. $SW > SV$:

a) при соединении ангидрида двуосновной кислоты с окислом,

b) при соединении соли с кристаллизационною водою,

c) при растворении в воде.

43) Если определить для ряда сходных солей сокращение $\frac{SW - SV}{\frac{1}{2}(SW + SV)}$, происходящее при образовании их из окисей и ангидридов кислот, то можно узнать растворимость соли, потому что чем нерастворимее соль, тем большее сжатие произошло при ее образовании.

44) Изменение объемов при реакциях не может служить к измерению силы сродства действующих тел. Это видно из того, что одинаковое объемное изменение происходит при самых разнообразнейших реакциях:

$$K^2O + H^2O = KHO + KHO$$
$$C^2H^6O + C^2H^4O^2 = C^4H^8O^2 + H^2O$$
$$NH^3 + C^2H^5Cl = NH^7C^2 + HCl.^1$$

45) Зная удельный вес и вес частиц всех, кроме одного, тел действующих и происходящих при замещении, можно определить приближенный удельный объем и удельный вес этого тела. Так, например, можно полагать, что удельный вес безводной азотной кислоты близок к 1.7.

46) При образовании аурипигмента As^2S^3 происходит замещение между S^6 и As^4:

$$S^6 + As^4 = As^2S^3 + As^2S^3.$$

---

1 Изменение объемов, значит, не зависит от силы химического сродства, оттого остроумное предположение Woods [Phil. Mag. (4), II, 268; IV, 370] о тесной их зависимости не справедливо.

При этой реакции $SW = SV$.

Ни для сернистой сурьмы, ни для сернистого висмута это уравнение $SW = SV$ не приложимо.

47) Так как различие трех реакций: соединения, замещения и разложения основано на понятиях, внесенных в науку Жераром, и как это различие утверждается изучением удельных объемов, то последнее различие служит подтверждением мнений Жерара о химических частицах.

48) Не зная веса частицы (двуобъемной) многих неорганических окислов (например окисей серебра, сурьмы, глиния и др.), мы для простоты и общности должны изображать состав их в эквивалентах воды H^2O (Ag^2O, sb^2O, al^2O и т. д.)

49) По той же самой причине состав кремнезема можно для простоты выражать: si^2O.[1]

50) Много вероятия в том, что частица окиси серебра есть agO (т. е. серебро есть двуосновный радикал), глинозема AlO^3 (т. е. глиний[2] радикал шестиосновный) и кремнезема SiO^2 (т. е. кремний есть радикал четырехосновный[3]); но это еще не совершенно достоверно, а потому пока нет ни нужды, ни потребности употреблять последние формулы предпочтительно пред формулами вида R^2O.

51) Это тем более относится к кремнезему, что для него нет средних (обыкновеннейших и постояннейших) солей (или соединений с окислами), как для серной, уксусной, азотной и других кислот.

52) Потому, если все почти соединения последних подходят под типы RM, O и RR, O (где R есть радикал, кислоты, а M — основания или их совокупности), то общая формула кремнеземистых соединений $(siM)^2$, O, где кремний может вытеснять металлы не только по паям и по частям пая, но даже и как изоморф, т. е. без пайного отношения.

53) При образовании кремнеземистых соединений из окислов удельные объемы изменяются очень мало, подобно тому, как при изоморфных замещениях и сплавах.

54) В кремнеземистых соединениях нет нужды признавать сложных кислородных радикалов, ибо простейшая формула кремнеземистых соединений есть siM, O.

55) Судя по строению кремнеземистых эфиров, частицы которых суть:

$si^4(C^2H^5)^4, O^4$; $si^4(C^5H^{11})^4, O^4$; $si^4(C^2H^5)^2, O^3$,

[1] Тогда вес пая кремния $si = 45.3$, кремнезема $si^2O = 190.6$.

[2] Пай $al = 57.1$, а в последнем обозначении $Al = al^6 = 342.6$.

[3] При этом $Si = si^4 = 181.2$.

можно полагать существование нескольких типов кремнеземистых соединений $(siM)^{2n}\ O^{n}$ или может быть $si^{4}M^{2n}\ O^{n+2}$, где пай si = 45.3 (или, если H = 1, то si = 7) или, если пай Si = 181.2 (когда H = 1, то Si = 28), то $siM^{2n}O^{n+2}$.

56) Но как мы не имеем сведений о частице большей части кремнеземистых соединений (по незнанию удельного веса их паров, соотношения в составе и реакций) и видим, что все они имеют сходное строение, то всем им полезно придать пока общую простейшую формулу: $(siM)^{2}$, O.

57) Для избежания дробных показателей, эту последнюю можно заменить формулами по типу: $(siM)^{2n}, O^{n}$.

Например, формула полевого шпата есть или $si^{12/8}\ K^{1/8}, al^{3/8}$, O или, что все равно, $si^{12}Kal^{3}, O^{8}$ (или $Si''''^{3}K'\ Al'''\ O^{8}$, где пай четырехатомного Si'''' = 181.2, трехатомного Al''' = 171.3).

58) Подобные формулы очень удобны в том отношении, что в них показатели при радикалах прямо показывают отношение кислорода, получаемое анализом.

59) Строение кремнеземных соединений из окислов во многом подобно строению сплавов из металлов, а потому:

60) Природные кремнеземные соединения можно рассматривать как сплавы[1] окислов типа $H^{2}O$, где водород замещен простыми радикалами si, al, fe, Fe, Ca, Mg, Na, K и др.

61) В природных кремнеземных соединениях происходит замещение не только (сходственными телами) изоморфами, но и группами (полигетерное, как мы его назвали), составленными из изоморфных окислов. Так, группа кремнезема и кали может заместить глинозем и известь, натр и магнезию и т. п., и при этом, как при изоморфном замещении, не изменяются ни главные свойства, ни форма. Потому формулы Берцелиуса, где определено отношение оснований $R^{2}O$ к $R^{4}O^{3}$ и к $si^{2}O$, — формулы эти изображают только частные явления и потому-то они неудовлетворительны для слюд, турмалинов, амфиболов и т. п. По этим формулам признается только один род изоморфизма.

62) Весьма было бы полезно для дальнейших успехов изучения кремнеземистых соединений обозначать в формулах постоянные и изменчивые члены, в которых могут происходить замещения изоморфные и полигетерные.

Конец.

---

[1] Припомним, что и сплавы могут происходить водным путем.

ДОПОЛНЕНИЯ К ТОМУ II

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН

Zeitschrift für Chemie, 1870, B. VI, S. 200—205. Перевод проф. В. Я. Курбатова

О ВЫЧИСЛЕНИИ ТЕПЛОЕМКОСТИ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ*

Известно, что *атомные теплоемкости* газообразных элементов (здесь, как и дальше, при постоянном давлении) = = 3.4, а атомные теплоемкости твердых элементов = 6.4, однако часто имеют место отклонения, на которые указал Копп (Ann. Ch. Pharm. Suppl., 3, 336) и которые опорачивают всеобщность закона Дюлонга и Пти. С другой стороны, приверженцы механической теории теплоты (Хирн, Е. Шмидт, Дюпре, Буфф, Бэдекер) пришли к заключению о числе атомов в химических соединениях, которые вообще противоречат химическим представлениям. Дальше я покажу, что при более точном определении понятия о молекуле отклонения от закона Дюлонга и Пти исчезают.

При нагревании тела часть подведенного тепла вызывает повышение температуры, тогда как другая часть превращается во внутреннюю и внешнюю работу молекулы. В случае *газов* можно пренебречь *внутреннею* работою, *внешняя* же, согласно механической теории теплоты, равна $\frac{\alpha \cdot 10330}{425 \cdot d}$, где α означает коэффициент расширения 0.00367, d — вес одного куб. м газа при 0° и 760 мм.

Ввиду того, что d можно выразить через вес равного объема водорода (= 0.0896 кг), помноженного на половину молекулярного веса P (H = 2), то $d = 0.0896 \cdot \frac{P}{2}$, т. е. вышеприведенное выражение при введении этой величины d равно:

$$\frac{0.00367 \cdot 10330 \cdot 2}{425 \cdot 0.0896\ P} = \frac{2.04}{P},$$

причем для краткости вводим $\frac{2}{P}$.

---

* Доложено на заседании Русского химического общества 18/6 ноября 1869 г. [*Прим. ред.*].

Следовательно, если c — наблюденная теплоемкость при постоянном давлении, а k — истинная теплоемкость, то

$$c = k + \frac{2}{P}. \qquad (I)$$

Вычислив величины k для H, O, N из наблюденных Реньо величин c, получим числа, которые при умножении на соответственные атомные веса дают постоянный коэффициент 2.4. Ввиду того, что *атомный вес* равен *молекулярному весу*, деленному на *число атомов* n в молекуле,

$$\frac{P \cdot k}{n} = 2.4. \qquad (II)$$

При умножении уравнения (I) на $\frac{P}{n}$ и введении в уравнение (II), получается:

$$\frac{P \cdot c}{n} = 2.4 + \frac{2}{n}, \qquad (III)$$

или

$$P \cdot c = 2.4n + 2.$$

Если обозначим $\frac{P \cdot c}{n}$ атомной *теплоемкостью*, то увидим, что она тем ближе к коэффициенту 2.4, чем больше n, т. е. чем больше атомов содержится в частице тела.

Один взгляд на последующую таблицу показывает, что мое предположение обосновано. Но тотчас видно, что чем газ сжимаемее, тем больше отклонение, из чего следует, что для таких газов внутренней работой нельзя пренебречь.

Очевидно, что опытные данные значительно лучше совпадают с моею формулою, чем с предложенными — Буффом, Клаузиусом и Нейманом, которые вычисляют на основе теплоемкости при постоянном объеме. Однако, я должен заметить, что истинная теплоемкость, вероятно, ниже 2.4. Отклонения друг от друга в обоих последних столбцах таковы, что для тел с высоким молекулярным весом наблюденные величины *больше*, а для тел с меньшими молекулярными весами на данное число атомов *меньше*, чем вычисленные.

Следовательно, при равном числе атомов тело с более высоким молекулярным весом имеет и большую атомную теплоемкость. Это как раз имеет место и у *твердых тел*.

Газ	Молекулярный вес P	Число атомов n	Удельная теплоемкость (Регнье) c	Атомная теплоемкость	
				найдено $\frac{P \cdot c}{n}$	вычислено $\frac{P \cdot c}{n}$ (III)
H_2	2	2	3.405	3.41	3.4
O_2	32	2	0.218	3.49	3.4
N_2	28	2	0.244	3.42	3.4
CO	28	2	0.248	3.47	3.4
HCl	36.5	2	0.184	3.35	3.4
NO	30	2	0.231	3.46	3.4
Cl_2	71	2	0.121	4.29	3.4
Br_2	160	2	0.055	4.40	3.4
N_2O	44	3	0.224	3.28	3.1
H_2O	18	3	0.475	2.85	3.1
CO_2	44	3	0.216	3.24	3.1
SO_2	64	3	0.155	3.31	3.1
CS_2	76	3	0.157	3.98	3.1
NH_3	17	4	0.508	2.16	2.9
PCl_3	137.5	4	0.135	4.64	2.9
CH_4	16	5	0.593	1.90	2.8
$CHCl_3$	119.5	5	0.157	3.75	2.8
C_2H_4	28	6	0.369	1.72	2.7
C_2H_5Cl	64.5	8	0.274	2.21	2.6
C_2H_6O	46	9	0.451	2.31	2.6
C_6H_6	78	12	0.375	2.44	2.6
$C_4H_{10}O$	74	15	0.481	2.36	2.5

Так как у *жидкостей* теплоемкость весьма заметно зависит от температуры, то до сих пор не были найдены какие-либо закономерности. Но у *твердых тел* мы сталкиваемся с соотношениями, которые вполне совпадают с таковыми у газов. Естественно, что у последних следует обратить внимание на *внутреннюю работу*. Вероятно внутренняя работа зависит от состава тел в такой же степени, как и внешняя работа. Еще больше влияет на последнюю и атомный вес и расстояния между атомами или их объем. Чтобы найти эту внутреннюю работу, примем, что теплота, нужная для повышения температуры, одинакова как для твердых, так и для газообразных тел. Тогда получаем внутреннюю работу как разницу между атомною теплоемкостью и 2.4. В нижеследующей таблице приведены наблюдения над известным сопоставлением Коппа. Буквы имеют то же значение, что и в предыдущей таблице. $P \cdot c$ — молекулярная теплоемкость, d — плотность, $\frac{P}{d}$ — молекулярный объем.

Твердые тела	P	c	$P \cdot c$	n	d	$\frac{P}{d}$	$\frac{P \cdot c}{n}$
MgO	40	0.2439	9.8	2	3.64	11.0	4.6
$NaCl$	58.5	0.2140	12.5	2	2.1	27.2	6.2
CuO	79.4	0.142	11.3	2	6.2	12.8	5.6
$CuCl$	98.9	0.1383	13.7	2	3.5	28.0	6.8
$AgCl$	143.5	0.0911	13.1	2	5.4	26.3	6.5
HgO	216	0.0518	11.2	2	11.1	18.4	5.6
HgS	232	0.0512	11.9	2	8.1	28.5	5.9
AgJ	235	0.0616	14.5	2	5.3	43.8	7.2
$HgCl$	235.5	0.0521	12.3	2	7.0	33.6	6.1
H_2O	18	0.474	8.5	3	0.918	19.6	2.8
SiO_2	60	0.1913	11.5	3	2.65	22.6	3.8
SnO_2	150	0.0933	14.0	3	6.8	22.0	4.7
Cu_2O	142.8	0.111	15.9	3	5.7	25.0	5.3
$BaCl_2$	208	0.0896	18.6	3	3.7	56.2	6.2
$PbCl_2$	278	0.0664	18.5	3	5.8	48.0	6.2
$HgCl_2$	271	0.0689	18.7	3	5.14	52.7	6.2
B_2O_3	69.8	0.2374	16.6	5	1.83	38.1	3.3
Al_2O_3	102.8	0.2173	22.3	5	3.9	26.4	4.5
MgH_2O_2	58	0.312	18.1	5	2.34	25.1	3.6
$CaSiO_3$	116	0.178	20.7	5	2.8	41.4	4.1
$CaCO_3$	100	0.2086	20.9	5	2.7	36.7	4.2
KNO_3	101.1	0.2312	23.5	5	2.1	47.9	4.7
$KClO_3$	122.6	0.194	23.8	5	2.35	52.2	4.7
NH_4Cl	53.5	0.373	20.0	6	1.52	35.8	3.3
Na_2CO_3	106	0.2728	28.9	6	2.47	42.9	4.8
$BaSO_4$	233	0.108	25.2	6	4.45	52.9	4.2
$MgAl_2O_4$	142.8	0.194	27.7	7	3.52	43.4	4.0
$K_2S_2O_7$	192.2	0.197	37.5	7	2.59	73	5.3
NH_4NO_3	80	0.455	36.4	9	1.72	47	4.0
$BaCl_2 \cdot 2H_2O$	224	0.171	41.7	9	3.05	80	4.6
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	172	0.259	44.6	12	2.33	74	3.7
$C_4H_6O_4$	118	0.313	36.9	14	1.53	77	2.6
$C_{10}H_8$	128	0.309	39.6	18	1.05	122	2.2
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	246	0.312	89.1	27	1.68	146	3.3
$MgK(SO_4)_2 6H_2O$	402	0.264	106.2	31	2.05	196	3.4
$KAl(SO_4)_2 12H_2O$	474.5	0.371	176.1	48	1.75	271	3.7

Из таблицы видно, что:

1) Атомные теплоемкости как твердых, так и газообразных тел уменьшаются при увеличении числа атомов. Поэтому уменьшается в этом случае также и внутренняя работа. Так как коэффициент (для $C_{10}H_8$ и других) $\frac{P \cdot c}{n}$ может быть ниже даже 2.4, то очевидно, что внутренняя работа может быть *отрицательной*, т. е. при нагревании сложных тел в силу

внутренних перестроек освобождается тепло и оказывается несвязанным.

Таким образом оказывается, что есть тела, сжимающиеся при нагревании.

2) При неизменном числе атомов атомная теплоемкость непостоянна. Это зависит, повидимому, от веса атомов и расстояний между ними. Особенно очевидно это для льда, теплоемкость которого лишь мало отличается от истинной атомной теплоемкости, особенно, если эти величины [теплоемкости] сравнивать с теми же величинами для трехатомных соединений в соотношении с молекулярным весом и плотностью. Плотность льда — наименьшая, и он обладает легчайшим весом молекулы в этой группе, а потому обнаруживает наинизшую атомную теплоемкость.

3) Высшие атомные теплоемкости получаются у тех тел, молекулярный вес которых велик, а число атомов мало.

Наинизшей атомной теплоемкостью обладают те сложные соединения, у которых молекулярный вес и относительные удаления атомов друг от друга малы. В сложнейших (органических) соединениях, по всей вероятности, атомная теплоемкость в твердом состоянии равняется таковой в газообразном состоянии, т. е. в таких телах внутренняя работа в твердом состоянии равна или лишь не намного больше, чем внешняя работа в газообразном состоянии. Так, например, теплоемкость льда почти совпадает с теплоемкостью водяного пара.

Из вышесказанного вывожу заключение:

Атомные теплоемкости твердых тел колеблются от 7 до 2. Они уменьшаются при увеличении числа атомов в молекуле и при уменьшении веса и объема молекулы.

Если допустим, что, согласно закону Дюлонга и Пти, *истинные атомные теплоемкости* элементов (т. е. тепло, служащее лишь для подъема температуры) для всех элементов равны, то получим тем самым не только закон Неймана, но и правило Коппа.

Некоторые элементы содержат в молекуле только *один* атом (Hg, Cd...), другие *два* (H_2, O_2, J_2...). Эти элементы должны иметь наивысшую атомную теплоемкость, что и подтверждает опыт (ср. Kopp. Ann. Ch. Pharm. Suppl., 7, 290).

Закон Дюлонга и Пти (на основании наблюденных атомных теплоемкостей) *пригоден во многих случаях, так как молекулы элементов в большинстве случаев построены просто* ($n = 1$ или $= 2$).

Однако имеются и элементы, у которых число атомов в молекуле велико. Такие элементы имеют *меньшее* число атомов, что и обусловливает отклонение от закона Дюлонга и Пти. Для *белого фосфора* $\frac{P \cdot c}{n} = 5.5$, а для *красного* (более сложного) $= 5.3$. Для As $= 6.1$. P и As, как известно, содержат по меньшей мере 4 атома в молекуле. Для S $= 5.2$ и Se $= 5.9$ нужно признать 6 атомов в молекуле, а потому мы приходим к заключению, что у Si $= 3.8 - 5$; B $= 2.4 - 2.8$; У C $= 1.76$ (алмаз) $- 2.9$ (уголь) молекулы должны быть построены еще сложнее.

Высокому молекулярному весу *углерода* соответствует его нелетучесть. Но CO и CO_2 — газы, как NO и NO_2, и потому должны существовать газообразные [молекулы] C_2, подобно N_2. Если сравним SO_2 с CO_2, H_2S с CH_2(?), $(C_2H_5)_2S$ с C_5H_{10}, то увидим, что в силу замены S на C молекула становится летучее и менее связанной. Обычный углерод — C_n и только при чрезвычайно высоких температурах он переходит в C_2. Но как сера (S_6) в моменты соединения с O, H... переходит в S_2, так же и C_n в одинаковых условиях переходит в C_2. Хотя из летучих соединений углерода можно получить обычный уголь (C_n), но это не требует признания наличия C_n в любом соединении, так же, как не требуется признания парациана в цианистых соединениях, хотя последние и выделяют его при нагревании. Напомню далее о гуминовых соединениях (Бертело) и графитовой кислоте (Броди) из угля.

Наконец, если рассмотрим кислоты *хлора*, то заметим, что они не содержат *больше* одного атома хлора Cl_1 в молекуле; *кислород* встречается в виде O_2 и O_3 и соответственно образует H_2O и H_2O_2, т. е. *озон*, в котором O заменен на H_2. *Сера* — S_6 и соответственно дает сульфиды и кислоты серы, имеющие даже *до* 5S в молекуле (пятисернистый барий, пентатионовая кислота), но *не больше*. P_2H_2 можно рассматривать как P_4, в котором P_2 заменено на H_2. Эти явления, которые можно размножить сколько угодно, указывают, что существует известное соотношение между водородистыми соединениями элемента и самой его молекулой в свободном состоянии. Ввиду того, что получаются только углеводороды CH_4, C_2H_4... C_nH_m, то и углерод, так же как и O, S, P, As..., может встретиться в виде различных модификаций C_1, C_2... C_n.

Известно, что наиболее богатые углеродом органические соединения наиболее легко дают обычный уголь (C_n). *Следо-*

вательно, малая теплоемкость углерода указывает лишь на сложность его молекулы.

Вышеприведенные сопоставления можно свести к следующим выводам:

1) *Истинная теплоемкость* (т. е. тепло, идущее только на повышение температуры) *одинакова для всех элементов.*

2) *При нагреве тела происходит кроме внутренней работы* (особенно у твердых тел) *и внешняя работа* (особенно у газов), *которые тем меньше требуют тепла на каждый атом, чем больше атомов в молекуле.*

Это, вероятно, можно объяснять тем, что в ней принимают участие атомы, дальше лежащие от центра молекулы. Становится ясным, что при коротких расстояниях между атомами внутренняя работа мала (тела — устойчивы), а при нагревании сложных молекул происходит их распад (например выделение кристаллогидратной воды).

3) *Теплоемкость, или скорее внутренняя работа, элементов зависит от числа атомов, их веса и их взаимного удаления таким образом, что она при увеличении веса и расстояний атомов соответственно увеличивается.*

Это подтверждается и тем, что теплоемкость растет при повышении температуры.

Следовательно, теплоемкость не зависит от *природы* элементов. Влияние *строения* молекулы отрицать нельзя, но определяемое им влияние должно быть весьма незначительным. По Конну, теплоемкость углерода наименьшая, когда молекула наипростейшая.

Мои соображения приводят как раз к обратному заключению.

4) *Молекулярная теплоемкость* $P \cdot c$ равна $2.4 \cdot n$ + *внешняя работа молекулы* (зависящая от коэффициента расширения и веса кубической единицы объема тела) + *внутренняя работа* (зависящая от n, P, d). Последний коэффициент тем больше, чем меньше n и чем больше P и $\frac{P}{d}$.

Ввиду того, что число атомов для большинства солей и окислов неизвестно, внутренняя работа не может быть точно вычислена. Это сделается возможным тогда, когда появится больше наблюдений над теплоемкостями.

5) Из всех элементов *углерод в свободном состоянии имеет наибольшую по сложности молекулу.* Отсюда неактивность свободного угля, высокая температура, которая необходима для [начала] всех его взаимодействий [с другими телами]. Если уголь входит в соединение, то

теплота поглощается на разрыхление его атомов. Если углерод делается свободным, то и тепло должно освободиться. На это нужно обращать внимание при обсуждении термохимических исследований.

Из предыдущего следует, что тела, подобные органическим соединениям, будут найдены среди производных Si (Велер, Фридель, Ладенбург), B и S. BN и SN — ближайшие аналоги парациана. Исходя из шютценбергеровой кислоты SH_2O_2 (аналогичной такой же одноатомной муравьиной кислоте CH_2O_2), хлористой серы или SO_2 должно быть возможно приготовить ее цианистые соединения, в которых C заменен на S.

Наконец мои соображения указывают на желательность определения теплоемкостей таких элементов в газообразном состоянии, молекула которых состояла бы из одного атома (Hg, Zn...). Далее желательно определение теплоемкостей в идеально газообразном состоянии сложных органических соединений (нафталина, разных эфиров...) и, наконец, полимерных соединений в твердом или хотя бы в любом состоянии (углеводороды C_nH_{2n}). В последнем случае теплоемкость при увеличении молекулы должна уменьшаться, но лишь постепенно, так как одновременно растет не только число атомов, но и молекулярный вес и междуатомные расстояния.

Рукопись хранится в Музее им. Д. И. Менделеева при Ленинградском Государственном университете им. А. А. Жданова.

Кн. «Новые материалы по истории открытия периодического закона», 1950 г. Изд. АН СССР, стр. 19—82.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ЗАКОННОСТЬ ДЛЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ *

Periodische Gesetzmässigkeit d. chem. Elem.

Понятия и слова *простое тело* и *элемент* нередко смешиваются между собою, подобно тому, как до Лорана и Жерара смешивались названия — частица, эквивалент и атом, а между тем для ясности химических идей и эти слова необходимо ясно различать. *Простое тело* есть вещество, металл или металлоид, с рядом физическ[их] признаков и химических реакций. Ему свойствен *частичный* вес, содержащий один (как Hg или Cd, а вероятно и многие другие простые тела) или несколько (S^6, S^2, O^2, H^2, Cl^2, P^4 и т. д.) атомов. Оно способно являться в изомерных и полимерных (O^2 и O^3, S^2 и S^6) формах и отличается от сложных тел только тем, что в простом теле все атомы однородны. Под именем *элементов* должно подразумевать те материальные составные части простых и сложных тел, которые придают им известную совокупность физических и химических свойств. Если простому телу соответствует понятие об частице, то элементу отвечает понятие об атоме. Углерод есть элемент, а уголь, графит и алмаз суть тела простые.

В настоящем состоянии химия имеет главною целью изучение зависимости между коренными свойствами элементов и составом, реакциями и свойствами тех простых и сложных тел, которые они образуют. Химики стремятся изучить и выразить основные свойства элементов и по ним предугадывают состав и свойства тел, образуемых элементами. Говоря, что углерод четырехатомен,** желают выразить

---

* Указанная статья напечатана в т. II сочинений Д. И. Менделеева (изд. 1934 г., стр. 164—215) в русском переводе с немецкого текста, помещенного в «Annalen der Chemie und Pharmacie» (1872, VIII, 133—229). Здесь публикуется текст рукописи, написанной Д. И. Менделеевым на русском языке, впервые обнаруженный в последние годы. [*Прим. ред.*].

** Над строкой «4 — Werthig». [*Прим. ред.*].

основное свойство атомов углерода, проявляющееся в его соединениях.

Из всех свойств элементов, подлежащих точному измерению, накопился большой запас данных поныне только для двух: для атомных весов и для способности к образованию различных форм соединений. Эта последняя формулируется ныне в учении об атомности элементов. Изучение тех физических свойств (например сцеплений, теплоемкостей, плотностей, показателей преломления, спектральных явлений и т. п.), которые сообщаются элементами своим соединениям, ныне еще не находится на такой высоте точности и общности, какая позволила бы создать из этой области сведений целую научную систему. Имеющиеся здесь сведения о свойствах элементов столь еще отрывочны, что не могут итти в параллель с теми знаниями, каких достигли уже по отношению к изучению атомных весов и атомности (Werthigkeit) элементов. Тем не менее известно, что многие исследователи, начиная с Гей-Люссака, Дюлонга, Дюма и других, успели уже согласовать как физические свойства между собою, так и их совокупность с атомными весами элементов, а особенно с частичными весами их соединений. Важное преимущество изучения физических свойств элементов состоит в том, что они подлежат удобно точному измерению, а о той пользе, какую извлечет химия из развития этой части, можно судить уже по тому, что и в настоящее время самые понятия об атомах и частицах основываются преимущественно на изучении физических свойств простых и сложных тел.

Кроме этих доступных для измерения свойств, элементы обладают еще рядом так называемых химических свойств, до сих пор не подлежащих точному измерению, но хорошо понимаемых химиками и служащих для характеристики элементов. Так, одни элементы обладают основным характером, с водородом не соединяются, с кислородом дают только основания, с хлором соли, а другие соединяются с водородом, способны давать только кислоты, с хлором дают хлорангидриды, эти называют кислотными элементами; третьи занимают средину между первыми двумя; четвертые в высших формах придают кислотный характер, в низших — основной. Считают эти свойства за качественные различия элементов, конечно, только потому, что их не умеем еще измерять. Сюда же относятся и те свойства элементов, которые придают их соединениям разную степень постоянства. Так, есть элементы, которые со всеми другими дают сравнительно легко разлагаемые сложные тела, а для соответствен-

ных соединений других элементов те же разложения невозможно воспроизвести. Отсутствие измерения этих свойств делает их непригодными для обобщения химических сведений; соображения, построенные на одних этих свойствах, всегда будут страдать шаткостью, но их нельзя упускать из вида, потому что многие стороны химических явлений обобщаются при их помощи. Известно, что в прежнее время, особенно Берцелиуса, эти свойства элементов служили основными их признаками и обобщались, хотя и далеко не полно, в электрохимической системе.

При желании обобщить свойства элементов, подвергнуть их строгому изучению, допускающему практические выводы и химическое предсказание, необходимо принять во внимание как общие свойства, принадлежащие той группе элементов, к которой относится данный из них, так и индивидуальные его свойства, а в основу такого обобщения должно положить такое свойство, которое подлежит точному измерению. Таким свойством элементов не только ныне, но и еще и надолго будет их атомный вес. Наши представления об атомных весах получили, особенно в последнее время, благодаря применению закона Авогадро и Ампера и благодаря усилиям Лорана, Жерара, Реньо, Розе и Каннициаро, такую незыблемую твердость, что можно с уверенностью утверждать, что при всех дальнейших переменах в теоретических представлениях химиков — понятие об атомном весе (как о наименьшем количестве элемента, входящем в частицы его соединений) элементов останется неизменным. Самое название (атомный вес) заключает в себе, конечно, гипотезу об атомном строении тел, но здесь идет речь не о названии,[1] а о понятии, которое им условлено означать. Сравнение элементов по их атомному весу может притом перевести химические о них сведения на почву механических знаний, а потому мне кажется наиболее естественным и плодотворным искать зависимость других свойств элементов от их атомных весов. Отыскание этой зависимости составляет, по моему мнению, важнейшую из задач химии, на которую поныне было обращено очень мало внимания. С этою задачею, по своей теоретической важности, может равняться только изучение изомеров. В предлагаемой статье должно видеть попытку указания связи атомных весов

[1] Мне кажется, что, заменяя название «атомный вес» названием «элементарный вес», можно достичь устранения представления об атомах, когда речь идет об элементах.

элементов с некоторыми другими их свойствами, особенно же со способностью их давать соединения известных форм.

Эта последняя способность, выраженная уже и в прежнее время, с особою определительностью ясно стала выражаться в последнее время в учениях о пределе химич[еских] соед[инений], об атомности элементов и о связи атомов в соединениях. Формы соединений элемента R с другими элементами RX, RX^2, RX^3... назывались Дальтоном и Берцелиусом соединениями в кратных пропорциях, Жераром — типами, а ныне при их посредстве определяют так называемую атомность, или Werthigkeit, элементов. Шаткость учения об атомности элементов, проистекающая отчасти от слияния этого учения (как практического закона о пределе) с гипотетическим представлением о связи элементов частью сродств, отчасти от недавности применения этих начал в химии, эта шаткость ясно видна в том, что даже для таких элементов, как Na, Cl, S, N, P, Ag существует во взглядах химиков много разноречий. Одни считают атомность — постоянным, а другие изменчивым свойством атомов. Эта шаткость в учении об формах соединений элементов происходит, по моему мнению, от того, что это свойство элементов изучалось по сих пор без всякой связи с другими свойствами элементов. Положив в основание изучения коренных свойств элементов их атомные веса, мы можем, как я постараюсь показать далее, устранить те недостатки в учении о формах, какие внесены в химию господствующим ныне учением об атомности элементов.

Вот те задачи, разрешение которых преследуется мною с 1868 г., когда я стал издавать свое сочинение «Основы Химии», и в предлагаемой статье я изложу результаты, достигнутые мною в этом отношении.[1] Исторически, началом для сближения разных свойств элементов с их атомными весами служило утверждение естественных групп, например галоидов, щелочных и щелочноземельных металлов, аналогов серы и азота и т. п. Образованы эти группы по сходству элементов во многих отношениях, но затем многие исследователи, особенно же Gladstone, Cooke, Петтенкофер, Кремерс, Дюма, Lenssen, Odling и другие открыли простые и правильные отношения между атомными весами элементов

[1] Исторические и полемические замечания, касающиеся этого предмета, помещены мною в «Berliner Berichte (1871, [348]).

одной группы. Эти открытия заставили сравнить члены одной группы с гомологами, и это послужило задатком того химико-механического представления об элементах, в которое верит большинство химиков, но которое осуществить и поныне еще не было возможности. Все замеченные отношения в атомных весах аналогов не привели, однако, по сих пор ни к одному логическому следствию, не получили даже и права гражданства в науке по причине многих недостатков. Во-первых, не явилось, сколько то мне известно, ни одного обобщения, связывающего все известные естественные группы в одно целое, и оттого выводы, сделанные для некоторых групп, страдали отрывочностью и не вели к каким-либо дальнейшим логическим заключениям, представлялись необъяснимым и неожиданным явлением, о котором Strecker в 1859 г. справедливо заметил: (Theorien und Experimente zur Bestimmung der Atomgewichte der Elemente, p. 146) «Es ist wohl kaum anzunehmen, dass alle hervor gehobenen Beziehungen zwischen den Atomgewichten in chemischen Verhältnissen einander ähnlicher Elementen bloss zufällig sind. Die Auffindung der in diesen Zahlen durchblickenden *gesetzlichen* Beziehungen müssen wir jedoch der Zukunft überlassen...».* Во-вторых, замечены были такие факты (для Mn, Fe, Co, Ni, для Pd, Rh, Ru, для Pt, Os, Ir), где сходные элементы имели близкие атомные веса. В выводе поэтому можно было только сказать, что сходство элементов связано иногда с близостью атомных весов, а иногда с правильным возрастанием их величины. В-третьих, между несходными элементами и не искали даже каких-либо точных и простых соотношений в атомных весах, а только этим путем и можно было узнать правильное соотношение между изменением атомных весов и других свойств элементов. Отрывочность добытых результатов делала их мало пригодными для теоретического прогресса химии, но в них, по моему мнению, лежит залог важных успехов в химии для понимания поныне таинственной для нас природы элементов.

Излагаемые далее и применимые ко всем элементам соотношения между свойствами и атомными весами элементов я называю *законом периодичности*, потому что существующая здесь зависимость представляет форму периодической функции.

---

* Перевод см.: Д. И. Менделеев, Соч., т. II, изд. 1934, стр. 167. [*Прим. ред.*].

1. Сущность закона периодичности

Между элементами с большим атомным весом давно замечены аналоги таких элементов, которых атомные веса имеют гораздо меньшую величину. Так, Клаус заметил, что Os, Ir, Pt, имеющие атомный вес около 195, аналогичны с Ru, Rh, Pd, которых атомный вес близок к 105. Мариньяк выставил аналогию Ta = 182 и W = 184 с Nb = 94 и Mo = 96. Соответственно Au и Hg встречаются легкие аналоги Ag и Cd и еще более легкие Cu и Zn. Цезий и барий — аналоги калия и кальция и т. п. Сравнения этого рода легко приводят к желанию сличить все элементы по величине их атомного веса, и тогда тотчас замечается поразительная простота отношений, ясно видная из примера, заключающего в себе все наиболее легкие элементы, с атомными весами от 7 до 36, расположенные *в арифметическом порядке по величине их атомных весов:*

Li = 7	Be = 9.4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19
Na = 23	Mg = 24	Al = 27.3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35.5

С изменением атомных весов последовательно и правильно изменяется и характер элемента и притом в обеих строках одинаково, и потому в каждой строке соответственные члены суть аналоги: Na и Li, Mg и Be, C и Si, O и S и т. д. Соответственные элементы обеих строк дают соединения одинаковых форм, имеют, как говорят, одну и ту же атомность, и, что всего важнее, переход от одного члена к другому в этом отношении подчиняется правильности, замечаемой при сличении водородных и кислородных соединений элементов, и эта правильность показывает совершенную естественность вышеприведенного сопоставления и отсутствие промежуточных членов. Так, с водородом соединяются только последние четыре члена, и элемент R образует:

$$\text{———} RH^1\ RH^3\ RH^2\ RH.$$

Прочность или разлагаемость от разных деятелей, кислотные свойства, или способность водорода заменяться металлами, и тому подобные свойства этих водородистых соединений изменяются последовательно и правильно. Так, HCl есть ясная кислота, тело очень прочное, H^2S есть кислота уже слабая, жаром разлагаемая, а в H^3P кислотных свойств уже нет, разлагаемость увеличилась и эти свойства еще

яснее в H^4Si. Так как с кислородом соединяются все элементы 2-й строки, то над этими соединениями всего виднее согласие и постепенность изменения свойств элемента с изменением атомного веса.

Для сличения избираем безводные и *высшие* окислы, но только те, которые соответствуют воде, *способны давать* с нею гидраты, а друг с другом образуют *соли*. Те высшие окислы, которые отвечают перекиси водорода и по свойствам и по составу (например Na^2O^2), здесь не приняты во внимание, потому что немногие только элементы дают подобные соединения. Для семи элементов последней строки такие высшие солеобразные окислы суть:

$$Na^2O \quad Mg^2O^2 \quad Al^2O^3 \quad Si^2O^4 \quad P^2O^5 \quad S^2O^6 \quad Cl^2O^7$$

или

$$MgO \qquad \text{или } SiO^2 \qquad \text{или } SO^3$$

Следовательно, семи членам строки отвечают последовательно семь общеизвестных форм окисления, установленных уже издавна, но для которых по сих пор не замечали еще связи с основными свойствами элементов. Порядок этих семи форм окисления отвечает, как это очевидно из одного сопоставления, постепенному уменьшению основных свойств и возрастанию кислотных свойств. Солеобразные тела, образуемые этими семью формами окисления в нормальном своем составе суть например

NaX	MgX^2	AlX^3	SiX^4
$Na(NO^3)$	$MgCl^2$	$Al(NO^3)^3$	$Si(KO)^4$
PX^5	SX^6	ClX^7	
$PO(NaO)^3$	$SO^2(NaO)^2$	$ClO^3(KO)$	

Те элементы, которые означены чрез X, могут быть H, Cl, NO^3, OH, CH^3, K, OK и т. п. и, кроме того, $X^2=O$, S, SO^4, CO^3 и т. п. Так, форме PX^5 отвечают: PCl^5, $POCl^3$, P^2O^5, $PO(OH)^3$, $POH(OH)^2$, $POH^2(OH)$, PH^4J, PEt^3HJ и т. д. В составе гидратов также видна особая правильность:

$$Na(OH);\ Mg(OH)^2;\ Al(OH)^3;\ Si(OH)^4;\ PO(OH)^3;\ SO^2(OH)^2;\ ClO^3(OH).$$

Количество гидроксила в гидратах не превышает четырех, как и количество кислорода в гидратах и в окислах.

RO^4, RH^4, $R(OH)^4$ суть высшие известные формы соединений. Форме SX^6 не отвечает постоянного гидрата $S(OH)^6$ (хотя и есть основные соли, отвечающие этому гидрату), а из него с выделением $2H^2O$ получается $SO^2(OH)^2$, в которой, как в $Si(OH)^4$, в $PO(OH)^3$, $ClO^3(OH)$ находится в сумме всего O^4.

Между элементами, расположенными по величине атомных весов, представляется ясное соотношение не только по формам соединений, но и по другим химическим и физическим признакам. В начале строк стоят наиболее резкие металлы, на конце — самые ясные представители металлоидов, первые — основные, последние — кислотные, средние обладают и промежуточными свойствами. Основные свойства Li^2O и Na^2O яснее, чем у BeO и MgO, в B^2O^3 и Al^2O^3 они очень слабы, видны уже кислотные признаки, в CO^2 и SiO^2 уже виден один[аковый], правда слабый, кислотный характер, в N^2O^5 и P^2O^5 он усилился еще более, равно как и в SO^3 и в Cl^2O^7.

Чтобы показать пример правильности изменения свойств в указанных строках, здесь приведено изменение удельных весов и объемов окислов второй строки:

Уд. вес	Na = 0.97	Mg = 1.75	Al = 2.67	Si = 2.49
Объем атома . .	24	14	10	11
Уд. вес	Na^2O = 2.8	Mg^2O^2 = 3.7	Al^2O^3 = 4.0	Si^2O^4 = 2.6
Объем	22	22	25	45

Уд. вес	P = 1.18	S = 2.06	Cl = 1.33
Объем атома . .	16	16	27
Уд. вес	P^2O^5 = 2.7	S^2O^6 = 1.9	Cl^2O^7 = ?
Объем	55	82	?

а впоследствии я остановлюсь на рассмотрении подоб[ных] отношений объемов для всех элементов и их соед[инений].

Летучесть простых тел сперва уменьшается, идя от Na до Si, а потом возрастает; то же должно сказать об окислах — средние MgO, Al^2O^3 и SiO^2 нелетучи. Соединения первых элементов строки с другими металлами называются сплавами, имеют металлический вид и свойства. Даже в фосфоре и сере не совершенно исчезли эти свойства, потому что фосфористая медь, сернистый свинец и тому подобные соединения имеют еще отчасти металлический вид, только хлористые металлы совершенно солеобразны, что замечается уже и во многих фосфористых и сернистых соединениях.

В такие же точно ряды или строки, более или менее полные, располагаются и все остальные элементы. Такова, например, строка серебра:

Атомный вес Ag = 108, Cd = 112, In = 113, Sn = 118, Sb = 122, Te = 125?, J = 127.

Приведу одни удельные веса металлов этого ряда, потому что соответствие других свойств с предыдущею строкою очевидно и без дальнейшего объяснения:

Уд. вес Ag = 10.5, Cd = 8.6, In = 7.4, Sn = 7.2, Sb = 6.7, Te = 6.2, J = 4.9.

В дальнейшем изложении и в прилагаемых таблицах видна применимость подобного сопоставления для всех элементов. Это показывает тесную зависимость между свойствами и атомными весами элементов. Эту зависимость можно было предугадывать по смыслу учения об атомах, так как вес атомов должен входить одною из переменных, определяющих функцию атомов. Привожу это соображение потому, что оно послужило мне руководством для открытия вышеупомянутой зависимости. Природа тех функций, которые выражают зависимость свойств от веса атомов, как видно по предыдущему и по всем сличениям, сделанным мною по сих пор, имеет для разных свойств один общий признак, а именно *периодичность*. По мере возрастания атомного веса элементы сперва имеют все новые изменчивые свойства, а потом эти свойства вновь повторяются в новом периоде, в новой строке и в ряде элементов и в той же последовательности, как в предшествовавшем ряде. А потому закон периодичности можно формулировать следующим образом: *свойства элементов*, а потому и свойства образуемых ими простых и сложных тел *стоят в периодической зависимости* (т. е. правильно повторяются) *от их атомного веса*.

Теперь мы обратимся к определению той функции, которая выражает эту зависимость, а именно к определению длины периода или, ближе всего, к определению числа членов, входящих в период. Выражение самой функции в некоторых случаях (например для форм окисления) при этом очевидно само по себе, а в других случаях отличается сложностью, недоступною еще пока, по новости предмета и по недостатку точных данных, для исследования.

Из предыдущих сличений уже видно существование и свойства периода, заключающего по семи элементов, подобных периоду Li, Be, B, C, N, O, F. Этот период назовем

малым периодом, или *рядом*. Считая H принадлежащим к 1-му ряду, получим, что Li и т. д. относится ко 2-му ряду, Na... к 3-му и т. д. Но в эти ряды не вмещаются все известные элементы и, что еще гораздо важнее, между соответственными членами четных и нечетных рядов (исключая два первых) существует некоторое ясно замечаемое различие и только между четными рядами и между нечетными * существует *более полное* сходство. Достаточно привести как пример:

Ряд 4-й	K	Ca	—	Ti	V	Cr	Mn
» 5-й	Cu	Zn	—	—	As	Se	Br
» 6-й	Rb	Sr	—	Zr	Nb	Mo	—
» 7-й	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	J

Члены 4 и 6-го рядов сходны между собою более, чем с членами 5 и 7-го рядов. Между последними членами четных рядов нет таких металлоидов, какие находятся в нечетных рядах. Последние члены четных рядов во многом сходны (в низших формах соединения) с первыми членами нечетных рядов. Так, Cr и Mn в своих основных окислах сходны с Cu и Zn, тогда как последние члены нечетных рядов (галоиды) резко различаются от первых членов (щелочных металлов) следующих за ними четных рядов. Притом между последними членами четных рядов и первыми членами нечетных рядов, судя по свойствам и по величине атомного веса, помещаются все элементы, не вмещающиеся в малые периоды. Так, между Cr — Mn, с одной стороны, и Cu — Zn, с другой, должно поместить Fe, Co, Ni, так что составляется переход следующего рода:

Cr = 52, Mn = 55, Fe = 56, Co = 59, Ni = 59, Cu = 63, Zn = 65.

Как здесь после 4-го ряда следуют Fe, Ni, Co, так после 6-го ряда должно поместить Ru, Rh, Pd, а после 10-го ряда Os, Ir, Pt. Таким образом, из двух малых периодов — одного четного и другого нечетного — и из промежуточных, сейчас упомянутых элементов составляется *большой период*, содержащий 17 членов.

* Очевидно, следовало «как между элементами четных рядов, так и между элементами нечетных рядов». [*Прим. ред.*].

Упомянутые переходные члены, не отвечающие ни одной из семи групп малого периода, образуют VIII группу, и члены этой группы:

Fe = 56	Ni = 59	Co = 59
Ru = 104	Rh = 104	Pd = 106
Os = 193?	Ir = 195?	Pt = 197

оказываются настолько же сходными между собою, насколько сходственны соответственные члены четырех рядов, например, как V, Nb, Ta или Cr, Mo, W и т. п., как видно из следующего: 1) Металлы VIII группы все серого цвета и тугоплавки. Плавкость возрастает при переходе от Fe к Co и Ni, как в ряде Ru, Rh, Pd или при переходе от Os к Ir и Pt. 2) Металлы эти обладают малыми, сравнительно даже с соседними числами, объемами атомов, например объем атома Cr = 7.6, Mn = 7.0, Fe = 7.2, Co = 7.0, Ni = 7.0, Cu = 7.2, Zn = 9.2.

Объем Mo = 11.2, а объем Ru, Rh, Pd близок к 9, Ag = 10.3, Cd = 13.0. Точно так объем Os, Ir, Pt близок к 9.5, а объем W = 10.1, Au = 10, Hg = 15. Эта незначительность объемов или расстояний атомов придает металлам VIII группы тугоплавкость, слабую химическую деятельность и т. п. 3) Эти металлы обладают в высшей мере способностью сгущать и пропускать водород, что показано для никкеля, палладия, железа и платины. 4) Их высшие окислы суть мало энергические основания или кислоты, легко переходящие в низшие более основные формы. 5) Только здесь встречается форма RO^4 или R^2O^8 (отчего им и прилично название VIII группы), а именно в виде OsO^4, RuO^4.[1] Идя от Fe к Cu, от Ru к Ag, от Os к Au, мы видим уменьшение в количестве кислорода, содержащегося в высшем окисле. Так, Fe дает FeO^3, Co только CoO^2, а Ni только Ni^2O^3; точно так же Os дает OsO^4, Ir дает и то с трудом IrO^3, Pt только PtO^2, а Au только Au^2O^3. 6) Они дают прочные синеродисто-щелочные соли. Fe, Ru и Os дают аналогичные K^4RCy^6; Co, Rh, Ir дают соли состава K^3RCy^6, а Ni, Pd и Pt — соли состава K^2RCy^4. 7) Они легко дают прочные и во многом подобные аммиачно-металлические соли. Так, Клаус получил для Rh и Ir соли, соответствующие розокобальтовым RX^35NH^3, например $RhCl^35NH^3$. 8) Многие, особенно высшие, формы соединений этих металлов окрашены в характерные цвета и т. д.

[1] Железная кислота, вероятно, дает FeO^4.

Типические элементы			
			K = 39
			Ca = 40
			—
			Ti = 48?
			V = 51
			Cr = 52
			Mn = 55
			Fe = 56
			Co = 59
			Ni = 59
H = 1	Li = 7	Na = 23	Cu = 63
	Be = 9.4	Mg = 24	Zn = 65
	B = 11	Al = 27.3	—
	C = 12	Si = 28	—
	N = 14	P = 31	As = 75
	O = 16	S = 32	Se = 78
	F = 19	Cl = 35.5	Br = 80

Таблица I

Rb = 85	Cs = 133	—	—
Sr = 87	Ba = 137	—	—
?Yt = 88?	?Di = 138?	?Er = 178?	—
Zr = 90	Ce = 140?	?La = 180?	Th = 231
Nb = 94	—	Ta = 182	—
Mo = 96	—	W = 184	U = 240
—	—	—	—
Ru = 104	—	Os = 195?	—
Rh = 104	—	Ir = 197	—
Pd = 106	—	Pt = 198?	—
Ag = 108	—	Au = 199?	—
Cd = 112	—	Hg = 200	—
In = 113	—	Tl = 204	—
Sn = 118	—	Pb = 207	—
Sb = 122	—	Bi = 208	—
Te = 125?	—	—	—
J = 127	—	—	—

Судя по тому, что члены VIII группы встречаются не в каждом ряде, а только чрез ряд, и судя по различию соответственных членов четных и нечетных рядов, о чем тотчас будет еще речь, и должно заключить о существовании больших периодов. Это сделается ясным из двух прилагаемых таблиц. В первой приведены элементы и их атомные веса, расположенные в большие периоды, а во второй они расположены по группам и рядам, но так, чтобы показать различие четных и нечетных рядов.

Примечание к таблице 1-й.* В этой таблице атомные веса приведены для краткости в круглых числах, так как в большинстве случаев нет уверенности не только в десятых долях, но даже и в целых единицах атомных весов (см. главу [5]). Знак ?, поставленный перед знаком элемента, означает, что место элемента в системе еще не точно известно по недостаточности исследований, а знак ? после величины атомного веса показывает, что существующие ныне данные наводят сомнение на определенную величину атомного веса, т. е. эквивалент элемента определен пока неточно. В таблице приведены веса атомов, измененные сообразно закону периодичности (см. главу [5]). Так, вместо Te = 128, как дают Берцелиус и другие, стоит 125?, как следует по закону периодичности.

Примечание к таблице 2-й. В этой таблице означены римскими цифрами группы. Первые семь из них соответствуют семи членам ряда, а VIII группа выше характеризована. К ней причислены и Cu, Ag, Au, которые представляют сходство с ее членами и в то же время, судя по низшим окислам, могут быть отнесены к I группе. Первые два ряда выделены из прочих под именем типических, чему причиною служат обстоятельства, далее объясненные.

Члены четных рядов обладают более металлическим, основным характером, чем соответственные члены нечетных рядов, которым свойственен более кислотный характер. Так, V, Nb, Ta из четных рядов V группы ясно отличаются от P, As, Sb, Bi, хотя те и другие дают высшие окислы вида R^2O^5. Кислоты, образованные первыми, менее энергичны, чем те, которые образованы вторыми. Члены четных рядов не дают, сколько то известно, не только

* В рукописи даны только заголовки: «Таблица 1» и «Таблица 2», но самих таблиц 1 и 2 в рукописи нет. Приводимые ниже таблицы взяты из немецкого издания настоящей статьи. (См. прим. ред. на стр. 239. *[Прим. ред.]*.

Таблица 2

Ряды	Группа I — R_2O	Группа II — RO	Группа III — R_2O_3	Группа IV RH_4 RO_2	Группа V RH_3 R_2O_5	Группа VI RH_2 RO_3	Группа VII kH R_2O_7	Группа VIII — RO_4
1	H = 1	Be = 9.4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
2	Li = 7							
3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27.3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35.5	
4	K = 39	Ca = 40	— = 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56, Co = 59, Ni = 59, Cu = 63
5	(Cu = 63)	Zn = 65	— = 68	— = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	
6	Rb = 85	Sr = 87	?Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	— = 100	Ru = 104, Rh = 104, Pd = 106, Ag = 108
7	(Ag = 108)	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 125	J = 127	
8	Cs = 133	Ba = 137	?Di = 138	?Ce = 140	—	—	—	— — — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	?Er = 178	?La = 180	Ta = 182	W = 184	—	Os = 195, Ir = 197, Pt = 198, Au = 199
11	(Au = 199)	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208	—	—	
12	—	—	—	Th = 231	—	U = 240	—	— — — —

летучих водородных, но даже и металлоорганических соединений, как соответствующие члены нечетных рядов. Из этих последних Zn, Cd, As, Sb, Se, Te, Br, J, Sn, Pb, Hg, Bi превращены однообразными способами в металлоорганические соединения, а потому In и Tl, относящиеся к числу таких же элементов, дадут без сомнения металлоорганические соединения $InEt^3$ и $TlEt^3$. Из членов же четных рядов в высших группах ни один не превращен в металлоорганические соединения. Попытки Буктона, Кагура и других получить при посредстве $TiCl^4$ этиловотитанистые соединения были безуспешны, хотя $TiCl^4$ и очень сход[ен] с $SiCl^4$ и $SnCl^4$. Вероятно, свойства образуемых соединений будут совершенно отличны от общих свойств ныне известных металлоорганических соединений, как свойства водородистых соединений Pd, Cu, Nb отличаются от свойств водородистых соединений, образованных элементами нечетных рядов. Оттого мало вероятности иметь летучие водородистые этиловые соединения Zr, Nb, Mo, W, U. Элементы четных рядов во всех группах кроме первой труднее летучи и труднее плавятся, чем их аналоги из нечетных рядов.

Повидимому, справедливость деления на четные и нечетные ряды нарушается 2-м рядом: Li, Be, B, C, N, O, F, потому что члены этого четного ряда обладают кислотными свойствами, образуют и водородистые, и металлоорганические соединения (BEt^3, $CEt^4 = C^9H^{20}$, NEt^3, OEt^2, EtF), и между ними находятся даже газы, т. е. они сходны с нечетными элементами. Но относительно этого ряда должно заметить: 1) что за ним не следует, как за другими четными рядами, VIII-ой группы, 2) что атомные их веса отличаются от атомных весов соответственных членов следующего ряда около на 16, тогда как во всех следующих рядах различие это равно 24—28. Элементы всех других четных рядов отличаются по величине атомного веса от элементов ближайшего к ним четного ряда около на 46, а эти отличаются от элементов 4-го ряда только на 32—36:

	Li	Be	B	C	N	O	F	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
	K	Ca	—	Ti	V	Cr	Mn	Cu	Zn	—	—	As	Se	Br
Разн.	32	31	—	36	37	36	36	40	41	—	—	44	46	45

Это объясняет кажущееся отступление и даже подтверждает главное наше положение — зависимость изменения свойств от изменения атомного веса. Здесь иное изменение величины атомного веса, чем в других рядах, а потому и

отношение свойств иное. Элементы 2-го ряда тогда бы представляли сходство с элементами 4-го ряда, когда их атомные веса были бы еще менее, чем в действительности. Разность эта замечается даже для Na—Cu и для Mg—Zn и она исчезает только для P—As, S—Se, Cl—Br, где и разность атомных весов и разность свойств входят в те размеры, какие замечаются для дальнейших аналогов. По этому особому явлению, свойственному членам 2-го ряда, я и называю их типическими элементами, к числу которых по высказанным причинам следует отнести не только H, но и Na, и Mg.

Если отношение других аналогов можно *сравнить* с отношением членом гомологического ряда, то типические элементы можно сравнить с низшими гомологами, для коих, как известно, отношения других гомологов не повторяются. Так, из ряда спиртов $C^nH^{2n+2}O$ в низшем члене H^2O и даже в CH^4O есть и немало особенностей, исчезающих в высших гомологах.

Поэтому понятно становится отдельное, самостоятельное положение водорода, обладающего низшим атомным весом. Судя по тому, что солеобразная его окись есть H^2O, что его соли суть HX, его должно причислить к I группе, и ближайшим его аналогом будет Na, потому что он, как и водород, относится к нечетному ряду, к I группе. Затем ему аналоги будут Cu, Ag. Если водород дает H^2O^2, то и натрий образует Na^2O^2,[1] равно и медь Cu^2O^2 и серебро Ag^2O^2. Если мы изображаем окись меди CuO, то должны и названные перекиси изобразить HO, NaO, AgO. Правда, что между CuO и этими перекисями есть то различие, что первая дает соответственные соли CuX^2, а вторые не дают (?), сколько то известно по сих пор,[2] но это различие совершенно совпадает с тем, что Cu следует за Ni, а Ag за Pd, а Ni не дает солей NiX^4, тогда как Pd образует PdX^4, хотя и мало прочные. Поэтому-то Cu, Ag, Au с большим правом можно отнести к элементам VIII-ой группы. Идя в четном ряде от I группы до VIII, мы видим возрастание количества кислорода, соединяющегося с элементом, в VIII же группе эта способность уменьшается (см. выше) по мере возрастания

[1] Известно, что K дает перекись KO^2. Весьма интересно бы подробнее исследовать перекись лития, не будет ли она обладать составом LiO и основными, хотя и мало развитыми, свойствами. В этом отношении и AgO заслуживает изуч[ения].

[2] Известно, что перекись натрия при действии иода дает Na^2OJ^2, вещество, сходное по составу с Cu^2OCl^2.

атомного веса и в Cu, Ag, Au она достигает minimum, а потом (в Zn, As, в Cd, In, в Hg, Tl) опять возрастает. Итак, Cu, Ag, Au представляют двойственное положение, как это выражено во 2-й таблице, но при этом в низших своих формах они сходны с H, Na. Это особенно развито в Ag, о чем и нет нужды распространяться. Сходство соединений закиси меди CuX и золота AuX с соединениями окиси серебра AgX также не подлежит никакому сомнению, для чего достаточно сличить свойства CuCl, AgCl и AuCl. При некотором сходстве этих соединений с NaX [и] с HX есть и ряд общеизвестных различий, подобно тому как при сходстве гомологов гликолевой кислоты с угольной есть и некоторые общеизвестные отличия. Для того, чтобы выставить ясный пример сходства соединений H, Na, Cu (в виде закиси), Ag и Au (в виде закиси), привожу сличение объемов некоторых соответственных соединений:

	Уд. вес	Объем		Объем		Объем		Объем
HCl	1.27	29	Na^2CO^3	43	H^2O	20	H^2SO^4	53
NaCl	2.16	27	**Ag^2CO^3**	**46**	Na^2O	21	Na^2SO^4	54
CuCl	3.68	27	HNO^3	41	NaHO	19	**Ag^2SO^4**	**58**
AgCl	5.55	26	$NaNO^3$	39	Cu^2O	25	$NaClO^3$	46
AuCl	9.3?	25?	$AgNO^3$	39	Ag^2O	28	$AgClO^3$	44

Оно показывает близость объемов соответственных соединений этих элементов. В той же форме соединения Li и K имеют иные объемы. Так, объемы LiCl = 21, KCl = 37, $LiNO^3$ = 29, KNO^3 = 48, Li^2SO^4 = 50, K^2SO^4 = 66. Соединения K всегда имеют больший объем (и всегда меньший уд. вес), чем соответственные соединения натрия (или лития). При этом сходстве соответственных соединений Na, Cu, Ag существует резкое различие металлов. Это согласно с различием их объемов. Объем Na = 24, Cu = 7, Ag = 10. Атомы первого удалены друг от друга, доступнее реакциям, чем атомы Cu и Ag. Когда Na соединяется, совершается сильное сжатие — даже атомы самого металла сближаются; так, объем Na = 24, а объем NaHO = 19; 24 об. Na дают 27 об. NaCl, а 10 об. Ag дают также 26 об. AgCl. В этом, как и во множестве подобных ему примерах, видно, сказать кстати, ясное доказательство той произвольности, с какою судят по объему соединений об объеме составных частей.

Обсуждая положение H и Na в системе элементов, нельзя не указать на то, что сходство Na с K и Li проявляется в характере соответственных соединений, однако во

многих отношениях далеко не полно. Хотя NaCl и KCl кристаллизуются кубами (KCl часто в комбинации с октаэдром), но, однако, и искусственно и в природе они не дают изоморфных смесей. В Стассфурте часто встречаются рядом отдельные кристаллы NaCl и KCl. Если в столь сложных соединениях, как некоторые минералы, квасцы и т. п., встречается взаимная кристаллизация соединений Na и K, то это зависит от сложности образуемых соединений, а при такой сложности известны случаи изоморфности и весьма неодинаковых соединений.

Затем мне остается сделать еще несколько указаний, относящихся к таблицам 1-й и 2-й, чтобы перейти потом к применениям закона периодичности к мало исследованным областям химии.

В таблице 1-й ясно, что большие периоды (равно и малые, начинающиеся с Li и Na) начинаются резкими щелочными металлами, а кончаются резкими же по химическому характеру галоидами. Элементы этих групп издавна, еще электрохимиками, ставились по концам системы элементов, и это совпадение рационального распределения элементов по их атомному весу с тем, какого достигли, руководствуясь соображениями совершенно иного рода, я выставляю здесь как одно из ясных доказательств естественности закона периодичности. Некоторую долю прогресса заключало в себе и электрохимическое учение. Да не подумают, однако, что я думаю оправдывать его, и чтобы ясно выставить это, замечу, что по таблице 1-й видно, что последние и первые члены *больших* периодов одни обладают резкостью химического характера, т. е. говоря прямее, одни они легко и при невысоких температурах реагируют с большинством других тел и в то же время обладают близкими атомными весами и нек[оторыми] другими признаками. Так, Cl = 35.5 и K = 39, заменяя водород, производят почти одинаковое увеличение объемов. Когда хлор металептически заменяет водород, тогда объем постоянно увеличивается и примерно на:

	Объем		Объем		Объем		Объем
C^5H^{12}	110	C^6H^6	87	C^7H^8	104	C^7H^8O	100
$C^5H^{11}Cl$	117	C^6H^5Cl	97	C^7H^7Cl	110	C^7H^5OCl	86
Разность объемов H — Cl соответств[ует]	7		10		6		

Точно так же, когда водород кислоты заменяется калием, происходит возрастание объема и примерно на ту же величину:

	Объем		Объем		Объем		Объем
HCl	29	H^2O	20	HNO^3	41	H^2SO^4	53
KCl	37	KHO	28	KNO^3	48	K^2SO^4	66
Объем H — K .	8		8		7		2×6.5

По величине атомного веса и по резкости реагирования можно сблизить:

O = 16	F = 19	Na = 23	Mg = 24
S = 32	Cl = 35	K = 39	Ca = 40
Se = 78	Br = 80	Rb = 85	Sr = 87
Te = 125?	J = 127	Cs = 133	Ba = 137

подобно тому, как сближены в таблице 1-й и другие элементы. Переход от Cl к K и т. п. также во многих отношениях будет соответствовать некоторому между ними сходству, хотя и нет в периоде других столь близких по величине атома элементов, которые качественно были бы между собою столь различны. По этой последней причине сплошность рядов здесь всего легче и разорвать, с K начать, а Cl кончить период. В сущности же (как замечено мною еще в 1869 г.) все распределение элементов представляет непрерывность и отвечает до некоторой степени спиральной функции.

На концах системы элементов, отвечающей закону периодичности, помещаются таким образом наиболее между собою качественно различные элементы, а в средине — элементы, во многом между собой сходные. Притом замечается сближение многих действительно сходных элементов.

За щелочными и щелочноземельными элементами следуют те редкие элементы (гадолинитовые, церитовые, Ti, V, Cr, Nb, Mo, Ta, W, U), у которых много взаимного сходства даже в атомическом отношении. Они нелетучи, тугоплавки, трудно восстановляемы, не обладают даже в высших формах резкими реакциями, встречаются часто вместе, редко в массах и т. п. Самую редкость этих элементов я не считаю явлением чисто случайным и думаю, что она должна быть связана с природными свойствами этих элементов. Это можно сравнить с тем, что из углеводородов ряды C^nH^{2n+2} и C^nH^{2n-6} обыкновенны, часто происходят, обладают и резкими реакциями, дают разнообразные производные, а промежуточные, особенно C^nH^{2n} и C^nH^{2n-2}, образуются реже и не дают такого разнообразия самостоятельных соединений, как предыдущие. Наши сведения об этих редких элементах, однако, далеко не полны, и если бы не классические работы Мариньяка над соедине-

ниями Zr, Nb, Ta, то вся эта группа элементов была бы еще собраньем элементов, не имеющих значения в системе. Работы Бломстранда, Роско, Делафонтена и Бунзена уяснили затем многое, но все-таки остается еще ряд сомнений, о которых я говорю вслед за тем подробнее (глава [3]) и для разрешения которых предполагаю предпринять сравнительное изучение некоторых из этих редких элементов как связующих членов системы.

За этими редкими элементами особенно выдается группа так называемых благородных металлов. Они все оказались в одном месте системы. Около них стоят так называемые рудные металлы, представляющие переход при посредстве As, Sb и Bi к металлоидам.

В данной группе аналогов (например K, Rb, Cs или V, Nb, Ta и т. п.) элементы с высшим атомным весом обладают или более развитыми основными свойствами или образуют слабейшие кислоты. Так, Бунзен показал, что Cs более электроположителен, чем K и Rb. Основные свойства в BaO развитее, чем в CaO, в ThO^2 более, чем в ZrO^2 или в TiO^2. HgO вытесняет MgO и BeO; Bi^2O^3 более энергическое соединение, чем Sb^2O^3 или As^2O^3, а в P^2O^3 основных свойств и нет, они видны разве в том, что PH^3O^3 есть кислота не трех-, а двухосновная. По той же причине Ta дает менее резкую кислоту, чем Nb и V, равно как и Te по отношению к Se и S. Кислотные свойства в PbO^2 очень слабо развиты,[1] но, однако, Фреми получил $K^2PbO^3 3H^2O$, соответствующую оловянной и кремневой солям; в SnO^2 они ясны, в SiO^2 уже нет основных свойств, развиты хотя и слабо только кислотные свойства.

С возрастанием атомного веса у членов данной группы возрастает, кроме того, и способность не только восстанавливаться до простого тела (например Te и Se по отнош[ению] к S, J и по отнош[ению] к Cl, Au по отнош[ению] к Cu и т. п.), но и давать разные низшие формы окисления, которые нередко обладают значительным постоянством и резкими реакциями. Так, Bi трудно дает Bi^2O^5, а ее обыкновенные соед[инения] отвечают Bi^2O^3. Так, Pb дает не только PbO^2, но и очень прочную PbO, что не свойственно в такой мере ни Sn, ни Si. Так, Tl дает не только Tl^2O^3, но

[1] Судя по аналогии с SnO^2, PbO^2 должна быть и основанием, но испытания, сделанные мною, особенно относительно действия HF, были напрасны. В обыкновенной форме PbO^2 отвечает, вероятно, метаоловянной и метатитановой кислотам. Должно ждать открытия такого вида изменения, которое будет слабым основанием.

и Tl^2O, что не замечено на опыте ни для In, ни для Al. В группе Mg, Zn, Cd, Hg ясно видно, что с увеличением атомного веса возрастает летучесть, основность окиси RO, способность восстановляться до металла и свойство давать низшую окись R^2O.[1] Летучесть возрастает с увеличением атомного веса только в этом и соседних рядах, и в последних рядах она уменьшается, как видно резко из примера Cl, Br, J. Так называемые благородные металлы оттого и занимают определенное место в системе, а именно в средних частях периода и между элементами с большим атомным весом, что эти места обусловливают легкую восстановляемость и трудное реагирование.

Такова сущность закона периодичности. Каждый естественный закон, однако, тогда только приобретает особое научное значение, когда из него есть возможность извлекать практические, если можно так выразиться, следствия, то есть такие логические заключения, которые объясняют не объясненное еще, указывают на явления, до тех пор не известные, и, особенно, когда он дает возможность делать такие предсказания, которые возможно подтвердить опытом. Тогда очевидна становится польза закона и получается возможность испытать его справедливость. Тогда он становится по меньшей мере стимулом для разработки новых частей науки и во всяком случае ведет поэтому к ее усовершенствованию. Поэтому-то я подробно и остановлюсь на некоторых следствиях закона периодичности, а именно на следующих его приложениях:

к системе элементов,
к определению атомного веса мало исследованных элементов,
к определению свойств неизвестных еще элементов,
к исправлению величины атомных весов,
к пополнению сведений о формах химических соединений.[2]

---

[1] Должно ждать, что окись кадмия даст, хотя и очень непостоянную на воздухе, ясно основную закись Cd^2O или ей отвечающие соли Cd.

[2] Со временем, когда окончу некоторые предпринятые уже отчасти наблюдения, предполагаю эту статью дополнить указанием применимости закона периодичности
к пониманию так называемых молекулярных соединений,
к определению случаев полимерии между неорганическими соединениями
и к изучению физических свойств простых и сложных тел.
Вопросы этого рода уже затронуты мною в моем сочинении «Основы химии».

Я вовсе не касаюсь ни здесь, ни впоследствии гипотетических представлений, могущих уяснить сущность закона периодичности,[1] во-первых, потому, что и сам по себе закон прост; во-вторых, потому, что самый предмет еще слишком нов, слишком мало известен в подробностях, а потому всякая гипотеза была бы неизбежно чересчур смелою; в-третьих, и это главное, потому, что, по моему мнению, нельзя, без извращения известных ныне фактов о величине атомных весов, согласить закон периодичности с учением об атомном составе тел.

Во всяком случае я думаю, что между рядами элементов и рядами гомологов существует только очень отдаленное сходство, а отнюдь не близкое, причем основываюсь на сличении физических свойств членов одной группы, как это и изложу в последней главе.

2. Применение закона периодичности к систематике элементов

Система элементов имеет значение не только педагогическое, не только облегчает изучение разнообразных фактов, приводя их в порядок и связь, но имеет и чисто научное значение, открывая аналогии и указывая чрез то новые пути для изучения элементов. Существующие поныне системы резко делятся на два рода.

Одни — искусственные — основаны на немногих признаках. Сюда относятся системы распределения элементов по сходству, по электрохимическим свойствам, по физическим свойствам (деление на металлы и металлоиды), по отношению к кислороду и водороду, по атомности и т. п. Недостаточность этих систем очевидна сама по себе, но они заслуживали внимания потому, что имели достоинство некоторой точности, при посредстве каждой из них вырабатывались мало-помалу химические понятия с разных сторон.

Другие системы — естественные — собирают в одну группу наиболее сходные элементы, руководствуясь разнообразными и многими признаками чисто химического характера. Общеизвестные результаты этих систем дали им преимущество пред искусственными системами, но они имеют и важные недостатки.

---

[1] Хотя и знаю, что понимание предмета только тогда становится полным, когда мы имеем кроме наблюдений (и опытов) и законов (и систем) еще и толкование их.

1. Они не имеют твердых оснований для распределения элементов, а потому такие элементы, как Tl, даже Ag, Hg и т. п., относились в них к разнообразным группам. Так, Na и K, Li и Rb относили к группе щелочных металлов, куда причисляли часто и Tl, а между тем даже у Na и K, несмотря на незначительное различие в величине атомного веса, гораздо более различия в свойствах, чем у K, Rb и Cs. Так, хотя натрий имеет более легкие атомы, но он и все его соединения тяжелее калия и соответственных его соединений. Таково же положение Mg по отношению к Ca; положение Pb в отношении к Ca, Sr, Ba таково же, т. е. очень сомнительно, как и положение Tl в отношении K, Rb, Cs. Недостаток твердых оснований для деления делал результаты естественных систем очень шаткими.

2. Некоторые элементы оказывались без аналогий, например Au, Al, B, F, U и т. п.

3. Не указывалось, да и не было возможно обобщить, взаимное отношение разных групп между собою, оттого системы страдали неполнотою и отсутствием даже внешней целости.

Закон периодичности, давая в формах окисей и в атомных весах элементов прочные численные руководящие начала для распределения элементов, заставляет совокуплять в одну группу действительно близко сходные элементы, удовлетворяет в то же время и тем началам, которые попеременно применялись в искусственных системах, а потому дает возможность построения наиболее совершенной системы, лишенной вовсе произвола. Из предыдущего и последующего изложения очевидны преимущества и свойства этой системы и [я] остановлюсь затем только над применением ее к определению места некоторых элементов, положение которых подвергалось в химии разноречивым толкованиям. Но предварительно необходимо сделать несколько общих замечаний.

Положение элемента R в системе определяется тем рядом и тою группою, к которым он относится, или около него стоящими элементами X и Y из того же ряда, элементами R′ с меньшим и R″ с большим атомным весом из той же группы. Свойства R и его соединений определяются, зная свойства X, Y, R′ и R″. В системе, имеем, например, следующие ряды:

Ряд $n-2$	X′R′Y′
n	XRY
$n+2$	X″R″Y″

R″ − R′ почти = R − R′ или [R″ − R] около = 45.

Для определения свойств соответственных соединений можно поэтому составлять пропорции и находить средние, а потому свойства всех элементов, собственно говоря, оказываются в тесной зависимости. Отношение R к X и Y, с одной стороны, и к R′ и R″ [с другой], я называю *атоманалогией* элемента. Так, атоманалоги селена суть As и Br, с одной стороны, и S и Te, с другой. Его атомный вес занимает средину между ними: $\frac{75+80+32+125}{4}=78$, так и свойства SeH^2 занимают средину между свойствами AsH^3, BrH, SH^2, TeH^2 и т. д. Только в крайних рядах и группах нельзя применять этих атоманалогических отношений вполне, но есть и здесь возможность видеть ясные соотношения, которые условно я буду выражать пропорциями (должно подразумевать арифметические, а не геометрические пропорции). Так, $X' : X = R' : R = Y' : Y$, или $X' : R' = X : R = X^2 : R''$ и т. п. Вот эти-то соотношения, указываемые системою, основанною на законе периодичности, и дают возможность уяснить многие сомнительные, отдельные факты.

Положение *бериллия* в системе служит со времени исследований Авдеева, давшего его окиси формулу магнезии, предметом многих разноречий, особенно потому, что в глицине много сходства с глиноземом. В подтверждение формулы BeO закон периодичности дает следующее. Если окиси бериллия придать формулу глинозема Be^2O^3, то вес атома бериллия будет $^3/_2\,9.4=14.1$, и тогда он не находит места в системе, потому что должен быть поставлен около азота, т. е. должен бы иметь ясные кислотные свойства и давать высшие окислы состава Be^2O^5 и BeO^3, а этого нет. Придавая же окиси бериллия формулу BeO и ему пай = 9.4, его должно поместить между Li = 7 и B = 11, как и следует по формуле окислов и по всем свойствам.

Для доказательства последнего достаточно следующих пропорций:

1) Be : Li = B : Be. Действительно, основные свойства BeO гораздо слабее, чем в Li^2O, а в B^2O^3 они еще слабее, чем в BeO. Хлористый бериллий летучее хлор[истого] лития, а хлористый бор летучее хлористого бериллия и т. п.

2) Be : Mg = Li : Na = B : Al. Окись бериллия есть основание, менее энергическое, чем MgO, но ведь и Li^2O менее энергично, чем Na^2O, а B^2O^3 еще менее, чем Al^2O^3. Этим объясняется растворимость глюцины в KHO. Если между солями MgO и BeO нет полного изоморфизма, а иногда заметно и значительное различие, то ведь те же отношения

существуют и между солями Li и Na, между соответственными соединениями B и Al. Так, например, фтористый бериллий растворим, а фтористый магний нерастворим в воде, но и фтористый бор растворим в воде, а фтористый алюминий нерастворим.

3) Be : Al = Li : Mg = B : Si. Если в характере окиси бериллия, несмотря на несходство формул, видны многие свойства окиси алюминия, то в характере Li^2O видны свойства MgO, а в свойствах B^2O^3, как известно, много сходного с SiO^2. Если объем эквивалента окиси бериллия $BeO = \frac{25.4}{3.05} = 8.3$ близок к объему эквивалента глинозема $\frac{1}{3} Al^2O^3 = \frac{1}{3} \frac{102.6}{4.0} = 8.5$, то ведь и объем соответственных соединений Li близок к объему [1/2] соед[инений] Mg, а объемы эквивалентов $\frac{1}{3} B^2O^3$ и $\frac{1}{2} SiO^2$ близки между собою. Так, объем LiCl = 21, следовательно, $Li^2Cl^2 = 42$, а объем $MgCl^2 = 44$; объем $BCl^3 = 87$, следовательно, объем $\frac{2}{3} BCl^3 = 58$, а объем $SiCl^4 = 112$, следовательно, $\frac{1}{2} SiCl^4 = 56$; объем $B^2O^3 = 39$, следовательно, $\frac{1}{3} B^2O^3 = 13$, а объем (аморф.) $SiO^2 = 27$, следовательно, $\frac{1}{2} SiO^2 = 13\frac{1}{2}$. Поэтому замечание Розе о близости объемов глинозема и глюцины вовсе не говорит в пользу одинаковости формул. Если BeO в кристаллах имеет форму Al^2O^3, то ведь такова же форма и ZrO^2.

Таким образом, все сомнительные пункты относительно положения бериллия в системе уясняются. Если из Li, Na, K, Rb, Cs образуют одну группу, то из Be, Mg, Ca, Sr, Ba образуется другая, совершенно ей параллельная во всех отношениях. Не стану распространяться и о положении B в отношении к C, Si и Al, потому что из предыдущего оно уже очевидно. Достаточно написать, что B : Al = Be : Mg; B : C = Be : B; B : Si = Be : Al, можно даже сказать, что B : P = = C : S, как видно по таблицам и как следует из того, что B дает BCl^3, B^2O^3, BH^3O^3, как и фосфор PCl^5, P^2O^5, PH^3O^4 и т. п., и эти отношения подобны тем, которые существуют между CO^2, C^2H^2, CH^2O^2 и SO^2,* S^2H^2, SH^2O^2.

Замечательные исследования Роско над *ванадием* показали количественное, а во многих случаях (например для хлорокисей) и качественное сходство этого элемента с фосфором. Положение его в системе уясняется следующими пропорциями, которых смысл мне кажется ясным и без

---

* В рукописи вместо SO^2 стоит SO^3. [*Прим. ред.*].

дальнейших объяснений и из которых можно вывести некоторые новые следствия: 1) V : P = Nb : As или V : As = = Nb : Sb = Ta : Bi; 2) V : P = Ti : Si = Cr : S; 3) V : Cr : Ti = = Nb : Mo : Zr = Ta : W : La?

Дело в том, что истинные атоманалоги V суть, с одной стороны, Ti и Cr, с другой, Nb и Ta; с ними он более сходен, чем с фосфором, как хром с Mo и W более, чем с серою. С Ti и Cr ванадий сходен качеством, свойствами, даже видом своих соединений. Достаточно припомнить желтый цвет многих солей ванадовой кислоты, подобный солям CrO^3, и зеленый цвет солей окиси ванадия, подобный цвету солей Cr^2O^3, чтобы видеть качественное подобие между V и Cr. Даже в природе распространение V подобно распределению Ti и Cr, и в лавах находятся они вместе, как сообщил мне недавно г. Енгельбах по своим исследованиям. Сходство хлорокиси ванадия $VOCl^3$ с $POCl^3$ совершенно соответствует сходству CrO^2Cl^2 с SO^2Cl^2, и эти отношения соответствуют тому замечательному изоморфизму, какой указан Мариньяком между R^2TiF^6, R^2NbOF^5 и $R^2WO^2F^4$.[1] Отношение Ti или, лучше, Zr к Nb и W или, лучше, к Mo, т. е. Zr : Nb : Mo, должно быть совершенно такое же, как и отношение Ti : V : Cr, судя по закону периодичности, и оно дает возможность предвидеть многие интересные случаи сходства свойств при различии строения.

Положение *талия* в системе, как известно, было предметом многих разноречий, когда стали известны, преимущественно благодаря работам Лами, свойства этого замечательного элемента. Периодический закон указывает ему место в 11-м ряду между Au = 197, Hg = 200, с одной стороны, и между Pb = 207 и Bi = 208 — с другой, и притом в III группе вместе с Al = 27 (и In = 113, как увидим из следующей главы), ибо он дает высшую окись Tl^2O^3. Это положение вполне удовлетворяет всем его свойствам, но с первого взгляда кажется, что окись талия имеет мало аналогий с глиноземом, а потому рождается сомнение в верности этого положения. Однако достаточно составить пропорцию Tl : Al = Hg : Mg = Pb : Si, чтобы убедиться в естественности этого положения талия. Только в высшей окиси

[1] Продолжая этот ряд [см. Marignac, Bibliothèque Univ. de Genève, t. XXIII; Ann. de Chimie et de Physique (3), LXIX], должно ждать образования изоморфизма еще и следующих, однако мало вероятных, солей, $R^2MnO^3F^3$ и $R^2OsO^4F^2$, одно получение которых было бы уже само по себе весьма важно, а потому и желательн[ы] опыт[ы] в этом отношении.

HgO ртуть имеет некоторое сходство по составу и свойствам с Mg, так и Tl только в высшей окиси Tl^2O^3 имеет некоторое сходство с Al, так как PbO^2 сходна с SiO^2; HgO и MgO суть основания, дающие соли состава RX^2; Tl^2O^3 и Al^2O^3 суть менее энергические основания, дающие средние и основные соли, а PbO^2 и SiO^2 суть слабые кислотные окислы. Окись талия, конечно, энергичнее, чем глинозем, по отнош[ению] к кислотам, но ведь и HgO вытесняет MgO из ее солей. Если талий кроме Tl^2O^3 дает резкую основную закись Tl^2O, какой нет для Al, то ведь и Hg дает кроме HgO еще Hg^2O, чего нет для Mg, и свинец в отличие от кремния дает кроме PbO^2 еще резкую основную окись PbO. По отношению к этим низшим формам: Hg^2O, Tl^2O, PbO и Bi^2O^3 высшие окислы HgO, Tl^2O^3, PbO^2, Bi^2O^5 занимают роль перекисей. Если в Bi^2O^3 основные свойства слабее, чем в PbO, Tl^2O, то и в Bi^2O^5 кислотные свойства более развиты, следовательно основные ослаблены по сравнению с Tl^2O^3, HgO. Если Tl^2O в своих солях TlX отчасти сходна с K^2O, то и PbO в своих солях PbX^2 сходна с CaO, так и Bi^2O^3 в своих солях BiX^3 отчасти сходна с элементами III группы, дающими соли RX^3. Как HgO раскисляется в Hg^2O, так Tl^2O^3 в Tl^2O, так PbO^2 раскисляется в PbO и Bi^2O^5 в Bi^2O^3. Высшие окислы HgO, Tl^2O^3, PbO^2, Bi^2O^5 выделяют при накаливании кислород, все суть окрашенные порошки, все легко восстанавливаются и до металлов. Ртуть еще дает прочное соединение $HgCl^2$, отвечающее высшей окиси, для талия оно получено $TlCl^3$ (вероятно, Tl^2Cl^6), но уже в жару [оно] легко разлагается, выделяя хлор и образуя соль низшей формы TlCl; потому и понятно, что для свинца и висмута нет $PbCl^4$, $BiCl^5$, а постоянны только $PbCl^2$, $BiCl^3$. Если $BiCl^3$ легко разлагается водою, то это свойство еще развито в $PbCl^2$, который разлагается при накаливании водяным паром, а TlCl уже прочен. Талий труднее летуч, чем ртуть, но легче, чем висмут или Pb. Все это выражается следующими пропорциями: 1) Tl : Hg : Pb = Al : Mg : Si; 2) Tl : K = = Pb : Ca; 3) Tl : Hg = Pb : Tl = Bi : Pb. Не должно забывать, что все эти отношения лишены произвола, основаны на отношении не одних качеств, но на отношении чисел, выражающих атомные веса. Так, пропорция Tl : Hg : Pb = Al : Mg : Si выразится в числах так: 204 : 200 : 208 = 27 : 24 : 28. Заменив знак геометрической пропорции знаком арифметической пропорции (см. выше), мы получим в действительности остатки, а именно 204 — 200 — 208 = 27 — 24 — 28, но, во-первых, нам с точностью не известны величины атомных

весов, а, во-вторых, и это весьма важно заметить, нельзя и ждать вполне точных отношений, ибо нам не известна истинная функция, выражающая зависимость свойств от атомного веса. Сверх того нельзя отрицать и того, что кроме крупных, если можно так выразиться, свойств, определяющих сходство и положение в системе, есть у элементов и самостоятельные, индивидуальные свойства, которые со временем, вероятно, и объяснятся при знакомстве с упомянутою выше функциею и которые будут стоять в зависимости от тех кажущихся неправильностей в изменении атомных весов, какие ныне нам необъяснимы. Здесь должно ждать своего рода явлений пертурбаций, но ими не отвергается справедливость закона. Так, в рассмотренном примере пертурбационное явление составляет переход HgO в Hg^2O и переход Tl^2O^3 в такую же форму Tl^2O. Эти закиси Hg^2O и Tl^2O стоят между собою в таком же отношении по свойствам, в каком Cu^2O или Ag^2O находится в отношении к K^2O или Na^2O. Закись ртути подобна во многом окиси серебра, а закись таллия — окиси калия, но между солями HgX и TlX все же больше сходства как между собою, так и с AgX, чем у солей AgX и KX. Эти явления уже очень сложны, и я указываю на них для того, чтобы показать и на те дальнейшие задачи, какие вызывает на свет применение закона периодичности к системе элементов. Этот закон, мне кажется, невозможно упустить из виду при разработке химии, но я знаю, что он требует и дальнейшего развития.

Замечу еще, что изложение фактов химии для начинающих и их обобщение выигрывает весьма много от применения закона периодичности, как я убедился не только на лекциях в два последние года, но и при составлении изданного мною (на русском языке) курса неорганической химии, ныне уже оконченного. В основание его изложения я положил закон периодичности.

3. Применение закона периодичности к определению атомных весов мало исследованных элементов

В настоящее время для определения атомного веса элемента, дающего одну [или] немногие степени соединения с кислород[ом] и т. п. и вообще не образующего разнообразных соединений, необходимо, кроме знания эквивалента (по отношению, например, к H), еще определение физических свойств или простого тела (его теплоемкости), или его соединений (плотность паров, теплоемкость) или же откры-

тие случаев изоморфизма. Эти приемы часто недостаточны или трудно достижимы, а потому атомные веса многих элементов, не дающих разных форм окисления, установлены на признаках, иногда очень шатких. Часто для этой цели руководствуются тем соображением, что многие энергические основания имеют состав RO (оттого окисям Ce, Yt, Di, La дают эту форму), менее резкие — состав R^2O^3 (оттого окиси урана дают эту формулу), кислотные окислы — состав RO^2, R^2O^5, RO^3. Этот способ суждения оказался ошибочным, когда было доказано, что окись бериллия, основание, конечно, очень мало энергическое, имеет состав BeO, а ясно основные окиси тория и циркония — состав RO^2. Впрочем, для убеждения в неверности этого суждения достаточно припомнить один тот факт, что высшие из кислородных соединений OsO^4 и RuO^4 обладают очень слабыми кислотными свойствами.

Несомненно, что основные и кислотные свойства окисей зависят не от одного количества атомов кислорода в окиси, а также и от свойств элемента, чему ясное подтверждение мы видели выше, излагая сущность закона периодичности. Элемент с атомным весом около 235, следующий за торием, даже в своей окиси R^2O^5 должен быть основным. Потому многие формулы окислов, особенно редких, мало исследованных элементов лишены ныне оснований. Сюда относятся особенно In, U, Ce, La, Di, Yt, Er. Подлинных случаев изоморфизма для них не наблюдалось, а если и есть некоторые отрывочные факты, то на них, как на изоморфизме окисей циркония и бериллия с глиноземом, нельзя основывать прочных суждений. Должно заметить вообще, что изоморфизм есть слабая опора для суждения об атомном составе, как видно из явлений гетероморфизма (Лоран, Дана) и из явлений, наблюденных Мариньяком. Не отвлекаясь теперь в эту обширную и весьма еще запутанную область, замечу, что и теплоемкость не только сложных, но и простых тел дает не всегда резкие результаты, а потому для суждения об атомном весе остается только два прочных критерия: определение плотности паров многих соединений данного элемента и потом чисто химические критерии, основанные на сличении состава разных форм окисления, на открытии аналогий с хорошо известными элементами и т. п. Теплоемк[ость] и изоморф[изм] являются только как вспомогательные. Для редких элементов, упомянутых выше, этих данных почти нет. Они дают нелетучие соединения, да и те исследованы недостаточно для суждения об аналогиях.

Здесь закон периодичности является на помощь делу как новая законность между химическими свойствами и атомным весом. Зная эквивалент и некоторые свойства элемента и его соединений, можно установить его атомный вес, признавая закон периодичности.

Если дан эквивалент E *высшей* окиси, образуемой элементом (т. е. состав окиси есть E^2O, хлористого соед[инения] ECl), то, помножая его на 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, получим значения возможных для него атомных весов. Та из этих величин E" будет истинный его атомный вес, которая будет соответствовать незанятому месту в системе и атомологическим отношениям элемента, ибо, судя по всему, что известно поныне, в одном месте системы находится всегда только один элемент и атомологические отношения элементов в существе очень просты.

Положим, что дан элемент, образующий одну, выше не окисляющуюся, не очень энергическую основную окись, в которой эквивалент элемента = 38 (надо не забыть, что в этом числе заключается некоторая, неизбежная погрешность). Спрашивается: какой его атомный вес или какова формула его окиси? Придав окиси состав R^2O, будем иметь R = 38 и элемент должно поместить в I группу. Но там на этом месте уже стоит K = 39, да судя по атоманалогии, основание такого рода должно быть и растворимое и энергическое. Придав окиси состав RO, атомный вес R будет = = 76, но во II группе нет места для элемента с таким атомным весом, п[отому] ч[то] Zn = 65, Sr = 87, да и все места элементов с малыми атом[ными] весами в ней полны. Придав окиси состав R^2O^3, будем иметь для R атомный вес = = 114, и его должно отнести к III группе. В ней, действительно, есть свободное место между Cd = 112 и Sn = 118 для элемента с атомным весом около 114. Судя по атоманалогии с Al^2O^3 и Tl^2O^3, с CdO и SnO^2, окись его должна быть слабым основанием. Следовательно, можно сюда поставить наш элемент, но, прежде чем решиться на это, испытаем еще и другие формулы окиси. Придав ей состав RO^2, получим атомный вес R = 152; но в IV группе нет места для такого элемента. Свободное место, соответствующее элементу с атомным весом 162, должно принадлежать такому, окись которого будет очень слабою кислотою, слабейшею, чем SnO^2, но более энергическою, чем PbO^2. С атомным весом 152 есть свободное место в VIII группе, но элемент этого места, занимая средину между Pd и Pt, должен обладать такою совокупностью свойств, которую нельзя не заметить при

изучении тела, и если ее нет в нем, то это место и этот вес атома ему и не подходит. Придав окиси состав R^2O^5, получим атомный вес R = 190, но в V группе нет места для такого элемента, п[отому] ч[то] Ta = 182 и Bi = 208, да и элементы этих мест кислотны в виде R^2O^5.

Точно так же не подходят нашему элементу и составы окислов RO^3 и R^2O^7, а потому единственный приличный для нашего элемента атомный вес есть R = 114, а его окиси формула R^2O^3. Но такой элемент и есть *индий*. Его эквивалент по наблюдению Рихтера = ... *, следовательно, его атомный вес должен быть изменен (до сих пор признавали его = 75, а окись за InO) в In = 113, состав его окиси In^2O^3, его атоманалоги из группы III суть Al и Tl, а из 7-го ряда Cd и Sn. Определим же по этим атоманалогам вероятные свойства индия, которые сличим с действительно наблюденными.

Так как атоманалоги индия — Cd и Sn — легко восстановляются даже из растворов цинком и т. п., то и индий должен получаться этим путем. Ag (из 7-го ряда, группа I) тугоплавче Cd, а Sb тугоплавче, чем Sn, то, судя по атоманалогии Ag, Cd, In, Sn, Sb, индий должен плавиться легче, чем Cd (он плавится при 176°**). Ag, Cd и Sn мягки, серовато-белого цвета — таков же должен быть и индий. Уд. вес Cd гораздо меньше, чем Ag, Sb немного меньше, чем Sn, а потому уд. вес индия должен быть между уд. весами Cd и Sn и меньше их среднего. Оно так и есть: Cd = 8.6; Sn = 7.2, следовательно, вес In должен быть менее 7.9, наблюдение дало 7.42. Так как Cd и Sn окисляются при накаливании, а на воздухе не ржавеют, то эти свойства должны принадлежать и индию, но в меньшей мере, чем Cd и Sn, ибо Ag и Sb еще труднее окисляются. Все это согласно с опытом, и того же суждения достигаем, сравнивая индий с Al и Tl. Так, например, уд. вес Al = 2.67, Tl = 11.8, среднее = 7.2. Перейдем теперь к свойствам окиси и реакциям солей. Индий, как его атоманалоги Al, Tl, Cd, Sn, относится к нечетным группам, а потому высшие окислы должны быть не резкими основаниями. Эти свойства в In^2O^3 должны быть менее резки, чем в CdO и Tl^2O^3, но более ясны, чем в Al^2O^3 и SnO^2. Оно так и есть. Окиси Al и Sn

---

* В переводном тексте настоящей статьи с немецкого языка значится: по Винклеру = 37.8, следовательно, атомный вес = 113 (см.: Д. И. Менделеев, Соч., т. II, 1934, стр. 187). Уже в первом издании «Основ химии» Д. И. Менделеев писал о том, что най индия равен 75.6 (см.: Д. И. Менделеев, Соч., т. XIV, изд. АН СССР, 1949, стр. 187). [*Прим. ред.*].

** На самом деле 154°. [*Прим. ред.*].

растворяются в щелочах и дают с ними опред[еленные] соед[инения], а окиси Cd и Tl нерастворимы, окись индия должна растворяться, хотя и не образует прочного соединения. Окиси Cd и Sn, Al, Tl тугоплавки, порошковаты, такова и In^2O^3. Гидрат ее должен быть студенист и бесцветен. Окиси Al^2O^3, SnO^2 осаждаются весьма легко из соляных растворов углебаритовою солью, так должна осаждаться и In^2O^3. Сероводород осаждает из кислых жидкостей Cd и Sn, должен осаждать и In. Все это согласно с действительностью. Но вот факты и ненаблюденные или мало исследованные по сих пор, но о которых можно судить по атоманалогам. Индий должен дать обычным путем летучий индий-этил $InEt^3$, так как есть $CdEt^2$ и $SnEt^4$,[1] и, судя по свойствам атоманалогов, он должен кипеть около 150°. Так как два атоманалога индия Sn и Tl дают кроме высшей окиси еще и низшую, более основную, то, вероятно, и индий дает закись InO или In^2O, способную, однако, на воздухе переходить в окись. Вероятно, однако, что хлористый индий $InCl^3$ или In^2Cl^6 не будет в жару разлагаться с выделением хлора, ибо и $SnCl^4$ не имеет этой способности. Так как сернокадмиевая соль дает с сернокалиевою солью двойную соль состава $K^2Cd(SO^4)^2$, а алюминий дает квасцы $AlK(SO^4)^2$, то и индий, конечно, даст подобную им двойную соль, но будет ли она изоморфна с квасцами, судить еще нельзя.[2]

Чтобы убедиться в справедливости вышеприведенного изменения в формуле окиси индия и в атомном весе индия, я определил его теплоемкость и нашел ее (0.055) согласною с тем выводом, который был сделан на основании закона периодичности,[3] но в то же время Бунзен, испытывая свой изящный калориметрический прием, также определил теплоемкость индия, и наши результаты оказались согласными (Бунзен дает число 0.057), а потому нет никакого сомнения в том, что путем применения закона периодичности есть возможность исправлять атомные веса мало исследо-

[1] Кадмий-этил мало исследован, а достоин изучения по многим соображениям. Он должен, судя по атоманалогии с Zn и Hg, кипеть около 130°. Изучение индий-этила и талий-этила должно пролить свет и на алюминий-этил, который, к сожале[нию], мало известен.

[2] Обладая только малым количеством индия, я мог произвести по сих пор только неполный опыт. Кислый раствор серноиндиевой соли в смеси с раствором пайного количе[ства] K^2SO^4 в эксикаторе по прибавлении спирта дал шарики, состоящие из совокупности микроск[опических] кубов, о чем сужу не только по форме, но и по отсутств[ию] двойного лучепрел[омления].

[3] Bulletin de l'Acad. des Sciences de St. Pétersb. (1870, 445).

ванных элементов. Поэтому излагаю соображения, касающиеся и до других элементов, и замечу предварительно, что считаю уже не маловажным подтверждением справедливости закона периодичности даже самое то обстоятельство, что для *всех* ныне хотя сколько-либо известных элементов возможно было найти надлежащее место на основании применения нашего закона. Прежде чем оставить индий, считаю не излишним заметить, что он, будучи спутником и до нек[оторой] степени аналогом цинка и кадмия, помещается в системе подле них и стоит к ним в таком же отношении, как, например, Nb к Ti и Zr.

Строение соединений *урана* по сих пор возбуждает еще многие сомнения, хотя классическое исследование Пелиго и разъяснило важнейшие пункты истории этого элемента. Следуя за ним, окиси урана дают формулу U^2O^3, почему атомный вес U = 120. При этом не только уран не находит надлежащего места в системе элементов ни по величине своего атомного веса (ибо все места в 7-м ряде от Ag = 108 до J = 127 уже заняты), ни по своим свойствам, но и все известные его свойства не позволяют приписать ему такого веса атома. При некотором внешнем сходстве с железными металлами (существование UO, U^2O^3, U^3O^4) уран отличается от них и тем, что имеет большой уд. вес (18.4), и тем, что дает летучий UCl^2, и тем, что его окись образует только соли состава UOX, а не дает солей UX^3, и тем, что при большем противу железа пае он восстановляется с трудом, а его окись обладает менее резкими основными свойствами. Эти соображения заставляют думать, что величина атомного веса урана иная. Идя путем, рассмотренным для индия (при том эквивалент урана = 40 и близок к эквив[аленту] индия = 38), находим, что уран следует отнести к VI группе, т. е. его окиси придать формулу UO^3, и тогда атомный вес его должно удвоить, и он будет U = 240. Он тогда помещается в 12-й ряд, где уже стоит торий. Важнейшее сомнение, встречающееся здесь, есть то, что окись урана оказывается телом с большим содержанием кислорода UO^3, какое мы привыкли видеть только у кислотных окислов. Но на это кроме соображений, приведенных в начале этой главы, должно заметить следующее:

1) Атоманалоги (четных рядов) урана суть: Th = 230, дающий резкую основную же окись ThO^2, и Cr, Mo, W, дающие, как и уран, окиси вида RO^3, и в них, как во всех группах (см. гл. 1-ю), с возрастанием атомного веса возрастает и основной характер, кислотный же уменьшается.

И действительно, в CrO^3 яснее все кислотные свойства, чем в MoO^3 или в WO^3. Уменьшение кислотных свойств в MoO^3 и WO^3 видно уже из разнообразия многокислотных солей, образуемых этими кислотами, и из того, что они дают с фосфорною, кремневою, серною и тому подобными кислотами ряд солеобразных тел.[1] В урановом окисле эти свойства еще менее развиты, но они еще существуют, как видно из нижеследующего.

2) Соли окиси урана с едкими щелочами выделяют осадок не гидрата окиси, а определенные ураново-щелочные соли, почему окиси урана и придают иногда название урановой кислоты. Состав щелочных осадков $R^2U^2O^7$ (U = 240) совершенно такой же, как и двухромовых $R^2Cr^2O^7$, двумолибденовых и двувольфрамовых солей. Эти щелочные соли урана не отдают щелочи ни воде, ни кислотам.

3) Кислотный характер окиси урана виден и в том, что окись урана дает только соли вида UO^2X^2, где X = кислотному остатку. Эти соли, с одной стороны, основные, а между тем они имеют ясно кислые свойства, а с другой — имеют характер кислотных ангидридов, подобны, например, WO^2Cl^2, WO^2F^2, MoO^2Cl^2, чему доказательство видно в том, что вода разлагает не только UO^2Cl^2, но даже и отлично кристаллизующуюся двойную соль $K^2UO^2Cl^42H^2O$,[2] и ее можно перекристаллизовать только при избытке HCl, чем и подобна TeK^2Cl^6 и тому подобным соединениям кислотных хлорангидридов.

4) Урановая окись дает отлично кристаллизующиеся двойные соли: например $K^4UO^2(CO^3)^3$, $KUO^2(C^2H^3O^2)^3$, $K^2UO^2(SO^4)^22H^2O$ и т. п., и в этих характерных солях роль урановой соли, очевидно, кислотная (например $2K^2CO^3 + UO^2CO^3$).

5) Кислотный характер самого урана виден из того, что хлористый уран UCl^4 (U = 240) летуч и разлагается водою, т. е. обладает свойствами кислотных хлорангидридов и подобен поэтому $MoCl^4$, $TeCl^4$, $SnCl^4$, $ThCl^4$.

В подтверждение необходимости и удобства предлагаемого изменения атомного веса урана приведу еще следующее.

---

[1] Отношение молибденовой и вольфрамовой кислот к фосфорной представляет некоторое подобие с отношением к ней окиси урана, наводящее на мысль подвергнуть эти три окисла сравнительному изучению по отношению к фосф[орной] кислоте. Об этом предмете см. мои «Основы химии» (т. II, стр. 281—285).

[2] Вероятно, эта и многие другие соли урана содержат воду как гидратную $U(OH)^4Cl^22KCl$ или $U(OH)^4(Cl^2K)^2$.

Объем атома $Cr = 7.6$, $Mo = 11$, $W = 10$, $U = \frac{240}{18.4} = 13$, как и в других группах, с возрастанием атомного веса объем возрастает. Так, например, у K, Rb, Cs он возрастает сильно, у Ti, Zr, Th уже слабее, у Fe, Ru, Os еще слабее и т. д., объемы Cl, Br, J почти одинаковы. Отношение $U : Th = Pb : Hg = Te : Sn$. Хотя эти элементы и разных групп (дают окислы разных форм), но хлористые соединения каждой пары одинаковы и по составу и по многим свойствам. Так, UCl^4 сходен с $ThCl^4$; $PbCl^2$ с $HgCl^2$, а $TeCl^4$ с $SnCl^4$. Притом $TeCl^4$ труднее летуч, чем $SnCl^4$, $PbCl^4$ труднее, чем $HgCl^2$, так и UCl^4 кажется труднее летуч, чем $ThCl^4$.

Соли закиси урана нисколько [не] изоморфны с солями магнезии, как можно было бы ждать, если бы принять нынешний атомный вес урана и считать его аналогом железа. Это ясно видно из того, что с сернокалиевою солью закись урана дает двойную соль $UK^2(SO^4)^32H^2O$, где на K^2 приходится $(SO^4)^3$, а не $(SO^4)^2$, как в солях магнезиальной группы.

При накаливании хлористого урана UCl^4 в струе водорода получается соль, содержащая более половины хлора, что объясняется возможностью образования UCl^3 (или U^2Cl^6) и что становится непонятным при допущении ныне применяемого пая урана ($U = 120$), потому что из UCl^2 должно допустить образование мало вероятной формы U^2Cl^3.

Реньо определил для закиси урана (считавшейся тогда еще за металл) теплоемкость $= 0.062$. Если придать ей формулу UO ($U = 120$), то частичная ее теплоемкость будет $136 \times 0.062 = 8.4$, меньше, чем частич[ная] теплоемкость $ZnO = 10.1$ и $HgO = 11.2$, хотя пай урана и меньше пая ртути и больше пая цинка.[1] Если же пай урана удвоить, то формула закиси будет UO^2 и ее частичная теплоемкость будет $= 16.9$, а тогда, как и следует быть, она более, чем у $MnO^2 = 13.8$ и $SnO^2 = 14.0$, но менее, чем у $PbCl^2 = 18.5$. Следовательно, определение Реньо говорит скорее в пользу формулы RO^2, чем RO.

Предлагаемое здесь изменение в атомном весе урана, изменяя воззрение на природу его соединений, вызывает желание подвергнуть его соединения новым исследованиям,

---

[1] В этом отношении сравни мои замечания о теплоемкости, помещенные в «Основах химии» (т. II, гл. 3), мою статью в «Журнале Русск[ого] Хим[ического] общ[ества]» 1870 г. и извлечение из нее в «Zeitschrift f. Ch.», 1870 (200).

направленным для определения меры его сходства с Cr, Mo, W.

Особенно важными кажутся мне следующие опыты:[1]

1) Определить теплоемкость металлического урана. Желая давно сделать это определение, я пытался, при содействии г-на Бауэра, получить сплавленный уран, но у нас постоянно получался порошковатый, а с этим последним я не решился делать определения по недостатку уверенности в его чистоте.

2) Определить плотность паров летучего хлористого урана.

3) Изучить точнее отношение его при накаливании к водороду.

4) Изучить соли закиси урана UO^{2} [2] и исследовать, не будут ли они изоморфны с соответственными солями ThO^{2}, SnO^{2}, ZrO^{2}, TeO^{2}.

5) Сравнить кристаллич[еские] формы соответственных соединений UO^{3}, MoO^{3}, WO^{3}. Особенно интересно изучить $R^{2}UO^{2}F^{4}$, так как Мариньяк подробно изучил $R^{2}WO^{2}F^{4}$.

6) Можно ждать существования растворимой (мета) окиси урана, как существуют такие изменения молибденовой и вольфрамовой кислот.[3]

7) Весьма интересно было бы сравнительное изучение физических свойств соответственных соединений Cr, Mo, W и U, потому что много сходства в составе и даже в окрашиваниях соответственных соединений замечается особенно между Cr и U.[4]

---

[1] Упоминая здесь и в других местах об опытах, которые следует, по моему мнению, сделать, руководствуясь законом периодичности, я не имею целью сохранить за собою одним приоритетное право сделать или докончить эти опыты, потому что считаю научное поле достаточно широким для всякого рода работ. Я был бы очень доволен, если бы кто-либо, предпринимая работы, упоминаемые мною, известил меня, чтобы обсудить, не будет ли напрасным трудом опыты вести двукратно.

[2] Соли ее представляют отличный и довольно резкий спектр поглощения, допускающий открытие малых количеств урана и могущий руководствовать в работах с закисью урана, как показали первые мои опыты с этим веществом.

[3] Опыты этого рода, сделанные мною, до сих пор, однако, не дали удовлетворительных результатов.

[4] Этот факт, равно как и нек[оторые] другие (сходство Pt с Pd, Nb с Ta и др.), заставляет думать, что кроме малых и больших периодов есть еще и четверные периоды, заключающие два больших периода. Если это так, то элемент VI группы 8-го ряда будет действительно средним между Cr и U, и тогда некоторые отличия между MoO^{3} и CrO^{3} и подобие первой с WO^{3} еще более будут ясны.

Интерес дальнейшего изучения урана возрастает при [удвоенном*] изменении его атомного веса еще и потому, что его атом оказывается тяжелейшим из всех известных элементов. Прилагаю еще сравнение формул урановых соединений при прежнем и новом весе его атома:

	U = 120	U=240
Соединения недокиси . .	U^2Cl^3, U^4O^3	$UCl^3(U^2Cl^6?)$, U^2O^3
» закиси . .	UCl^2, UO	UCl^4, UO^2
	$USO^4 \cdot 2H^2O$	$U(SO^4)^24H^2O$
	$K^2U^2(SO^4)^32H^2O$	$K^2U(SO^4)^32H^2O$
Зеленая окись	$U^3O^4 = UOU^2O^3$	$U^3O^8 = UO^22UO^3$
	Аналог $FeOFe^2O^3$	Аналог синей окиси молибдена $MoO^2\,2MoO^3$
Соединения окиси . . .	U^2O^3, UOCl	UO^3, UO^2Cl^2
	$UO(NO^3)3H^2O$	$UO^2(NO^3)^26H^2O$
	$U^2O^2(NH^4)^4(CO^3)^3$	$UO^2(NH^4)^4(CO^3)^3$
	$UO(C^2H^3O^2)H^2O$	$UO^2(C^2H^3O^2)^22H^2O$
	$U^2O^2(C^2O^4)3H^2O$	$UO^2(C^2O^4)3H^2O$

Три элемента, содержащиеся в церите — *церий*, лантан и дидим, — представляют и близкие эквиваленты (около 45[1]) и много взаимного сходства, а потому для них определение атомного веса затруднительно. Невольно рождается мысль, что мы имеем здесь дело с элементами, подобными железной группе, тем более, что церий представляет много частных сходств с марганцем. Но эта мысль при ближайшем знакомстве с церитановыми металлами должна быть оставлена. Придав их обыкновенным окисям состав RO, получим для них атомные веса около 92, с которыми их нельзя вместить в VIII группу. Этого нельзя сделать и тогда, когда этим окислам придать формулу R^2O^3 (атомные веса будут около 138), не столько потому, что элементы VIII группы 8-го ряда должны обладать атомными весами (средними между Pd и Pt) около $\frac{105+195}{2}$, т. е. около 150, сколько потому, что известные свойства этих элементов не соответствуют свойствам недостающих членов VIII группы. Так, церитановые металлы трудно раскисляются, дают немногие формы окисления, обладают в своих обыкновенных окислах свойствами довольно резких оснований, не дают, сколько то

* В рукописи это слово не разборчиво. [*Прим. ред.*].

1 А именно эквиваленты Ce = 46 по определ[ениям] Герингера, Мариньяка, Германа, Буизена и Раммельсберга и 45.66 по Wolf. Для лантана Раммельсберг дает число 44.4, Zschiesche 45.1, Holzmann 46.3, Mosander и Герман 46.5, Czudnowicz 46.8, Marignac 46—47. Для дидима Zschiesche 46.6, Hermann 46.7, Marignac 48.

известно, таких характерных аммиачных и синеродистых соединений, как металлы VIII группы, словом, не суть их атоманалоги. Вот еще тому доказательство. Уд. вес металлического церия, по Вёлеру, = 5.5. Если его обык[новенную] окись счесть за CeO, то Ce = 92, а потому объем атома = 17; если ее счесть за Ce^2O^3, то Ce = 138 и объем атома = 25. Оба эти объема не могут удовлетворить VIII группе, где находятся элементы с гораздо меньшими атомными объемами. Придав обыкновенным окислам церитовых металлов состав RO, мы не находим для них места ни во II, ни в III группах, а потому должно, следуя примеру, предложенному при определении атомного веса индия, испытывать иные формы для окислов. В этом отношении рассмотрим сперва отдельно церий, а потом вместе лантан и дидим, потому что церий лучше изучен, чем его спутники, да и дает, по крайней мере, две основные степени окисления. Это значительно облегчает установление атомного веса церия.

Принимая для Ce, как это делают ныне, атомный вес Ce = 92, низшая, обыкновенная ясно основная окись или закись имеет состав CeO, а высшая, образующаяся при окислении и способная давать с кислотами соли, есть Ce^3O^4 = = CeO, Ce^2O^3. Этот состав придают высшей окиси, утверждая, что есть еще окись Ce^2O^3,[1] но такой ни разу не получали, и солей ее в отдельности нам также не известно. Раммельсберг, Герман, Holzmann, Zschiesche и другие получили, кроме простых солей окиси Ce^3X^8, например желтую соль $Ce^3(SO^4)^48H^2O$, еще соли с различным содержанием закиси; их состав можно выразить формулой Ce^3X^8 $n$$CeX^2$, но нет достоверных фактов получения соли, содержащей более кислотных остатков, чем в Ce^3X^8.

Поэтому в настоящее время можно принять только две самобытные степени окисления церия CeO и Ce^3O^4. Отношение кислорода в обоих окислах = 3 : 4, а потому естественно придать первой состав Ce^2O^3, а второй Ce^2O^4 или CeO^2.[2] Тогда атомный вес церия должен быть принят за Ce = 34 × 6, т. е. = 138, а при этом церий находит надлежащее место в системе в IV группе, как и должно быть, судя по новой формуле его высшей окиси. Тогда он помещается в 8-й ряд, и его атоманалогами будут из IV группы Ti, Zr

[1] Попп и Герман говорят еще об окисях Ce^3O^5 и CeO^2, но их показания не подтверждены другими исследователями.

[2] Допущение формул CeO^3 и CeO^4, причем Ce = 276, мне кажется невозможным.

и Th, а из 8-го ряда Cs = 133 и Ba = 137.[1] Переход от CeO^2 в Ce^2O^3 тогда должно сравнить с переходом TiO^2 в Ti^2O^3 или еще лучше с переходом PbO^2 в Pb^2O^3 и PbO.[2] Способность высшей окиси церия действовать как перекись тогда должно уподобить такому же явлению, замечаемому в PbO^2, в Ti^2O^3, в TeO^3 и т. п. Слабые основные свойства CeO^2 будут тогда объясняться тем, что она следует в IV группе за TiO^2, имеющей очень мало развитые основные свойства, и за ZrO^2, в которой они более развиты. В ThO^2, следующей за CeO^2, эти свойства еще яснее развиты, как и следует, потому что атомный вес тория более, чем церия. Свойства резкого основания в Ce^2O^3 должны быть понятны из того, что и PbO^2, Ti^2O^3, TiO^2, CuO, раскисляясь, дают более резкие основания. Основные свойства окислов церия объясняются при указанном его положении в системе и тем еще, что он относится к четному ряду, следует за резко основными Cs и Ba. Атоманалогия Ce с Ti, Zr, Th согласуется также и с тем, что эти элементы часто сопровождают во многих, правда редких, металлах друг друга. Для убеждения в том, что отводимое для церия место действительно удовлетворяет его свойствам, привожу еще сличение известных для него самого и для его окиси удельных весов или объемов. Идя в четном ряде от I группы, мы встречаем элементы с бо́льшим и бо́льшим уд. весом, например Rb, име[ющий] уд. вес 1.5, Sr — 2.5, Zr — 4.2. Уд. вес цезия не известен, но, судя по соображениям, развитым в последней главе, он, вероятно, будет близок к 2.5; уд. вес Ba = 3.6, а церия = 5.5. Уд. объем Ti = [9.3], Zr = 22, Ce = 25, Th = 30, значит здесь, как и в других группах, объем возрастает с увеличением атомного веса. Объем $TiO^2 = 20$, $ZrO^2 = 22$, $CeO^2 = 24$, $ThO^2 = 29$. Т. е. объем высших окисей здесь слабо, но правильно возрастает с увеличением атомного веса, как это видим и

---

[1] При этом должно ждать, что пай церия будет определен выше, чем ныне, ибо ныне он очень близок к паю бария. Нельзя думать, что в определении последнего есть большая ошибка, а в пае церия можно ждать погрешность. Подмесь Di и La, а равно и затруднения в анализе, указанные Мариньяком, могут оправдать незначительное возвышение атомного веса церия, какое можно ждать по закону периодичности, а потому в таблицах принят мною для Ce предварительный атомный вес 140.

[2] Должно ждать, что и для циркония и тория (и для лантана) обыкновенные окиси будут восстановлятьоя в основные закиси Th^2O^3 и Zr^2O^3. Относительно последней я предполагаю произвести соответственные опыты, так как получил в последнее время значительное количество циркона из Ильменских гор.

в параллельном ряде $SiO^2=22$, $SnO^2=22$, $PbO^2=26$. Хотя таким образом новое положение церия и удовлетворяет его химическим и физическим свойствам, но есть два обстоятельства, заставляющие искать подтверждения справедливости высказанного выше предположения об изменении пая церия. Во-первых, церий из формы CeO^2 очень легко раскисляется в Ce^2O^3, что не свойственно, сколько то известно по сих пор,[1] торию, высшему атоманалогу церия, а мы знаем (глава I), что способность раскисляться более всего развита у высших членов группы. Второе обстоятельство, наводящее сомнение, состоит в том, что для элементов, имеющих эквивалент церия (в закиси 46, в окиси 34.5) или близкий к нему (таковы ведь и суть по закиси La и Di, а по окиси Yt), должно быть еще и иное место в системе. Потому-то я и считаю необходимым получить убеждение в справедливости атомного веса церия изучением его соединений. До сих пор я успел сделать только одно определение теплоемкости металлического церия, который был получен г-ном Шухардом в Герлице.[2] Число, полученное при этом для отобранных полусплавленных кусочков высушенного в водороде металла, показало, что теплоемкость церия больше, чем олова, и такая же, как металлического бария (также полученного от г-на Шухарда), а именно $=$ $=0.050$. Это число лучше согласуется с допущением нового атомного веса, чем старого, потому что: $0.05\times138=6.90$, а $0.05\times96=4.80$, но единичность опыта заставляет желать его повторения, что я и предполагаю сделать со временем.

Что касается до *дидима* и *лантана*, то только первый из них дает кроме обыкновенной окиси еще бурую перекись, разлагающуюся в жару, не подходящую под формулу и не способную давать солей, а потому для них суждения об атомном весе должны быть основаны исключительно на обыкновенных соляных их окислах, эквиваленты которых (около 46) очень близки между собою, но за точность определения последних едва ли можно поручиться не только потому, что разделение их между собою и отделение от них церия затруднительно, но еще и потому, что еще

[1] Нет повода думать, что такое явление было бы пропущено в торие, если бы было в нем очень резко, так как его исследовали Берцелиус, Хидениус и Делафонтен, и их показания согласны между собою. К сожалению, этот элемент по редкости своей мало доступен для исследования.

[2] Bulletin de l'Acad. des Sciences de St. Pétersb., 1870.

Мариньяк встретил[1] затруднения в определении эквивалента дидима. Основываясь на том, что эквиваленты обоих близки к 46, можно дать им три места в системе. Первое в III группе в 8-м ряде, следовательно, между Ba = 137 и Ce = 140? Эквивалент этого металла должен быть $\frac{138}{3} = 44.5$,* т. е. близок к наблюденному числу. Ошибку в определении можно ждать еще и потому, что в чистоте препаратов нет возможности убедиться чем-либо иным, как многократною кристаллизациею, а она, как известно, не всегда служит для отделения от изоморфных подмесей. Это место III-8 должно отвечать, судя по атоманалогии с Cs, Ba—Ce элементу, дающему ясное основание и мало летучие соли, что подходит под свойства как дидима, так и лантана. Другое место, определяющее почти такие же свойства окиси, находится в IV группе в 10[-м] ряде пред Ta = 182 и в атоманалогии с Ce = 140? и Th = 231. Этот элемент должен обладать атом[ным] весом около 180, и в его окиси RO^2 эквивалент металла будет 45 — опять близкий к эквиваленту La и Di. Третье место есть еще в V группе в 12[-м] ряде между Th = 231 и U = 240 для элемента, дающего R^2O^5 и обладающего атомным весом около 235, следовательно эквивалентом около 49, но это место едва ли принадлежит одному из наших металлов, потому что эквивалент очень высок и окись элемента, стоящего на этом месте, должна быть сравнительно слабым основанием, менее энергическим, чем ThO^2, но более ясным, чем UO^3, а в окисях лантана и дидима основные свойства развиты очень ясно; они и после прокаливания растворяются в слабых кислотах. Окись и металл этого места должны быть тяжелы, судя по свойствам атоманалогов и чего нет в окисях Di и La, уд. вес которых близок к 6.5. Поэтому я думаю, что La и Di принадлежат к двум первым упомянутым местам, т. е. окись одного имеет состав R^2O^3, а другого RO^2, одна отвечает низшей, а другая высшей форме окисления церия. В неравенстве состава окисей лантана и дидима убеждают следующие данные: г. Мариньяк лично сообщил мне, что ни разу не встретил изоморфизма у соответственных солей La и Di. Он наблюдал (l. c.) для сернодидимовой соли иной состав, чем для сернолантановой; первая содержит $3DiSO^4 8H^2O$, а вторая $LaSO^4 3H^2O$, если окисям обоих металлов

[1] Annales de Chimie et de Physique, 3 série, t. 38.

* В немецком переводе Д. И. Менделеевым исправлено на 46. [*Прим. ред.*].

придать обычную формулу RO. При этом уже очевидно, что формула R^2O^3 более прилична для окиси Di, чем для окиси La, потому что необыкновенная формула сернодидимовой соли тогда превратится в $Di^2(SO^4)^3 8H^2O$, а тогда, придав лантановой окиси состав LaO^2, получим для ее сернокислой соли состав $La(SO^4)^2 6H^2O$. Если припомнить, что окиси разных формул Nb^2O^5 и TiO^2 (Мариньяк, Герман), WO^3 и Nb^2O^5 (Вёлер), V^2O^5 и CrO^3 сопутствуют друг друга, то сопутствие Ce^2O^3, Di^2O^3 и LaO^2 не будет единичным фактом и их взаимное нахождение можно уподобить сопутствию ZnO, CdO и In^2O^3 и т. п. Итак, *можно думать*, что атомный вес Di = 138, что он относится к III группе, образует окись Di^2O^3, а что атомный вес La = 180,[1] что он относится к IV группе и дает окись LaO^2, но убеждение в этом можно получить только при дальнейшем, нарочно для того направленном, исследовании.

Ныне мало фактов, и при изучении их исходили из предположения о составе окисей RO; теперь, мне кажется, приобретается новый интерес в изучении соединений этих металлов. Чтобы показать применимость предлагаемого мною изменения в атомных весах, приведу из работы Мариньяка (l. c.) состав некоторых солей дидима, которые приобретают при новом пае бо́льшую противу прежнего вероятность:

	При прежнем	При новом атом[ном] весе
Состав окиси	DiO	Di^2O^3
Гидрат	$Di(OH)^2$	$Di(OH)^3$
Oxysulfure	DiS2DiO	Di^2O^3S
Хлористый дид[им] .	$DiCl^2 4H^2O$	$DiCl^3 6H^2O (Di^2Cl^6?)$
Хлорокись	$DiCl^2 2DiO 3H^2O$	$Di^2OCl^2 3H^2O$
Фосф. соль	$Di^3(PO^4)^2 2H^2O$	$DiPO^4H^2O$
Серная соль	$3DiSO^4 8H^2O$	$Di^2(SO^4)^3 8H^2O$
» »	$DiSO^4 2H^2O$	$Di^2(SO^4)^36H^2O$
Основная соль . . .	$DiSO^4 2DiO$	$Di^2O^2(SO^4)$
Двойные соли . . .	$3(DiSO^4)Am^2SO^4 8H^2O$	$DiAm(SO^4)^2 4H^2O$
	$3(DiSO^4)Na^2SO^4$	$DiNa(SO^4)^2$
	$3(DiSO^4)K^2SO^4 2H^2O$	$DiK(SO^4)^2H^2O$

Последние три соли представляют состав квасцов, хотя и содержат меньше воды. С глиноземом окись дидима разделяет и то свойство, что осаждается, хотя медленно, углебаритовою солью, даже на холоду (Мариньяк). Из по-

[1] Ныне соли лантана можно иметь без подмеси дидима, руководствуясь указанием Гладстона о спектре поглощения солей дидима, и числа Zschiesche (45.09) и Раммельсберга (44.38) хорошо удовлетворяют лантану, п[отому] ч[то] по ним La = 180.36 и 177.52.

следнего столбца очевидно, что, изменив формулу дидимовой окиси в Di^2O^3, мы открываем в ней аналогию с Al^2O^3. Энергичность основных свойств первой сравнительно со второю объясняется, по смыслу периодического закона, уже тем, что дидим относится к четным и высоким рядам, а алюминий — к нечетным и низким рядам. Сколько то известно, состав солей окиси лантана LaO^2 проще, чем дидимовых и подходит к предлагаемому изменению его атомного веса. Так, например, хлористому лантану $LaCl^4$ (а вероятно, La^2Cl^8, ибо не летуч?) отвечает хлорокись $La^2O^2Cl^2$. Если формулы LaO^2 и CeO^2 верны, то соли, отвечающие этим окислам, будут, вероятно, изоморфны и представят сходство с солями тория и циркония. Особенно интересно бы произвести сравнительное исследование для ZrO^2, CeO^2, LaO^2 и ThO^2 двойных солей, так как все эти окиси легко дают двойные соли, из коих многие хорошо кристаллизуются. Здесь должно ждать, если справедливы наши формулы, столь же характерных солей, как квасцы, и опыты этого рода я уже отчасти предпринял. Заметим, что все четыре окиси по отношению к сернокислым солям имеют немало сходства.

Считаю не излишним упомянуть о том, что Германн определил уд. вес окиси лантана = ..., а потому объем LaO^2 = ..., а объемы атоманалогов суть $TiO^2 = 20$, $ZrO^2 = 22$, $CeO^2 = 24$, LaO^2 = ..., и $ThO^2 = 29$; следовательно, здесь видна правильная последовательность, удовлетворяющая естественному сходству, какое открывается применением закона периодичности.

Мне остается упомянуть еще об изменении в атомных весах *иттрия* и *эрбия* (а может быть, и тербия, если он существует), но история этих интереснейших элементов, особенно вследствие известного разноречия между Мозандером и Делафонтеном, с одной стороны, и Бунзеном и Баром, с другой, еще далеко не ясна и заслуживает разработки. Придерживаясь показаний последних исследователей и считая эквивалент Yt = 35.85 (по Берцелиусу 32.1 и 35.0, по Рорр 34.0, по Делафонтену 32), а Er = 56.3 (эрбий Делафонтена менее 39.68, по Бунзену это смесь), но полагая по недостаточности изучения этих элементов, что в этих определениях есть некоторая погрешность, должно думать, судя по закону периодичности, что обе окиси имеют состав R^2O^3 и что оба металла относятся к III группе. А именно Yt должно отнести к 6-му ряду, то есть поместить его в этом ряде вслед за Rb = 85 и Sr = 87, приняв Yt = 88, а за ним

тогда будут следовать Zr = 90 и Nb = 94. Поэтому выходит, что эквивалент иттрия будет $= \frac{88}{3} = 29.3$. Так как отделение от него Ce, La, Di?, Er? (а может быть, и Tb) до сих пор едва ли было полное, то наблюдение Бунзена и Бара можно считать довольно близким к этому числу. Такое положение иттрия, как ясно уже из применения закона периодичности к предшествовавшим элементам, удовлетворяет ясным основным свойствам окиси его, нелетучести $YtCl^3$, составу сернокислой соли $Yt^2(SO^4)^38H^2O$ (такой же, как у атомологического ему дидима), нерастворимости фтористого соед[инения] и др. Эрбий Бунзена и Бара, считая результаты наблюдений этих последних близкими к истине, вероятно относится к III группе, к 10-му ряду, где за ним следуют La = 180, Ta = 182 и W = 184, а потому должно думать, что атомный вес эрбия будет близок к Er = 178, формула окиси Er^2O^3, а потому эквивалент 59.3. Если число Бунзена (56.3) ниже этого, то тому можно видеть причину в подмеси иттрия. Для убеждения в верности этих изменений в атомных весах иттрия и эрбия недостает ныне даже и тех немногих данных, какие собраны для церитовых металлов, не известно ни плотности окисей, ни отношений к окислителям и восстановителям, ни состава и форм двойных солей, а потому здесь больше, чем в каком-либо другом месте системы элементов, желательно появление новых исследований, для интереса которых закон периодичности может доставить обширный материал. Для того чтобы еще раз показать те приемы, которые должно применять, исследуя элементы на основании закона периодичности, я обращаюсь вслед за сим к определению свойств ныне еще не известных элементов. Это применение закона периодичности показывает всю его силу и новизну, потому что, должно сознаться, по сих пор мы не имели никаких поводов предсказывать свойства неизвестных элементов, даже не могли судить о недостатке или отсутствии тех или других из них. Открытие элементов было делом одного наблюдения. И оттого-то только слепой случай и особая прозорливость и наблюдательность вели к открытию новых элементов. Теоретического интереса в открытии новых элементов вовсе почти не было, и от того важнейшая область химии, а именно изучение элементов, до сих пор привлекала к себе только немногих химиков. Закон периодичности открывает в этом последнем отношении новый путь, придавая особый, самостоятельный интерес даже таким элементам, как иттрий

и эрбий, которыми по сих пор, должно сознаться, интересовались только весьма немногие.

4. Применение закона периодичности к определению свойств не открытых еще элементов

Уже из предыдущего очевидно, что закон периодичности дает возможность судить о свойствах элементов, атоманалоги которых известны. Рассматривая таблицы (1 и 2-ю), выражающие периодические отношения элементов, видно, что ныне недостает некоторых элементов, которых можно ждать, и я здесь опишу свойства некоторых из этих ожидаемых элементов, чтобы дать этим средство хотя со временем получить новое и совершенно ясное доказательство справедливости закона, выставляемого в этой статье. Знакомство со свойствами не известных еще элементов дает притом руководство для отысканий этих элементов, потому что указывает на реакции их соединений.

Чтобы не вводить в науку новые названия для ожидаемых элементов, я стану называть их по имени ближайшего низшего аналога из числа четных или нечетных элементов той же группы, прибавляя к названию этого элемента санскритские слова счета (эка, дви, три, чатур, панта, шаш и т. д.). Так, неизвестные элементы из четных рядов I группы должно поэтому назвать экацезий Ec = 175, двицезий Dc = = 220 и т. д. Если бы нам был бы не известен ниобий, то он был бы поэтому назван экаванадием. Эти названия ясно указывают аналогии, и они неудобны только для элементов 4-го ряда, потому что их нужно производить от названия элемента 2-го ряда, а этот типический ряд, как мы знаем (гл. I), не представляет полного атоманалогического отношения с 4-м рядом. Впрочем, здесь только и есть один неизвестный элемент, а именно из III группы *экабор* Eb. Так как он следует за K = 39, Ca = 40, а за ними идут Ti = 48, V = 51, то его атомный вес должен быть близок к Eb = 44. Его окись должна иметь состав Eb^2O^3 и будет основною, но не особенно энергическою, займет во всех отношениях средину между CaO и TiO^2. В солях окиси экабора EbX^3 эквивалент металла будет = $^{44}/_3$, около 15, следовательно, не близок к эквивалентам известных по сих пор оснований, а именно между эквивалентами Mg = 12 и Ca = 20. В той же группе, как мы видели в предыдущей главе, должно поместить Yt = 88?, Di = 138? и Er = 178?, но положение этих последних еще не прочно и они сами мало исследованы, а потому свойства

экабора можно определять по его атоманалогам 4-го ряда Ca и Ti; следовательно, случай, встречающийся здесь, более сложен, чем для других еще неизвестных элементов. Судя по тому, что Ca и Ti дают только по одной прочной на воздухе степени окисления, должно думать, что и экабор даст только одну прочную основную окись Eb^2O^3. Она по свойствам своим должна представить такое же отношение к Al^2O^3, какое видим между CaO и MgO, между TiO^2 и SiO^2, следовательно будет основанием более энергическим чем глинозем, но, однако, будет сходствовать с ним не только по формулам соответственных соединений, но и во многих случаях по свойствам. Так, например, сернокислая соль экабора $Eb^2(SO^4)^3$ не будет уже таким легкорастворимым телом, как $Al^2(SO^4)^3$, п[отому] ч[то] сернокислая соль Ca менее растворима, чем у Mg. Так как Ca дает основание менее энергическое, чем Na, а TiO^2 — менее энергическое основание, чем Al^2O^3, то и экаборовая окись Eb^2O^3 будет менее резким основанием, чем MgO. Поэтому во множестве отношений Eb^2O^3 займет средину между Al^2O^3 и MgO. Этим определяются многие ее реакции. Двибор, [т. е.] иттрий, дает во всех отношениях более резкую основную окись, подобно тому как Sr дает более ясное основание, чем Ca, но все же, как между Ca и Sr, Ti и Zr существует большое сходство, так и между экабором и двибором (иттрием) будет много сходного. Это показывает, что отделение экабора от иттрия, если этот последний действительно есть двибор и если экабор его сопровождает, будет затруднительно. Для этого необходимо будет прибегнуть к тонким, если можно так выразиться, различиям, например к незначительному различию растворимости разных солей, к различию энергичности оснований и т. п. Экаборовая окись, конечно, не будет растворяться в щелочах и едва ли выделит NH^3 из нашатыря. Ее угольная соль будет нерастворима в воде и осядет основною, судя по примерам солей MgO и Al^2O^3. Соли будут бесцветны и будут давать студенистые осадки с KHO, K^2CO^3, HNa^2PO^4 и т. п. Сернокалиевая соль дает с $Eb^2(SO^4)^3$ квасцеобразную соль, но эта последняя едва ли будет изоморфна с квасцами. Немногие только соли экабора будут хорошо кристаллизоваться, и таких можно ждать только между двойными солями. Степень летучести $EbCl^3$ будет зависеть от того, какой частичный вес будет иметь эта соль: если $EbCl^3$, то будет летуча, если Eb^2Cl^6 или высший, то нелетуча (см. главы 5 и 7-ю). Но вероятнее, что хлористый экабор будет труднее летуч,

чем хлористый алюминий, ибо и $TiCl^4$ имеет высшую температуру кипения, чем $SiCl^4$, и $CaCl^2$ труднее летуч, чем $MgCl^2$. Но, однако, есть повод думать, что соли экабора будут еще настолько летучи, чтобы их можно было открыть спектральным путем. Хлористый экабор будет, конечно, телом твердым, безводным, будет разлагаться водою с выделением HCl легче, чем $MgCl^2$. Так как объем $CaCl^2 = 49$, а объем $TiCl^4 = 109$, то объем $EbCl^3$ будет близок к 78, т. е. уд. вес будет близок к 2.0. Самая окись экабора Eb^2O^3 будет неплавкий порошок, трудно, но растворимый после прокаливания в кислотах, и, вероятно, она будет еще сообщать воде щелочную реакцию, но таких кислот, как HCl, H^2SO^4, HNO^3, насыщать в отношении лакмуса не будет. Удельный вес окиси будет близок к 3.5, т. е. объем Eb^2O^3 будет около = 39, потому что объем $K^2O = 35$, $Cu^2O^2 = 36$, а $Ti^2O^4 = 40$, $Cr^2O^6 = 72$.[1] В виде простого тела экабор будет легким, нелетучим, тугоплавким металлом, трудно и только при нагревании и не вполне разлагающим воду, но растворимым в кислотах с отделением водорода. Плотность его будет около (вероятно, выше) 3.0, т. е. объем около 15, потому что объем металлов в четных рядах, идя от I группы, постоянно уменьшается и объем $K = 50$, $Ca = 25$, а для Ti и V близок к 9, для Cr, Mn, Fe близок к 7.

Гораздо резче должны быть отличительные свойства двух недостающих элементов 5-го ряда, а именно из групп III и IV. Они стоят в этом ряду между $Zn = 65$ и $As = 75$ и представляют атоманалогию с Al и Si, а потому первый назовем *экаалюминием*, а второй экасилицием. Относясь к нечетному ряду, они дадут и летучие металлоорганические соединения и летучие хлористые соединения (безводные), но будут обладать более кислотными свойствами, чем их аналоги из 4-го ряда, т. е. Eb и Ti. Самые металлы должны быть сравнительно легко получаемы восстановлением при помощи угля или натрия. Их сернистые соединения будут нерастворимы в воде, и Ea^2S^3 будет, вероятно, осаждаться сернистым аммонием, а EsS^2, вероятно, будет давать с ним растворы. Атомный вес экаалюминия будет близок [к] Ea = 68, а экасилиция к Es = 72. Удельные веса их будут близки к Ea = 6.0, а Es = 5.5, т. е. объемы около Ea = 11.5, а Es = = 13, потому что объемы Zn = 9, As = 14, Sc = 18. Того же результата достигнем, сравнивая объемы Al, In, Tl для Ea

[1] Окись двибора, а может быть иттрия, судя по такому же соображению, должна иметь удельный вес, близкий к [4.8].

и Si, Sn и Pb для Es, потому что это суть их атоманалоги. Так, объем Si = 11, Sn = 16, следовательно, объем Es около 13. Вообще здесь известны атоманалоги во все стороны и, следовательно, есть возможность определить свойства с большею, чем для Eb, точностью. Эти определения будут понятны из того, что экаалюминий, дающий окись Ea^2O^3, занимает средину, с одной стороны, между Zn и Es, с другой — между Al и In, а экасилиций, дающий окисел EsO^2, занимает средину между Ea и As, с одной стороны, и между Si и Sn, с другой. Так как все эти отношения указывают на сходство, долженствующее быть между Ea и Eb и между Es и Ti, то я и остановлюсь только на *экасилиции*, указывая пункты сходства и различия его с титаном, чтобы кратче достигнуть желаемого уяснения свойств этих элементов.

Экасилиций будет восстановляться из EsO^2 и из EsK^2F^6 натрием, будет разве с трудом разлагать водяной пар, очень слабо будет действовать на кислоты и легче на щелочи. Он будет темносерым, трудно плавким металлом, окисляющимся при накаливании в трудноплавкую порошковатую окись EsO^2. Эта последняя будет иметь уд. вес около 4.7, так как ее объем, судя по объемам SiO^2 и SnO^2, будет близок к 22. По виду, вероятно и по форме,[1] по свойствам и изменениям она будет близка к TiO^2.

Кислотные свойства и в SiO^2, и в SnO^2 мало развиты, но еще ясны; таковы же должны быть свойства EsO^2, и потому она будет более ясною кислотою, чем TiO^2. В этом и др[угих] случаях дело уясняется из пропорции: Es : Ti = Zn : Ca = As : : V. Значит, основные свойства окиси экасилиция будут еще слабее, чем в TiO^2 и в SnO^2, но яснее, чем в SiO^2. Поэтому должно ждать растворимости одного из гидратов EsO^2 в кислотах, но и легкой разлагаемости такого раствора с образованием метагидрата, нерастворимого в кислотах. Это и суть свойства TiO^2. Но EsO^2 будет еще легче, чем TiO^2, выделяться из кислых растворов, а из щелочных после TiO^2. Нет сомнения, что Es даст ряд двойных фтористых солей K^2EsF^6, которые будут представлять случаи изоморфизма с такими же солями Si, Ti, Zr, Sn, и растворимость K^2EsF^6 будет, конечно, больше, чем соли Si. Фтористый экасилиций, конечно, не будет уже газ, как негазообразны TiF^4, ZrF^4, SnF^4, и причину этого, вероятно, должно

[1] Кокшаров описал (Material. f. Mineral d. Russ.) ильменорутил как тело, сходное с рутилом и обладающее, однако, плотностью 4.8, какую должна иметь окись экасилиция, тогда как обыкновенный рутил имеет плотность 4.2.

искать, как и для этих последних, в полимерном изменении. Состав и частица фтористого кремния есть SiF^4, а фтористого титана, вероятно, Ti^2F^8. Но хлористый экасилиций $EsCl^4$, конечно, будет летучею жидкостью, кипящею около (вероятно, ниже) 100°, потому что $SiCl^4$ кипит при 57°, а $SnCl^4$ при 115°. Это свойство доставит одно из средств практического отличия экасилиция от титана, потому что $TiCl^4$ кипит при 136°. В прочих же отношениях $EsCl^4$ будет очень сходен с $TiCl^4$, т. е. будет обладать свойствами кислотного хлорангидрида. Уд. вес $EsCl^4$ будет близок к 1.9 (при 0°), т. е. объем [близок] к 113, потому что объем $SiCl^4 = 112$, $SnCl^4 = 115$ (уд. вес $TiCl^4 = 1.76$). Одно из резких отличий экасилиция от титана будет состоять в том, что первый дает летучие металлоорганические соединения, например $EsEt^4$, как их дают Si и Sn, а титан (из четного ряда) их не образует. Судя по свойствам соединений Sn и Si, экасилицийэтил будет кипеть около 160° и будет иметь уд. вес 0.96. Указанным свойством можно будет воспользоваться при отделении Es от Ti, Zr, Nb и т. п., если он их сопровождает. Его, как и некоторые другие неоткрытые элементы и следует, по моему мнению, прежде всего искать в тех еще недостаточно исследованных, но многочисленных и сложных по составу минералах, которые содержат три упомянутых элемента. Близость свойств Es и Ti наводит даже на мысль о том, что экасилиций мог быть не замечен при исследовании титансодержащих веществ, хотя там и находится. Самые разноречия в определении эквивалента титана наводят на эту мысль. Розе,[1] Пьерр (Pierre)[2] и Demoly[3] определяли вес атома титана, разлагая $TiCl^4$ водою и определяя хлор, причем, приняв $Ag = 108$ и $Cl = 35.5$, они получили числа:

Розе	от	48.08	до	48.48,	среднее	48.26
Пьерр . . .	»	50.34	»	49.55,	»	50.0
Демоли . .	»	57.3	»	55.9,	»	56.8

Такое разноречие едва ли возможно приписать одному различию и несовершенству приемов и можно думать, что оно зависит от подмесей [к] хлористо[му] *титан[у]*. Притом, судя по закону периодичности, должно думать, что числа Пьерра и Демоли выше действительных, п[отому] ч[то] атомный вес Ti должен быть немногим только выше, чем

[1] Pogg. Ann., XV, 1829, 145.
[2] Ann. de Chim. et de Phys., (3), XX, 1847, 257.
[3] [Там же], XXII, 1849, 213.

Ca = 40 и меньше, чем V = 51 и Cr = 52. Число Розе Ti = 48 поэтому должно считать более вероятным, а в хлористом титане других исследователей можно подозревать подмесь, повышающую атомный его вес. Так как Es дает $EsCl^4$, сходную с $TiCl^4$, и так как атомный вес Es = 72 более, чем для титана, то я и считаю полезным испытать хлористый титан, приготовленный из рутилов разных местностей, на содержание в нем экасилиция. [Ни] один сделанный по сих пор опыт не показал, однако, присутствия в $TiCl^4$ вещества, ниже кипящего, чем при 135°. Сверх того, считаю необходимым обратить внимание на то, что в титановых, цирконовых [и] ниобовых соединениях уже многократно открывали элементы, считавшиеся за новые, и некоторые исследования наводят на мысль, что при этом имели, может быть, дело с экасилицием. Герман, как известно, признает и по сих пор открытый им ильмений, хотя Мариньяк[1] и показал, что в тех колумбитах, где признавалась ильменовая кислота, есть только смесь титановой, ниобовой и танталовой кислот. В подтверждение показаний Мариньяка о том, что ильменовая кислота Германа есть только смесь ниобовой и титановой, можно привести и то, что эквивалент (H = 1, O = 8, состав кислот RO) ильмения, определенный Германом (18), занимает средину между эквивалентами титана $\left(\frac{48}{4} = 12\right)$ и ниобия $\left(\frac{94}{5} = 19\right)$. Но, однако, Мариньяку не удалось найти способа полного разделения титановой кислоты от ниобовой, и способ (различие растворимостей фторокалиевых солей), употребленный им, как он и сам утверждает, для этого не достаточен, а потому, несмотря на большую вероятность выводов Мариньяка, еще нет полной уверенности в справедливости его вывода и потому я считаю не излишним вновь повторить его исследование, тем более, что отделение титана от ниобия может быть произведено в виде хлористых соединений этих элементов, представляющих значительное различие температур кипения.[2]

---

[1] Archive des Sciences, 1866, Janv., et 1867, Août.

[2] Замечу еще, что по атоманалогии экасилиция с оловом и мышьяком мне кажется возможным отыскание его и в минералах, содержащих и сопровождающих эти элементы. Вёлер упоминает (Mineralanalyse, § 96), что от вольфрама, при обработке его царскою водкою и аммиаком, остается смесь ниобовой (до 2%) и кремневой кислот. Исследование этой ниобовой кислоты было бы очень интересно, так как показание Вёлера относится к тому времени, когда этот предмет еще не был достаточно обработан.

Из рассмотренных примеров очевидны способы, какими при посредстве закона периодичности возможно предсказывать свойства неизвестных элементов, и потому я не распространяюсь далее о свойствах недостающих элементов. Наиболее интересны[м] было бы открытие следующих из них: эка-и двицезия Ec = 175, Dc = 220, эканиобия En = 146 и экатантала Et = 235 и аналогов марганца, например экамарганца Em = 100, тримарганца Tm = 190.[1] Недостаток целого 9-го ряда и даже почти целого большого периода (начиная от Ce = 140), однако едва ли должно приписать одной случайности, и может быть, что есть в природе элементов причины, не допускающие равновесия и неразлагаемости при образовании элементов, имеющих атомные веса около 150—175.

При обсуждении вопросов, составляющих предмет этой статьи, рождается вопрос: конечно или бесконечно число элементов? Судя по ограниченности и, так сказать, замкнутости системы известных поныне элементов, судя по тому, что в метеорных камнях на солнце и звездах существуют те же элементы, какие мы знаем, судя по тому, что при высоком атомном весе сглаживаются кислотные свойства элементов, и обращая внимание на то, что большинство элементов с высоким атомным весом дают трудно окисляемые и тяжелые металлы, можно думать, что число доступных нам элементов очень ограничено, и если существуют немногие новые тяжелые элементы внутри массы земли, то число и количество их очень ограничено.

5. Применение закона периодичности к исправлению величины атомных весов

Всякому известна судьба гипотезы Прута о соизмеримости атомных весов элементов и о кратности их с атомным весом водорода. Когда исследования заставили допустить для атомных весов дробные числа, когда Стас показал, что при этом нельзя даже допустить и рациональных дробей, тогда даже, после блестящей критики Мариньяка, стало несомненным, что гипотеза Прута ушла чересчур далеко от фактов. Мне кажется, что нет даже и гипотетических оснований ее допущения. Соглашаясь даже с тем, что материя

[1] Может быть, что Ru и Os занимают эти места, если высшие их окислы окажутся содержащими R^2O^7, а не RO^4, но тогда недостает истинных аналогов железа. Сравнительное изучение OsO^4 и Mn^2O^7 было бы очень желательно.

элементов совершенно однородна, нет повода думать, что n весовых частей одного элемента или n его атомов, давши один атом другого тела, дадут n же весовых частей, т. е., что атом второго элемента будет весить ровно в n раз более, чем атом первого. Закон постоянства веса я считаю только частным случаем закона постоянства сил или движений. Вес зависит, конечно, от особого рода движения материи, и нет никакого повода отрицать возможность превращения этого движения в химическую энергию или какой-либо другой вид движения, *когда образуются атомы элементов*. Два явления, ныне наблюдаемые: постоянство веса и неразлагаемость элементов стоят поныне в тесной, даже исторической связи, и если разложится известный или образуется новый элемент, нельзя отрицать, что не образуется или не уменьшится вес. Этим способом есть возможность до некоторой степени объяснить и различие в химической энергии элементов. Высказывая эту мысль, я желаю только показать, что есть некоторая возможность примирить заветную мысль химиков о сложности элементов с отрицанием гипотезы Прута.

Гипотеза Прута в практическом отношении страдает тем, что сразу касается малых чисел. В наших обыкновенных определениях атомных весов есть часто разноречия, достигающие до $^1/_5$ доли атомного веса, до 5—6 целых, а гипотеза Прута говорит прямо об долях единицы. Так, выше для титана мы видели разноречия от 57 до 48. В практическом и теоретическом отношении, конечно, гораздо важнее найти руководящее начало для открытия грубых погрешностей в определении атомных весов, получить понятия о крупных числах, и если для них откроется истинная законность, нет сомнения, что откроется со временем законность и для более точного, детального теоретического определения величины атомных весов. В той форме, какая свойственна ныне закону периодичности, он может служить к открытию грубых неточностей в определении атомных весов, и мы видели тому пример в титане, а далее будут приведены еще два других более резких примера, но для точного исправления величин атомных весов необходимо подвергнуть сравнительному изучению индивидуальные свойства элементов, производящие пертурбации в правильном изменении величин атомных весов. Существование этих индивидуальных свойств было уже выше указано, да и само по себе явственно, а отсутствие точной правильности в изменении атомных весов видно из сличений двоякого рода.

Во-первых, из того, что разности в величине атомных весов соответственных членов разных групп и рядов далеко в пределах погрешностей опыта не одинаковы. Так, атомные веса Na и Li разнятся около на 16 или, короче, Na — Li = 16, а между тем разность Mg — Be = 14.6, разности K — Na = 16, а разности Ti — Si = 20, V — P = 20. Разность Pt — Pd = 91, Au — Ag = 89, Hg — Cd = 88, Pb — Sn = 89, Bi — Sb = 86. Едва ли можно думать, что это постепенное уменьшение разности есть дело одного случая. Скорее можно думать, что отношение между Pt и Pd не совершенно одинаково отношению Bi к Sb, а потому и разности не одни и те же. Есть в Bi и Sb ряд индивидуальных отличий, которые и стоят в зависимости от индивидуальных малых разностей в величине атомных весов.

Второе доказательство в пользу того, что периодические разности действительно не одинаковы, дают точные исследования атомных весов щелочных металлов и галоидов, произведенные Стасом.

Полагая H = 1 и O = 15.96, имеем:

	Разность		Разность
Li = 7.004	15.976	Cl = 35.368	44.382
Na = 22.980	16.060	Br = 79.750	46.783
K = 39.040		J = 126.533	

Итак, необходимо признать в величинах атомного веса элементов сходство или близость разностей для соответственных членов и *индивидуальные отступления*, делающие эти разности не совершенно одинаковыми. Точно так же необходимо различить у элементов общие их свойства, находящиеся в периодической зависимости от атомных весов (например способность давать известные формы окисления — это свойство само по себе периодично), и индивидуальные свойства, зависящие от упомянутых выше *отступлений*.

Так как ныне самая зависимость (функция) нам не известна, известно только одно ее свойство — периодичность, то *ныне* и нет возможности определить величину этих *отступлений*, а потому нет возможности исправить величины атомных весов в точности, можно только указать узкие *пределы*, в которых должна находиться величина атомного веса данного элемента.

Так, *теллур*, судя по закону периодичности, должен иметь атомный вес больший, чем Sb = 122, и меньший,

чем J = 127, т. е. Te долж[ен] быть близ[ок] к Te = 125, потому что он занимает во всех отношениях среднее между ними атоманалогическое положение. Судя по тому, что Ag — — Cu = 45, Cd — Zn = 47, Sb — As = 47, J — Br = 47, Cs — Rb = = 48, Ba — Sr = 50, должно думать, что Te — Se будет также близко к 47, ибо Te стоит между Sb и J, как Se между As и Br. А так как атомный вес Se = 78 и он лучше изучен и легче очищается, чем Te, то определению его можно более доверить, чем определению атомного веса теллура, потому последний должен быть близок к 78 + 47 = 125. Результат тот же, как и выше. А между тем, Берцелиус дает для теллура в последнем своем определении (определялось количество TeO^2, образующейся при окислении Te азотною кислотою) числа, дающие следующий результат:

Считая O = 15.96,	Считая O = 16,
Te = 128.13	Te = 128.45
Te = 127.97	Te = 128.28
Te = 127.96	Te = 128.28

Hauer (определял AgBr в K^2TeBr^6) дает числа, согласные с этими, а потому обыкновенно признают атомный вес Te = 128. Впрочем, первые определения Берцелиуса (1812) дают для Te число 116, а вторые (1818) — 129, а потому уже рождается сомнение, для разрешения которого требуются новые опыты. Впрочем, для теллура весьма трудно подыскать такое соединение, которое легко было бы подвергнуть очищению и испытать его чистоту, чем и определяется, вероятно, существующая погрешность в определении его атомного веса.

Нельзя думать, что индивидуальные разницы теллура определили бы для него столь значительное (128—125) отступление от величины атомного веса, долженствующей принадлежать ему по смыслу закона периодичности, то я и предполагаю со временем определить вновь его атомный вес и получить понятие о мере применимости закона периодичности к исправлению величин атомного веса.

Другой случай отступлений представляют Os, Ir, а может быть и Pt, Au. Эти элементы и в указанном здесь порядке (см. главу I) стоят между W = 184 и Hg = 200, и действительно их атомные веса менее, чем Hg, и более, чем у W, но порядок их не надлежащий. Судя по тому, что Os сходен с Ru и Fe, а последние имеют меньший атомный вес, чем Pd и Ni, должно ждать, что Os будет иметь меньший

атомный вес, чем Pt, и что иридий, стоящий между Pt и Os, будет иметь средний между ними атомный вес, а между тем, по данным Берцелиуса и Фреми, Os = 199—200, Ir = 197 и Pt = 198. Должно ждать, исходя из Pt = 198,[1] что Ir будет иметь атомный вес около 197, а Os около 196—195, золото же около 199. Неточности в определении атомных весов платиновых металлов можно, впрочем, легко предположить не только потому, что они трудно отделяются друг от друга, но и потому, что соединения их, при посредстве коих определены их атомные веса, малопрочны и легко изменяются. Так, $IrCl^4$ и $OsCl^4$ легко теряют часть хлора.

6. Применение закона периодичности к дополнению сведений о формах химических соединений

Когда открытие явлений металепсии преобразовало понятия химиков, тогда во всех химических реакциях стали видеть случаи замещения, и явились различные виды *типического* учения. Жерар склонен был видеть даже в реакциях соединения C^2H^4 с Cl^2 акт замещения H — Cl * и образования $C^2H^3Cl + HCl$. Все то, что не подходило под эти соображения, считалось молекулярным присоединением. Так, в предыдущем примере C^2H^3Cl и HCl образовали одно целое, как CNa^2O^3 с $10H^2O$.

Введя небывалую до тех пор простоту и стройность в суждения о химических явлениях, учение о типах подверглось, однако, участи предшествующих учений, потому именно, что облекло свои понятия в очень резкие формы и пренебрегло целым громадным классом тех явлений, которые считаются за молекулярные присоединения.

Когда в 50-х годах развилось исследование металлоорганических соединений, где явления замещения и присоединения[2] одинаково хорошо развиты, тогда обратили на последние должное внимание, и Франкланд, Кагур и другие ввели в науку представление о пределе химических присоединений. Эти соображения были приложены и к соединениям углерода.[3] Родившиеся тогда понятия о *пределе*, о *насыщенных соеди-*

---

[1] По Берцелиусу, среднее 198, по Andrews, среднее 197.88.

[2] Различия явлений замещения и присоединения, по смыслу унитарного учения и на основании изменения физических свойств, были рассмотрены мною в «Bulletin de l'Acad. des Sc. de St. Pétersbourg», 185[8].

[3] Между прочим, в моей статье «Essais [d'une théorie] sur les [limites]».

* Т. е. водорода хлором. [*Прим. ред.*]

нениях, о способности ненасыщенных соединений к явлениям присоединения, в комбинации с представлением о замещениях, удовлетворяют, по моему мнению, и по сих пор самым сложным задачам, представляющимся в наше время при химическом исследовании. Но в своей первоначальной форме, лишенной всего гипотетического, учение о пределе не получило права гражданства в науке, судьбы которой всегда заставляют из важнейших открытий эпохи создать резкие, крайние формы учения. Таково, по моему мнению, господствующее ныне учение об атомности (Werthigkeit, Valenz и т. п.) элементов. Купер, а потом Кекуле, а за ними и Бутлеров и другие, исходя из сличения предельных водородистых и хлорных соединений, признали элементы способными удерживать только определенное число эквивалентов всяких других элементов и, не остановившись на этом, сочли возможным определение при посредстве этого допущения связи элементов в частице. Каждому известны те поразительные результаты, каких при этом достигли в изучении явлений изомерии. Но не должно забывать, что и все другие, ныне отвергнутые учения имели блестящие периоды своего господства. То, что открыли электрохимики, стало еще понятнее при типическом представлении. А то, что открыто между изомерами, совершенно ясно и без учения об атомности и связи элементов частью сродств, чему простое доказательство видно в том, что случаи изомерии в ароматических и других соединениях были найдены и правильно поняты без применения вышеуказанного учения, при одном ясном представлении о замещениях.

Приведу здесь несколько соображений, которые говорят против различных видов учения об атомности и связи элементов в тех формах его, какие были изложены Кекуле, Бутлеровым, Наке, Франкландом и Эрленмейером.

1) Это учение опирается и не может никак обойтись без деления всех химических соединений на атомные и молекулярные. Оно касается только первых и оставляет без внимания и обобщения последние. Такое, правда давно господствующее, деление не имеет никакой прочности, условно и искусственно. Являлись попытки считать за молекулярные соединения даже нашатырь и пятихлористый фосфор. Нет ни одного признака, могущего разграничить эти два разряда соединений. Содержание целых, отдельно существующих частиц, неспособность переходить в пар, малое изменение химических реакций после соединения и тому подобные признаки никак не достаточны, потому что по ним и даже

и $PtCl^4(PtCl^2 + Cl^2)$, $KClO^4$ и тому подобные можно счесть за молекулярные соединения. Если же, как это и есть в действительности, нет границы между молекулярными и атомными соединениями, то нет возможности утвердить, особенно на основании одних соединений с H и Cl, атомности элементов. Так, $PtCl^4$ не есть предельное соединение. Оно может удерживать еще 2HCl и сверх того $6H^2O$ или $8H^2O$, и эти частицы могут замещаться. Форма кремнефтористого водорода SiH^2F^6, столь часто повторяющаяся для многих элементов, должна показать на шестиатомность кремния, тогда как его должно по H, Cl счесть четырехатомным. А для убеждения в том, что эта форма зависит не от содержания и особенностей фтора, достаточно припомнить существование PtH^2Cl^6 и соли, ей отвечающие,[а] также двойные синеродистые соли.

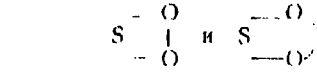
2) Исходным пунктом для суждения об атомности элементов служат водородистые соединения, но из 63 элементов не более 17 соединены по сих [пор] с водородом, притом он дает только по одному соединению с одним атомом элемента, тогда как другие элементы, даже хлор, способны давать по нескольку, а потому судить по водороду о соединениях с другими элементами, по крайней мере, очень не практично. Даже углерод дает с водородом только CH^4, не образует CH^2, тогда как с кислородом дает и CO^2 и CO. Существование частиц $SnCl^2$ и $SnCl^4$, HgCl и $HgCl^2$, PCl^3 и PCl^5 и т. п. постоянно затрудняло последователей учения об атомности элементов потому именно, что они исходят из водородистых соединений, являющихся только в форме единичного соединения.

3) С кислородом соедин[яются] все элементы, исключая фтор, его соединения преобладают в природе, отличаются наибольшею резкостью химических характеров, многие элементы дают многие соединения с кислородом, а для определения числа атомов присоединяющегося кислорода, учение об атомности элементов не дает никакой закономерности, потому что признает его двуатомным и могущим вступить в каждую замкнутую частицу. Если дано тело RM, то в него может войти неопределенно большое количество кислорода; по смыслу этого учения образуется цепь: R—O—O—O"—M. Лучший тому пример видят в сравнении KCl, K—O—Clx K—O—O—O—Cl и K—O—O—O—O—Cl. Но в други, случаях этого не допускают. CO^2 рассматривается иначе, здесь нет цепи. Непостоянство цепеобразных соединений кислорода нельзя счесть за признак отличия, потому что

и CO^2 разлагается, как и H^2O, Cl^2O, только при иных температурах. PtO^2 разлагается еще легче, чем $KClO^3$, а между тем в этих соединениях признают различное сцепление кислородных атомов. Притом становится совершенно непонятным, почему KClO менее прочно, чем $KClO^3$, и отчего длиннейшая цепь $KClO^4$ прочнее более коротких. Самое же существенное здесь заметить, что простой взгляд на дело указывает предел и для кислорода, как есть он для водорода и других и притом такой же ограниченный. Для этого достаточно сравнить наивысшие кислородные соединения: OsO^4, $KClO^4$, K^2SO^4, K^3PO^4, K^4SiO^4. Закон периодичности, указывая предел для присоединения кислорода, устраняет высказанный здесь важный недостаток учения атомности элементов.

4) Наиболее последовательны те из адептов рассматриваемого учения, которые считают атомность коренным и потому постоянным свойством атомов. При этом часто утверждают, что в частице не бывает свободных сродств. Эти считают, что углерод везде четырехатомен, что азот всюду трехатомен и т. д. Но и они должны были уступить фактам, и большинство считает ныне атомность за изменчивое свойство элементов. В сущности, допустивши изменчивость атомности, уже отвергли ее, она стала не чем иным, как учением об числе эквивалентов, содержащихся в атоме: как эквивалент элемента изменяется по закону кратных отношений, так меняется и атомность.

Если признать атомность изменчивым свойством, если принять, что часть сродств элемента скрыта (latent) в большинстве случаев, то надо отказаться от определения ее величины. Серу давно считали двуатомною, да оно так и следует, исходя из SH^2, SHK, SK^2, SCl^2, а потому SO^2 и SO^3 были признаваемы за цепеобразные соединения



При этом было совершенно непонятно то общеизвестное и чрезвычайно резкое сходство, какое существует между SO^2 и CO^2, потому что последней дали иное строение. Однако аналоги серы дают $TeCl^4$, $MoCl^4$, да и для нее открыли SEt^3J, а потому сочли серу четырехатомною. Но существование WCl^6, SO^3 заставляет считать серу и шестиатомною. Точно так же Cl должно счесть семиатомным, а тогда где же ручательство в том, что и водород, и кислород не много-

атомны? Допустив изменчивость, свободные сродства и скрытую атомность, уже положили начало падению этого учения, потому что поколебалась логическая последовательность учения и основные положения этого учения утратили почву.

5) Потеряв с допущением изменчивой атомности достоинство строгой научной системы, сделавшись схематическим выражением понятия об эквивалентах, учение, разбираемое нами, могло бы оставаться в науке как наглядное представление для изложения учения о формах химич[еских] соединений, если бы к нему не примешивали представления о связи элементарных атомов в частице частью сродств, свойственных атомам. Эта часть учения об атомности не может быть согласована с гораздо более прочными представлениями о строении вещества и о законах притяжения, а потому должна быть совершенно отвергнута. Атомы в частице должно представить находящимися в некотором подвижном равновесии и действующими друг на друга. Вся система связывается силами, принадлежащими отдельным частям, и нельзя представить, чтобы некоторые две части целого находились в зависимости от третьей части и не влияли бы друг на друга, особенно если все, что мы знаем об этих двух частях, указывает на их постоянное и ясное взаимодействие. Пока принимают, что в CH^4 углерод есть единственная связь для атомов водорода, то еще нет ничего поразительного, но когда один водород заменится хлором, то оно является, ибо нельзя думать, чтобы хлор остался без влияния на водороды, чтобы связующим для водородов и хлора остался один углерод, чтобы притяжение H к Cl не участвовало ни во время реакции, ни после нее. Этого нельзя допустить уже и потому, что хлор весит почти в 3 раза более, чем самый углерод. Если посредством так называемой связи элементов желают условно выразить только одно их распределение в пространстве, если в приведенном примере желают показать, что хлор занимает то же место, находится в тех же отношениях к углероду и прочим элементам, как и водород, то ничего не говорят более, чем то, что было сказано при самом открытии металепсии.

Я слышал не раз уподобление многоатомного элемента солнцу, а связанных с ним элементов — планетам. Но это сравнение разрушается тем, что система остается прочною при замене одной планеты другою, масса которой превышает самую массу солнца.

Добавлю еще следующее. Учение об атомности ведет свое начало от изучения органических, углеродистых сое-

динений и к ним оно прилагается с удобством. Эта применимость учения об атомности элементов к объяснению строения углеродистых соединений происходит оттого: 1) что *углерод и с водородом, и с кислородом соединяется одинаковым числом эквивалентов,* образуя в пределе CH^4, CO^2, CCl^4. У элементов всех других групп (см. таблицу 2-ю) дело иначе. В V группе элементы дают RH^3 и R^2O^5, т. е. по отношению к водороду их атомы трехатомны, по отношению к кислороду пятиатомны. В VI группе элементы двуатомны по водороду и шестиатомны по кислороду и т. д. 2) Углеродистые соединения сами по себе, сколько то известно, не дают и таких так называемых молекулярных соединений, какие образуются многими другими элементами. Если щавелевая кислота соединяется с водою, образуя $C^2H^2O^4 \cdot 2H^2O$, то это соединение подходит под тип гидратов, ибо отвечает C^2H^6, в котором все водороды заменены водяными остатками $C^2(OH)^6 = C^2H^2O^4 \cdot 2H^2O$.

Отличая здесь кристаллизационную воду от остальной части воды, мы только выражаем тот известный факт, что при одном атоме углерода не удерживается прочно более одного водяного остатка. Я думаю, и постараюсь развить это в одной из следующих статей, что способность $C^2H^2O^4$ соединяться с $2NH^3$ стоит в зависимости от того, что она может соединяться с $2H^2O$, так как альдегид $C^2H^4O = C^2H^4(OH)^2 - H^2O$ соединяется также с аммиаком, но с одною частицею, п[отому] ч[то] и произошел чрез потерю одной частицы воды. Отсутствие в углероде способности давать так называемые молекулярные соединения особенно видно при сравнении его с кремнием, столь аналогичным углероду. Кремний дает, так же как и углерод, в пределе SiH^4, SiO^2, $SiCl^4$; заменяя часть углерода, образует тела таких же во многих отношениях свойств, как и чисто углеродистые, как видно из прекрасных исследований Фриделя и Ладенбурга, а между тем оба элемента резко различаются способностью к молекулярным соединениям. Хлористый кремний, как и $TiCl^4$, BCl^3, PCl^5, SCl^2 и тому подобные, соединяется с другими хлористыми соединениями и образует довольно прочные тела, а в хлористом углероде этой способности вовсе нет, сколько то ныне известно.[1] Способность кремния давать молекулярные соединения видна сверх того не только

[1] Это обстоятельство считаю столь важным, что предполагаю изучить его в подробности, что и задерживает меня в изложении статьи о молекулярных соединениях.

в том, что он образует SiH^2F^6, гидраты SiO^2, каких нет для CO^2, но даже и в самых свойствах кремнезема. Это заслуживает некоторого объяснения. Сравнивая соответственные соединения углерода и кремния, можно заметить постоянно, что *кремниевое соединение кипит ниже* (или редко при тех же температурах) *и имеет больший (или равный) объем* (два явления, стоящие в тесной взаимной связи), *чем соответственное углеродное соединение:*

	Объем частицы	Температура кипения		Объем частицы	Температура кипения
CCl^4	94	76°	$CHCl^3$	78	60°
$SiCl^4$	112	57	$SiHCl^3$	84	34
$CEt^4 = C^9H^{20}$.	—	около 120	$C(OC^2H^5)^4$ [1] . .	186	158
$SiEt^4 = SiC^8H^{20}$.	—	150	$Si(OC^2H^5)^4$ . .	201	160
$CaCO^3$	37	—			
$CaSiO^3$ . . . . . (волластонит)	41				

Должно думать, что и в остальных случаях будет то же. Но, сравнивая CO^2 с SiO^2, видим противоположное. Температура кипения кремнезема для нас неизмеримо высока, а в связи с тем объем гораздо меньше, чем у жидкого или твердого угольного ангидрида. Объем CO^2 близок к 44, а объем SiO^2 (аморфного) = 27. Это можно объяснить только тем, что кремнезем полимеризовался, т. е. в его частице содержится $Si^n O^{2n}$, потому что при явлениях полимеризации всегда совершается сжатие и повышение температуры кипения.[2] А полимеризировать способны только те вещества (достаточно примеров CH^2, C^2H^2, C^5H^8), которые способны к дальнейшим соединениям, п[отому] ч[то] полимеризация есть не что иное, как соединение однородных частиц. Следовательно, и самое отличие свойств кремнезема от свойств CO^2 указывает на свойство кремния к таким сложным соединениям, каких не дает углерод.

Поэтому углерод резко отличается по своим основным свойствам от большинства остальных элементов, и многие выводы, верные для его соединений, будут не применимы к другим элементам, как видим этому доказательство в неприменимости представлений о постоянной атомности к соединениям других элементов, хотя это представление не

---

[1] Эфир Бассета.

[2] Допущение полимеризации объясняет и другие свойства кремнезема (Основы химии, т. II, гл. XVII).

находит опровержения в применении к изучению органических соединений.

Устранив из учений об химической структуре соединений, основанной на атомности элементов, все то, что несогласно с механическим учением о строении тел, и все то, что относится до одного углерода, мы получим в остатке только то, что дало учение о замещениях и о пределе. Непрочность учения об атомности видна, по моему мнению, уже из того, что оно не дало ни одного общего закона, не основалось на чем-либо прочном. Присовокупляя к полученному таким образом остатку то, что дает закон периодичности, мы получаем следующее общее представление о *формах химических соединений*.

Есть три основных положения, дающих прочность всем соображениям о строении химических соединений. Вот опыт их формулирования:

1) Принцип *замещений*: всякие две части одной частицы эквивалентны (т. е. способны замещать друг друга) между собою. Этот принцип можно уподобить тому, что действие равно противодействию. Это начало механического сохранения равенства сил. Оттого H^2 и O эквивалентны; HO эквивалентно H, CH^3-H, CH^2-H^2, $C-H^4$, $Cl-H$, $K-Cl$, и потому и $K-H$, NH^2-H, NH^4-Cl или H, или K и т. д. Этим определяются явления замещения, гомологии, сочетаний и т. п.

2) Принцип *предела*: по крайней мере одна из частиц, происшедших от распадения другой частицы, может соединяться с количествами элементов, эквивалентных той частице, которая произошла вместе с нею. Оттого C^2H^4, происходящий из C^2H^6O при выделении частицы воды H^2O, может соединяться с Cl^2, ибо Cl^2 эквивалентно воде, с HCl и т. п. Этим принципом определяются явления соединений, образование предельных форм, тел, не достигших до предела, и т. п.

3) Принцип *периодичности:* высшие формы соединений элемента с водородом и кислородом, а следовательно, и с элементами, им эквивалентными, определяются атомным весом элемента и представляют периодическую его функцию. Этим принципом ограничивается разнообразие возможных форм; [это] требует, вследствие своей новости, еще дальнейшего изучения.

Привожу затем важные выводы.

Элементы соединяются с водородом только в одной из четырех форм:

$$RH,\ RH^2,\ RH^3,\ RH^4.$$

В каждой из них возможно (до известного предела, определяемого природою элемента) заменить водород эквивалентным остатком другой формы.

Так, из CH^4 можно получить CH^3NH^2, где N есть элемент, дающий форму RH^3. В полученном теле опять возможно дальнейшее замещение, например CH^2ClNH^2. От порядка замещений не зависят свойства тел, но они зависят только от того, в какой форме произошло замещение, а потому $CH^3NH^2 = NH^2CH^3$, но CH^2ClNH^2 не одинаково, а только изомерно с CH^3NH^2Cl. Этим объясняются гомология и изомерия. Гомологи суть замещения водорода остатками предельной формы водородистого соединения того же элемента.

Так, CH^4 соответствуют гомологи:

C^nH^{2n+2} { CH^3CH^3 ; $CH^3CH^2CH^3$; $CH^3CH^2CH^2CH^3$ и изомер $CH^3CH(CH^3)^2$ и т. д.

Фосфористому водороду отвечают гомологи:

P^nH^{n+2} { PH^3 (газообразный фосфористый водород) ; PH^2PH^2 (жидкий фосфористый водород) ; PH^2PHPH^2 ; $PH^2PHPHPH^2$ и изомер $PH^2P(PH^2)^2$.

Сероводороду отвечают гомологи $S^nH^2 : SH^2$, SHSH, SHSSH и т. д.

Количество n достигает до различной величины сообразно природе элемента. Для C оно, повидимому, беспредельно. Для N, сколько известно, $= 1$, для P едва ли более 4, для $S = 6$. Последний случай показывает, повидимому, связь между величиною n и количеством атомов, входящих в частицу, потому что частица серы содержит S^6, а потому, так как кислород дает O^2 и O^3, то кроме O^2H^2 должно ждать O^3H^2, но она будет еще менее прочна, чем O^2H^2, ибо и O^3 мало прочно.

Затем из упомянутых выше предельных гомологов могут образоваться непредельные водородистые соединения отнятием частиц водорода H^2. Так, из P^4H^6 чрез отнятие $2H^2$ образуется P^4H^2 (твердый фосфористый водород). Так, из C^nH^{2n+2} происходят C^nH^{2n}, C^nH^{2n-2}...

До сих пор наше представление отличается от того, какое имеют последователи учения об атомности, только по внешности, а по существу оба сходны, потому что дело касалось водорода и его соединений. Но затем наступают коренные

различия. Заметим, однако, что водородистые соединения, особенно гомологи и непредельные, образуются только весьма немногими элементами и известны в большом количестве поныне только для углерода.

Кислород, соединяясь с элементами, дает с ними одну из следующих высших для каждого элемента форм:

$$R^2O,\ RO,\ R^2O^3,\ RO^2,\ R^2O^5,\ RO^3,\ R^2O^7,\ RO^4$$

и, кроме того, образует часто и другие низшие формы соединения. К числу последних принадлежит еще и R^4O, но нет элементов, для коих эта форма была бы высшею.

Судя по воде, эквиваленты водорода и кислорода суть H^2 и O, а потому водородные формы RH, RH^2, RH^3, RH^4 эквивалентны четырем первым низшим кислородным формам.

Сумма эквивалентов водорода и кислорода, присоединяющихся порознь к одному атому элемента, не превышает 8, а потому элементы, дающие RO^4, не образуют водородных соединений. Те, которые могут давать R^2O^7, образуют RH, те, которые дают RO^3, образуют RH^2, те, которые дают R^2O^5, образуют RH^3, и те, которые дают высшую форму RO^2, образуют RH^4. Те элементы, которые с кислородом дают высшую форму R^2O^3, до сих пор не соединены с водородом, ибо дополнительная водородная форма RH^5 не существует.

Итак, по мере возрастания способности к соединению с кислородом, уменьшается способность соединяться с водородом и обратно, а предельные высшие формы соединений обоих элементов суть RH^4 и RO^4, но они не эквивалентны, а по эквивалентам воды RH^4 отвечает RO^2.

Образование сложных кислородных солеобразных соединений определяется формами кислородных соединений, представляя, например, для гидратов, что O замещается эквивалентными ему количествами $(HO)^2$ или H^2. Так, из SO^3 образуются $SO^2(OH)^2$, $SO^2H(OH)$ и SO^2H^2. Так, из CO^2 происходят $CO(OH)^2$, $COH(OH)$ и COH^2. Дальнейшие явления этого рода замещений завлекли бы нас слишком далеко. Часть этих случаев будет разобрана мною впоследствии,[1] а часть понятна сама по себе.

Низшие формы соединений способны переходить в высшие возможные чрез прямое соединение или косвенными

[1] В статье о молекулярных соединениях.

путями. Если R дает RX^{n}, а данная форма есть RX^{n-m}, то она способна перейти, соединившись с X^{m} или с эквивалентным количеством другого вещества, в предельную форму RX^{n}. Это не требует дальнейшего пояснения.

Хлорные и вообще галоидные соединения в пределе отвечают кислородным соединениям (RO^2—RCl^4, R^2O^3—RCl^3, RO—RCl^2), но часто образуют и непредельные формы и тогда по форме часто отвечают водородным соединениям (RH^4—RCl^4, RH^2—RCl^2—RHCl). Они никогда не превышают по форме кислородные соединения. Так, [для] TeO^3 нет соответственного $TeCl^6$, а есть соответственно TeO^2—$TeCl^4$. Для иода нет соответственно J^2O^7 — JCl^7, а есть соответственно J^2O^5 — JCl^7. Для As^2O^5 нет $AsCl^5$, а для As^2O^3 есть соответственное $AsCl^3$. Вообще хлор, как и кислород, дает часто, кроме высших форм, отвечающих кислородным, многие низшие.

Способность многих (но не всех) элементов к образованию разных форм соединения не исчерпывается не только водородом, но даже и кислородом и высшими формами, ему отвечающими, особенно если в частицу входят более двух элементов. Целые частицы могут затем соединяться между собою и образовать высшие формы: полимеры и так называемые молекулярные соединения. Так, для Si форма SiX^4, отвечающая SiO^2, SiH^4, $SiCl^4$, не исчерпывает всей способности кремния к дальнейшим соединениям, он дает SiO^2, $n SiO^2$, $SiF^4 2HF$ и т. п. Так, Pt дает, кроме PtO^2, $PtCl^4$, вообще кроме PtX^4 и PtX^2, еще и $PtX^4 nA$, где A есть целая частица и здесь n чаще число четное, например

$$PtCl^4\,2RCl,\ PtCl^4\,8H_2O,\ PtCl^4\,2HCl\,6H_2O,\ PtX^2\,2NH^3,\ PtX^2\,4NH^3,$$
$$PtCy^2\,2HCy\,5H^2O,\ PtCy^2MgCy^2\,7H^2O \text{ и т. п.}$$

Некоторые из подобных форм очень прочны, способны к двойным разложениям и повторяются для разнообразных элементов (например форма RH^2X^6 для элементов, дающих RO^2, где X есть галоид или галоидный остаток, например SiH^2F^6, PtK^2Cl^6, TeK^2Br^6, $ZrK^2(SO^3)^3$), служат для характеристики элементов и их форм (например форма квасцов, солей типа $RSO^4 7H^2O$, $RK^2(SO^4)^2 6H^2O$ и т. п.), а потому их должно изучать и обобщать, как и всякие другие формы, от которых они ничем существенным не отличаются.

В предыдущем я не стремлюсь выставить законченную систему и знаю, что высказанное требует исправлений и дополнений, но полагаю, что надежный путь сравнитель-

ного изучения, какого я старался держаться, скорее приведет нас к той цели, какой стремятся достичь химики.

Смелые гипотезы часто очень нравятся нашему уму, часто временно ведут к успеху, но зато еще чаще приводят затем к ложным выводам и, само собою, погибают, особенно если не опираются на законы, отыскание которых составляет ближайшую задачу научного движения. В предшествующем я старался опираться на законы замещений, пределов и периодичности и думаю, что эти законы должны лечь в основу всякого обобщения, касающегося образования разных форм соединений.

Сверх всего сказанного сделаю еще одно замечание и приведу один пример, поясняющие сущность моих мнений об этом предмете.

Ныне для характеристики элемента, кроме прочих данных, требуются два путем наблюдений, опыта и сличений добываемых данных: знание атомного веса и знание атомности. Закон периодичности, выставляя зависимость этих двух данных, дает возможность определить одно из них, а именно так называемую атомность, при посредстве другого — т. е. атомного веса, а потому он определяет и формы химических соединений элемента, если это свойство приписывается учению об атомности элементов.

Судя по атомным весам бора и алюминия, они суть аналоги и должны давать одинаковые формы соединений. Действительность это подтверждает, ибо единственные высшие окислы их суть B^2O^3 и Al^2O^3. Возможные для них водородные соединения AlH^5 и BH^5 не существуют. Общая форма их соединений есть RX^3, для них в отдельности нет формы RX^5, даже гидраты не образуются в этой форме, а отвечают $R(OH)^3$, но, судя по возможности дальнейших соединений, можно ждать тел, удовлетворяющих типу RX^5. Такие тела действительно и существуют в виде так называемых молекулярных соединений. Достаточно примера BHF^4, чтобы убедиться в этом.

Обыкновенную октаэдрическую буру $Na^2B^4O^75H^2O$ или $NaB^2H^5O^6$ можно представить отвечающею форме B^2O^3, т. е. как $B^2(OH)^5(ONa)$, значит здесь форма BX^3 еще сохранилась. А способность октаэдрической буры еще соединяться с кристаллизационною водою и образовать призматическую буру $Na^2B^4O^710H^2O$ должно приписать не только свойству бора давать соединения формы BX^5, но и свойству натрия, входящего в соединение, образовать кроме $Na(OH)$ еще $Na(OH)\ 3H^2O$, т. е. NaH^7O^4.

Способность формы BX^3 переходить в BX^5 проявляется в склонности BCl^3 соединяться с другими хлорангидридами. В лаборатории нашего университета г. Густавсон недавно получил отлично кристаллизующееся соединение BCl^3POCl^3. Эта же способность, как известно, существует и в Al, ибо он дает не только $AlCl^3NaCl$, $AlCl^3POCl^3$, но даже $AlF^3\,3NaF$, а потому в этом я вижу причину возможности для $AlCl^3$ соединяться и с самим собою, т. е. полимеризовать[ся].

$$\left.\begin{matrix}AlCl^3\\AlCl^3\end{matrix}\right\}\text{ составлено так же, как }\left.\begin{matrix}AlCl^3\\POCl^3\end{matrix}\right\}\text{ или как }\left.\begin{matrix}BF^3\\HF\end{matrix}\right\}.$$

Из того, что бор дает BCl^3, а алюминий Al^2Cl^6, нельзя делать предположения о том, что их атомность различна. Последователи учения об атомности сравнивают Al^2Cl^6 с C^2Cl^6 и заключают из этого, что алюминий четырехатомен, но можно сказать с равным правом, что он пяти-*n*-атомен, ибо нет ни AlH^4, ни AlO^2. Предположить эти гипотетические тела даже вовсе нет никакого основания, гораздо естественнее представить, что может существовать $AlCl^3$, как $AlEt^3$, BCl^3, BEt^3. Полимерное изменение $AlCl^3$ в Al^2Cl^6 подобно полимерии S^2 и S^6, CH^2 и C^2H^4 и т. п. Окись алюминия, вероятно, также полимерна, есть $Al^{2n}O^{3n}$, подобно тому как $AsCl^3$ отвечает не As^2O^3, а As^4O^6 (наблюдение Мичерлиха). Как $AsCl^3$ соединяется с разными другими хлорангидридами, как As^2O^3 соединяется с разными ангидридами, так она соединяется и сама с собою.

$$\left.\begin{matrix}As^2O^3\\As^2O^3\end{matrix}\right\}\text{ подобна известному ее соединению }\left\{\begin{matrix}As^2O^3\\SO^3\end{matrix}\right.$$

СПб. 1871. Июль.

ДОПОЛНЕНИЯ К ТОМУ IV

РАСТВОРЫ

Журнал Русского Химического общества, 1874, т. VI, вып. 2, отд. I, стр. 59.

ВЫПИСКА

из протокола заседания Химического общества

10 января 1874 г.

Д. Менделеев указал на то, как неосновательны соображения Гросгана, помещающиеся в Ber. d. d. Chem. Ges., об элементах, что видно из примера статьи Гросгана,[1] названной «Метод растворов». Сущность дела в этой статье основана на допущении отсутствия сжатия при растворении. Избранный Гросганом пример (водяной раствор глицерина) тем и замечателен, что при нем сжатия почти нет, судя по имеющимся данным (Менделеева, Фабиана, Метца). Данные (Швейкерта), которыми руководствовался Гросган при том, суть результат расчета, а не наблюдения.

Формула Гросгана

$D = 1 + \frac{1}{\alpha A + \beta}$, где D есть уд. вес водяного раствора, содержащего A частиц воды, а α и β суть постоянные числа, составляет простое преобразование формулы объемов

$$\frac{P + 18A}{D} = \frac{P}{S} + 18A,$$

какую должно составить, если частица, вес коей $= P$, соединяется с A частицами воды *без сжатия*, если 1 есть плотность воды, D — уд. вес раствора и S — смешанного с водою вещества.

Эта формула превращается в формулу Гросгана, если принять

$$\alpha = \frac{18}{P - \frac{P}{S}} \text{ и } \beta = \frac{1}{S - 1}.$$

---

[1] Ber. d. d. Chem. Ges., 6, 1079.

Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, XIX, 1886, S. 400—405.
Перевод проф. В. Я. Курбатова.

О ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИИ КАК ПРИЗНАКЕ АССОЦИАЦИИ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ С ВОДОЮ*

В своих определениях тепловыделения при образовании водных растворов серной кислоты Томсен[1] применял во второй группе своих прекрасных исследований двойное количество против уже находящейся в растворе воды. Обозначив состав образующегося раствора через $H_2SO_4 m H_2O$, через R — соответствующее тепловыделение при удвоении количества воды, получим следующий ряд:

$m =$	1	3	5	7	9	19	39	
$R_1 =$	6379	4738	3690	3120	2690	1304	389	кал.
$m =$	59	79	99	119	199	399	799	
$R_1 =$	236	193	174	202	207	248	328	кал.[2]

В этом ряду минимум, очевидно, отвечает тому раствору, который соответствует примерно составу $H_2SO_4 \cdot 100\,H_2O$, от которого, как от особой точки сернокислотных растворов, получают понятие при сопоставлении данных об удельном весе сернокислотных растворов.[3]

Термохимические данные Томсена содержат, кроме того, указания, которые могут дать заключение о соотношении

---

* Сообщено в заседании 18 февраля г-ном Пиннером. Перевод на немецкий язык Явейна. [*Прим. ред.*].

[1] Т. III этих Известий (Berichte) и Термохимические исследования; III, 46.

[2] Вычисляя R по формуле Томсена, $R = \frac{17860\,m}{m + 17\,983}$ (в которой принимают разность $R_0 - R_2$, где для R_0 в этой формуле введено m, а для R_2 $\frac{m-1}{2}$), то получают для $m =$ до 19 величины, которые близки к опытным, но в дальнейшем различия значительнее. Так, например, для $m = 59$ по формуле $R_1 = 515$, а из опыта $= 236$; для $m = 99$ по формуле $R_1 = 314$, а из опыта 174; для $m = 799$ из формулы $R_1 = 40$, а из опыта 328.

[3] Berichte, XIX, предыдущий выпуск, в моей статье о сернокислотных растворах.

между тепловыделением и сжатием, для которого, как известно, тригидрат является особой выдающейся точкой (l. c.).

Для этой цели следует из опытных данных Томсена найти количество тепла, которое соответствует образованию раствора постоянного объема. Когда делят величину R, которая по определениям Томсена соответствует образованию $H_2SO_4 m H_2O$ (или постоянной массе моногидрата), на вес ($M = 98 + m18$) образующегося раствора, то получают число калорий, которое отвечает одной весовой части раствора. Если же $\frac{R \cdot 100}{M}$ умножают на уд. вес, то получают число калорий, которое освобождается при образовании 100 объемов раствора. Эта величина обозначается через Q. Она тем более интересна, так как многие исследователи, например Лангберг, уже давно заметили зависимость теплоты растворения от сжатия и при этом ожидали, что эти величины можно определять одну из другой.

Да и Томсен при исследовании теплот растворения определял, из тех же соображений, изменение уд. весов растворов серной кислоты.

Однако, сколько мне известно, этот вопрос до сих пор недостаточно разъяснен.[1]

Выдающиеся наблюдения Томсена над теплотами растворения серной кислоты в соединении с данными об удельных весах сернокислотных растворов обеспечивают сейчас точное решение этой задачи.

В приложенных таблицах указаны:

1) m — число молекул воды, которое нужно прибавить к моногидрату, чтобы образовать раствор $H_2SO_4 + mH_2O$; 2) M — вес, отвечающий этой формуле; 3) p — процентное содержание H_2SO_4; 4) R, по данным Томсена, — число калорий, которое соответствует M получившимся весовым частям раствора; 5) $\frac{R}{M}$ — число калорий на 1 весовую часть раствора; 6) Q — число калорий на 100 объемов раствора; 7) s — уд. вес в пустоте при 18° по отношению к воде при 4°; 8) v — удельный объем $= \frac{M}{\delta}$; 9) r — сжатие на M весовых частей; 10) $\frac{r\ 100}{M}$ — сжатие на 100 весовых частей раствора;

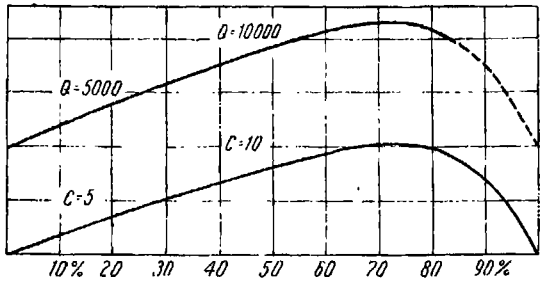
---

[1] Вопросом о соотношении теплоты растворения с изменениями уд. весов спирта, азотной, уксусной и соляной кислот, так же как и щелочей и солей, я думаю заняться позднее, когда я представлю результаты исследований уд. веса их растворов.

11) C — сжатие на 100 объемных частей раствора; 12) c — теплоемкость раствора при 16—20°, по данным Мариньяка (1870), и 13) T — подъем температуры при образовании раствора из H_2SO_4 и mH_2O.

На приложенной диаграмме нанесены две кривые, которые дают как ординаты величины Q и C, тогда как по абсциссам нанесено процентное содержание серной кислоты.

Таблица и диаграмма показывают, что тепловыделение изменяется с изменением состава раствора, так же как и



сжатие C. Когда сжатие C близко к 70—80%, то оно изменяется мало, но вблизи тригидрата H_6SO_6 (=73.14%) оно, повидимому, наибольшее, и для тепловыделения, отвечающего 100 объемам раствора, вблизи 70—80% можно заметить лишь малые изменения, тогда как наибольшие значения обнаруживаются вблизи тригидрата.

Из этого ясно тесное соответствие между тепловыделением и сжатием. Однако нет точной пропорциональности между величинами Q и C. При m от 400 до 50 величина Q только в 700—900 раз больше C, при m от 5 до 1 она больше приблизительно в 1200 раз. Постоянное изменение величины $\frac{Q}{C}$ показывает, что последнее обусловлено не ошибками опыта, а зависит от существа явления.

В последнем столбце таблицы приведено повышение температуры T, вычисление которого выполнено при помощи данных Томсена для теплот растворения и Мариньяка для уд. теплот. Так, из этих последних наблюдений можно получить полные данные только для уд. теплот, которые соответствуют температуре 16—20°,[1] тогда как из данных Фаундлера и Мариньяка известно, что при увеличении тем-

[1] Archives dess., Genève, 1870, Novembre.

m	M	p	R	$\frac{R}{M}$	Q	s	v	r	$\frac{r\,100}{M}$	C	ε	$T=\frac{R}{cM}$ град.
H_2O	18	0	—	0	0	0.9986	18.02	—	0	0	1.000	0
400	7298	1.34	17314	2.37	239	1.0083	7238	25.1	0.34	0.35	0.988	2.4
200	3698	2.65	17066	4.61	469	1.0166	3638	20.5	0.55	0.56	0.975	4.7
100	1898	5.16	16859	8.88	918	1.0331	1837	18.6	0.98	1.01	0.954	9.3
49	980	10.00	16684	17.02	1816	1.0665	918.9	17.7	1.81	1.93	0.914	18.6
31	656	14.94	16502	25.16	2772	1.1020	595.28	16.79	2.56	2.82	0.876	28.7
19	440	22.27	16256	36.95	4276	1.1572	380.23	15.66	3.57	4.15	0.821	45.0
15	368	26.63	15867	43.12	5138	1.1916	308.83	14.96	4.07	4.85	0.792	54.4
9	260	37.69	14952	57.51	7387	1.2845	204.41	13.24	5.09	6.54	0.701	82.1
7	224	43.75	14257	63.65	8522	1.3389	167.26	12.34	5.51	7.37	0.646	98.5
5	188	52.13	13108	69.73	9879	1.4169	132.69	10.86	5.78	8.19	0.576	121
3	152	64.48	11137	73.27	11334	1.5469	98.262	9.245	6.09	9.41	0.500	146
2	138	73.14	9418	70.28	11584	1.6481	81.306	8.177	6.10	10.06	0.470	149
1	116	84.48	6379	54.99	9757	1.7742	65.383	6.076	5.24	9.29	0.432	127
H_2SO_4	98	100	—	0	0	1.8340	53.435	—	0	0	0.331	0

пературы уд. теплоты растворов серной кислоты возрастают; следовательно, величины Томсена выше, чем в действительности. Пфаундлер, который вводил эту поправку по собственным измерениям (1875), нашел для $m=2$ повышение температуры $T=152°$; если же следовать данным Мариньяка, то следует принять гораздо меньшее повышение температуры, примерно около 140°, при этом, например, при $m=5$ для 15—19° $c=0.5764$, а для 20—50° уже $=0.5833$.

Кроме того, Мариньяк принимал уд. теплоемкость воды при 16—20° $=1$ кал, хотя сейчас известно, что при этой температуре она больше единицы.

Если в согласии с Эттингеном[1] за основу взять данные Хенриксена, то нужно принять теплоемкость воды при 16—20° за 1.0146 (при 0° $c=1$). Так как теплоемкость сернокислотных растворов от 18 до $18°+T$ выше, чем принято для c, то в действительности повышение температуры T должно быть меньшим, чем показано в таблице. Ход кривой температур при этом остается приблизительно тем же. Нужно еще заметить, что при растворении 1 молекулы серной кислоты в молекулах воды получается наибольшая температура при образовании растворов, которые по составу приближаются к таковому тригидрата ($m=2$), которому соответствует максимум Q и C.

Следовательно, составу, приближающемуся к этому тригидрату H_6SO_6 отвечают: максимум $\frac{ds}{dp}$, максимум сжатия C на 100 объемов раствора при температурах 0—100°, максимум тепловыделения Q на 100 объемов раствора и максимум повышения температуры T, который достигается при смешении H_2SO_4 и H_2O.[2]

Естественно, что остается вопрос, действительно ли эти максимумы точно отвечают отношению H_2SO_4 к $2H_2O$ или только близки к нему. Но, так как изменения свойств вблизи максимума происходят очень медленно, то нельзя так скоро ожидать, что будут получены опытные данные, которые будут достаточны для точного разрешения поставленного вопроса. Что касается до существа дела, т. е. вопроса о строении растворов, то это разрешение не имеет сколько-нибудь большого значения, так как несравненно важнее убедиться, что многие свойства растворов связаны

[1] Mémoires de l'Acad. Imp. de St. Pétersb., 1885, t. 32, No. 17, p. 41.

[2] Бургоин (Bourgoin) (Frémy, Encyclop. chim., t. 2, p. 193) приводит образование тригидрата при электролизе. При этом я хочу напомнить, что этому составу также отвечает гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$.

друг с другом, что ассоциация молекул в растворах является не только случаем подвижного равновесия, постепенное изменение которого при различных концентрациях проявляется во всех свойствах растворов, как я старался показать в моих предыдущих статьях.

В этом смысле выделение определенного гидрата в кристаллическом состоянии имеет лишь второстепенное значение. И при признании «особых точек» в свойствах растворов, когда приходим к $H_2SO_4 \cdot 2H_2O$, нет никаких оснований утверждать, что во всех растворах серной кислоты имеется определенный гидрат H_6SO_6. Все, что можно и должно сказать, ведет к тому, что при ассоциации молекул H_2SO_4 и H_2O вблизи соотношения H_2SO_4 к $2H_2O$ можно измерить изменение свойств; это указывает на то, что при разбавлении гидрата H_6SO_6 водой и серною кислотою возможны различные направления в распределении ассоциированных молекул в растворе.

Февраль 1886.
Петербург.

Д. Менделеев.

ДОПОЛНЕНИЯ К ТОМУ VI

ГАЗЫ

Копия письма хранится в Музее им. Д. И. Менделеева при Всесоюзном Научно-исследовательском институте метрологии им. Д. И. Менделеева.

19 марта 1874 г.
СПб.

Милостивый государь
Петр Аркадьевич!*

Прилагаю желаемую записку.[1] В ней найдете краткий отчет об израсходовании денег, ныне отпущенных (в сумме выдано около 10 700 р.). Она в конце. В начале записки — что сделано, а в центре — то, на что просятся еще деньги. Предмета главных два: помощники нужны по найму, на это прошу по 1800 р. в год — года на три. Это обеспечит скорый ход опытов, а то, пожалуй, затянется, ведь каждый кран приходится испытывать самому. Есть и лицо — Вы его знаете, — Ягн, которого насос у Вас и который недавно сообщал в Обществе. Ему нельзя без денег, у него нет ничего за душой, коли оставит место. Ему можно дать 1000 р. А на 800 р. можно отыскать помощника в качестве толкового рабочего. Это лучше всего. Кстати и починил бы кое-что. Лучше всего я взял бы механика. Это было бы практично.

Главное, капитальное требование я расположил в статьи такого рода, которые неизбежно необходимы. Предполагается вести дело до 1000 атмосфер и исследовать влияние температуры — это уже прямо интерес артиллерии. На это можете налечь, а я ни минуты не думаю о том, что при достаточной помощи дело выполнимо.

Если накинете что-либо, то не сделаете худого, а сбавлять, вижу, решительно не из чего. Деньги надо обеспечить

---

* Петр Аркадьевич Кочубей — председатель имп. Русского Технического общества. [*Прим. ред.*].

[1] Простите пачкание — не умею лучше писать, скорее состряпаю чистый прибор, чем письмо.

ассигновкою, но выдача может быть разложена на 2 или 3 года. Если затеете дело, то уже одним этим окажете доверие, которое сумеет оценить и постарается оправдать преданный Вам Д. Менделеев.

А не затеете, все же не осудите, потому что знаете меня на столько, сколько следует.

Ваш

Д. Менд[елеев].

Зап. имп. Русского Технического общества, СПб., 1877, вып. 3, стр. 100—102.

КРАТКИЙ ОТЧЕТ О ХОДЕ ИССЛЕДОВАНИЙ НАД УПРУГОСТЬЮ ГАЗОВ, ПРОИЗВОДИМЫХ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВЫМ *

1) *Окончены исследования над сжимаемостью газов под давлениями меньшими, чем атмосферное.* Опыты эти производились г-ном Менделеевым совместно с В. А. Гемилианом. Результаты были следующие:

a) подтвердились выводы, помещенные в 1-м напечатанном уже томе;

b) найдены числа, выражающие сжимаемость;

c) сжимаемость всех газов, даже таких, как углекислый и сернистый, при некотором малом давлении положительная, т. е. газы при значительном разрежении приближаются к твердым и жидким телам по своей способности сжиматься;

d) положительная сжимаемость становится отрицательною для сернистого и углекислого газов при давлениях, меньших $^1/_4$ атмосферы, для воздуха — около атмосферного давления, а для водорода остается положительною при давлениях, много превышающих атмосферное давление, и даже, судя по совокупности всех опытов, известных до сего времени, всегда остается такою;

e) *закон Бойля-Мариота не выражает предельного свойства газов, достигаемого разрежением.*

2) Для решения вопроса, не достигается ли такое состояние газов, при котором они следуют законам Мариота при нагревании, были произведены исследования над коэффициентом расширения газов при разных давлениях г-ном Менделеевым совместно с Н. Н. Каяндером. Часть этой работы

---

* В рукописи, хранящейся в Музее им. Д. И. Менделеева при ВНИИМ'е им. Д. И. Менделеева, имеется приписка: «в химической лаборатории Университета, начиная со времени издания 1-го тома, т. е. с марта 1875 г.» Дата «7 марта 1877 г.» [*Прим. ред.*].

уже сделана, и если не представится каких-либо непредвиденных задержек, то она окончится к наступающему лету.

Из сделанных уже исследований оказывается: a) *что при постоянном атмосферном давлении истинный коэффициент расширения воздуха, т. е. изменение объема при перемене температуры на 1°, равен 0.0368*, т. е. более, чем общепринято и более того коэффициента 0.0367, который выражает изменение упругости при перемене температуры; b) **что истинный коэффициент расширения воздуха при давлениях ниже атмосферного больше, чем при давлении обыкновенном;** c) **что при малых давлениях для таких газов, как углекислый и сернистый, коэффициент уменьшается, а потом возрастает.** Это указывает на тесную **связь изменения сжимаемости с изменением истинного коэффициента расширения, а потому опыты направлены ныне к изучению этой зависимости при давлениях выше атмосферного;** d) **между весом частицы и коэффициентом расширения есть соответствие такого рода, что обе величины изменяются в одну сторону, т. е. возрастают и уменьшаются одновременно.**

3) Продолжаются, при участии И. Г. Богузского, наблюдения над сжимаемостью воздуха, водорода и углекислоты при давлениях выше атмосферного, **в приборе, допускающем достижения точных и однообразных результатов; в нем все части: манометры, сосуды с газом и шкала погружены в воду, а потому прибор сложен и часто портится.**

В этом приборе определения доведутся до 8 или 10 атмосфер, после чего исследователи не будут искать той чрезвычайно большой точности, какая, по их мнению, желательна для меньших давлений.

Исследования, доведенные до 5 атмосфер, показывают, что хотя общий смысл данных Реньо и совершенно верен, но его числа требуют значительного исправления. Если в дальнейшем пользовании прибором не встретятся новые затруднения, сопряженные с долговременною переделкою, то испытания в течение нескольких месяцев с этим прибором будут кончены и исследователи приступят к давлениям более высоким, для которых нет необходимости в столь деликатных приспособлениях.

4) Весы, назначенные для работы и заказанные в 1872 г. г-ну Брауэру, ныне почти окончены, а для предварительных исследований пользовались весами из лаборатории университета.

Многие приборы и сложные предварительные приспособления и исследования для определения веса воздуха и других газов выполнены, причем окончательно утверждена возможность устройства абсолютно точных барометров.

5) Э. К. Гудковская окончила обширную работу о депрессии ртути, **показавшую те истинные поправки, которые должно вводить в величины давлений, применяя ртутные столбы.**

6) Материал для 2-го тома отчета о работах приготовлен и отчасти подвергнут уже окончательной редакции, а также заготовлены пять таблиц рисунков, но огромная масса расчетов, которые необходимо вновь произвести для окончательной редакции издания, задерживают печатание этого отчета. Впрочем, часть добытых результатов уже сделалась известна ученому миру в виде кратких рефератов, помещенных: в «Записках Парижской академии», в «Annales de Chimie et de Physique», в английском журнале «Nature», в протоколах Варшавского Съезда естествоиспытателей и в Физическом обществе.[1]

В течение прошлых двух лет высотомер, или дифференциальный барометр г-на Менделеева, назначенный для нивелирования, подвергнут дальнейшим изменениям, описанным в Инженерном журнале и в особом сочинении: «*Менделеев*, О барометрическом нивелировании и о применении для него высотомера. 1876». Прибор испытан в это время офицерами Генерального Штаба и заслужил одобрение на нескольких выставках.

Опыт прошлых лет показал, что при содействии молодых сил, заинтересованных с чисто научной стороны (так как вознаграждение, не более 50 руб. в месяц, надобно считать более, чем ограниченным), есть возможность правильно подвигать медленное дело точных наблюдений и исследований.

Из бывших у г-на Менделеева трех таких сотрудников, один — В. А. Гемилиан — перешел в Варшавский университет профессором, другие два — Н. Н. Каяндер и И. Г. Богузский — продолжают работу. Временно занимался еще В. М. Руднев. Ныне приглашен г. Дьяконов.

---

[1] Результаты, еще нигде не публикованные и сообщаемые в настоящем отчете в первый раз, напечатаны египетским * шрифтом, а опубликованные обозначены курсивом.

* Здесь — полужирным. [*Прим. ред.*].

Около половины из ежегодно отпускаемых на опыты средств, по 4 тыс. руб. в год, идет на содержание личного состава, а именно: 700 руб. на помощников и 200 руб. на служителей. Около 1200 руб. расходуется на приобретение больших приборов, а остальные на мелкие расходы, в число которых входят ныне и расходы по изданию 2-го тома отчетов об опытах.

Копия рукописи хранится в музее им. Д. И. Менделеева при Всесоюзном Научно-исследовательском институте метрологии им. Д. И. Менделеева.

[ИТОГИ РАБОТЫ НАД ГАЗАМИ]*

1) Кончена работа, произведенная Менделеевым и Каяндером над коэффициентами расширения газов под обыкновенным давлением и под давлением меньше и больше атмосферного. Оказалось замечеиное согласие в изменении (уменьшении и увеличении) коэфф[ициента] расширения с изменением сжимаемости. Когда сжимаемость положительная (водород, газы под малыми давлениями), [коэффициент убывает], когда сжимаемость отрицательна (давление выше атмосферного — для воздуха, углекислоты и др.), коэффициент возрастает.

2) Кончены работы Менделеева с Богузским над измерением сжимаемости воздуха, водорода и углекислоты под давлением от одной до пяти атмосфер. Они показали в общих чертах согласие с данными Реньо, но дали числа, от него несколько отличающиеся.

3) Для продолжения опытов над большими давлениями все предварительные опыты сделаны, и часть [из них], которыми желательно было сократить работу, оказалась мало точною, а потому пришлось отказаться от сокращенного хода исследования. Гг. Гемилиан и Богузский не могли оставаться помощниками, а г. Менделеев был этот год много занят другим делом, а потому в течение прошлого года эта часть работы временно приостановлена.

4) Весы для взвешивания газов по проекту Менделеева выполнены г-ном Брауэром. Многие новые приспособления на деле оказались вполне удовлетворяющими ожиданиям и потому в результате получен прибор, какого еще не бывало в точных работах, а именно: весы при нагрузке в 5 кг чувствуют и показывают точно десятые доли мг. Все относящиеся к этим весам предварительные исследования производились в лаборатории Менделеева с октября по апрель г-ном Коковцев[ым].

---

* Эта записка и последующие 2 документа дешифрованы директором музея А. В. Скворцовым, бывшим секретарем Д. И. Менделеева. [*Прим. ред.*].

Копия рукописи хранится в музее им. Д. И. Менделеева при Всесоюзном Научно-исследовательском институте метрологии им. Д. И. Менделеева.

«ТЕТРАДЬ 4 СЧЕТОВ ПО ОПЫТАМ И. Р. Т. О. ОТ 165 ДО 181 №.

Конец 1871 г. и 1877 год. Предст[авлено] Д. Менделеевым. Янв. 1881 г.»

Между приборами, подлежащими возвращению в И.Р.Т.О, и приобретенными в счет израсходованных 23 тыс. руб. сер., есть много таких, которые представляют большую ценность, иногда бо́льшую, чем их первоначальная стоимость (напр[имер], выверенные с нормами метры, калиброванные термометры, гири сличенные и т. п.), а потому они могут быть оценены приблизительно, конечно, по их действительной стоимости. К числу таких приборов отнесены следующие, означенные звездочкой *, те, которых цена взята из счетов.

	Руб.
Манометр для 80 атмосфер с принадлежностями (шкалою и пр.)	2300 *
4 катетометра (большой с 2 трубами, малый с винтом и 2 малых)	2500
2 нормальных метра и 5 сличенных — по крайней мере (ибо сличены)	700
2 медных килогр[амма], сличенных с нормами, 2 килогр[амма] из горного хрусталя	860
4 барометра и до 30 термометров разных, годных в работу точную	740
3 прибора с барометрами двойными для малых давлений	450
3 отчетных трубы	550 *
Более 10 ванн больших жестяных, около	150
2 водяных резервуара	130 *
Паровая машина в $^1/_4$ силы	270 *
8 сосуд[ов] сжатых газов для 250 [опытов]	650
2 платиновые трубки	90 *
Разновес от 5 кило[грамм]	200 *
Десятичные весы	350
Штанген-циркуль	60 *
Пиезометр	120 *
Сферометр	150 *
Шары стеклянные, большие	200 *
Трубки стеклянные, разные	250
Стальной сгуститель с принадлежностями до 100 атмосфер	500

Стальной сосуд для взвешивания газов	500
Насос Петрова	800 *
Водяной насос 2 больших статива Турбинка	1350 *
Ртуть около 20 пудов (вероятно меньше — ибо льется)	
Бокс хронометр	
Большие весы с принадлежностями (призмы, коромысло, труба, шкаф)	2000 *
Грубые весы со шкафом	200
Многие краны стальные, зажимы, разные инструменты	300
Мебели даже в том виде, как она сохранилась, хоть на	200
	17 000

Копия письма хранится в Музее им. Д. И. Менделеева при Всесоюзном Научно-исследовательском институте метрологии им. Д. И. Менделеева.

14 февраля 1881 г.
СПб.

Милостивый Государь

Петр Аркадьевич!*

В Вашем письме Вы сообщаете мне, что императорское Русское Техническое общество оказало мне величайшую честь, избрав меня в число своих почетных членов. Такой почет мне льстит не потому одному, что в среде Технического общества я считаю представителей всех важнейших отраслей техники, но еще и потому, что сам я долго действовал в произведенных исследованиях над упругостью газов от имени императорского Технического общества. А потому покорнейше прошу Вас, Петр Аркадьевич, выразить мою глубокую благодарность членам Совета и всем членам и. Технического общества за высокий почет, оказанный мне упомянутым избранием.

В Вашем письме Вы пишете далее, что «ввиду выраженного сочувствия» Вы надеетесь, что я возьму назад свой отказ в продолжении опытов над упругостью газов. К великому моему сожалению, я на этот раз не могу оправдать Вашего ожидания и только вновь подтверждаю, что не имею ни сил, ни времени, ни возможности принять на себя труд продолжения опытов над упругостью газов, но, как я выразился в общем собрании Общества, из это[го] не следует, что я не желаю с моей стороны приложить все возможное для успеха опытов. Думаю, что в этом смысле всякий и поймет мое предложение передать дела опытов такому уважаемому ученому, как Аксель Вильгельмович Гадолин. Если же, судя по словам Вашим, ему нельзя сделать этого, по множеству лежащих на нем обязанностей, то я спешу указать на то, что дело опытов может быть доведено, по моему разумению, и многими иными путями до желаемого конца.

---

* П. А. Кочубей. [*Прим. ред.*]

Излагаю тот способ, который мне представляется на первых порах как удобный и могущий подлежать рассмотрению при обсуждении предмета.

Между нашими молодыми физиками можно, думаю я, найти лицо, могущее взять на себя руководство опытами и их производство при содействии двух необходимых помощников. Лица эти должны быть вознаграждены в достаточной мере и прочно на три или четыре года. Тогда они могут посвятить делу все свое время. Без того нельзя ждать хорошего результата. А при надлежащем обеспечении они выполнят желаемое Обществом, соберут данные о сжимаемости газов под большими давлениями. Как [на] лицо, совершенно соответствующее требованиям, изобретательское, усидчивое в труде и настойчивое в результате, могу указать на профессора Варшавского университета г-на Егорова. Что касается до места для опытов, то я думаю, что им может остаться ныне занятое место университетской лаборатории, особенно же при том условии, если приборы, служащие для опытов, по миновании в них надобности, поступят в собственность Университета, что я считаю более правильным, чем отсылка их в Музей Технического общества.

Примите уверение в совершенном почтении и глубокой благодарности преданного Вам и уважающего [Вас]

Д. Менделеев

ДОПОЛНЕНИЯ К ТОМУ VIII

РАБОТЫ В ОБЛАСТИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ЛЕКЦІИ

ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМІИ,

ЧИТАННЫЯ

Д. И. Менделѣевымъ

въ

Технологическомъ институтѣ.

издалъ

М. Матюшевичъ.

УГЛЕРОДИСТЫЕ ВОДОРОДЫ.

1868.

Органическая химия* имеет своим предметом изучение свойств и превращений углеродистых соединений, типом которых служат вещества, образующие тело животных и растений (организмов). Впервые углеродистые соединения были получены из организмов; но в настоящее время, что весьма важно, те же самые соединения, которые встречаются в животных и растениях, мы сможем приготовить и из неорганических веществ. Так, например, муравьиная кислота, находящаяся в муравьях, получена Бертело из окиси углерода (CO) при нагревании ее с KHO до 100° в запаянной трубке. Должно сознаться, что реакции, происходящие в организмах, еще до сих пор весьма мало известны. Это главным образом зависит от того, что процессы, которым подвергаются организмы, весьма сложны. Органическая химия имеет цель, подобную химии неорганической, поэтому делать разграничение между ними мы не имеем никакого основания. Причины разделения чисто исторические. Правда, есть некоторые особенности органических соединений. Так: все они заключают в себе углерод; мало постоянны, сравнительно с большею частью неорганических соединений; ни одно из них не содержит столько кислорода, чтобы его было достаточно для образования CO^2, H^2O и NO^2 из углерода, водорода, азота, заключающихся в органических веществах; и, наконец, органических соединений весьма много. Последний признак частью относится и к некоторым из неорганических соединений, как, например: кремнезем** образует большое количество солей, между тем как азотная

* В оригинале на каждом листе имеется подпись «Декан — А. Рейхель». [*Прим. ред.*].

** Д. И. Менделеев считает, что кремнеземистые соединения, дающие многообразные соли, ближе к органическим веществам, которых известно очень много, чем к неорганическим. Правда, Д. И. Менделеев здесь не вскрывает того факта, что соли кремнекислоты образуют цепи за счет кислородных связей, тогда как для органических веществ характерны цепи и кольца из углеродных атомов. [*Прим. ред.*].

и другие кислоты дают их немного. Поэтому кремнеземистые соединения по свойствам ближе подходят к органическим соединениям, чем к неорганическим.

По составу органические соединения разделяются на: a) *углеродистые водороды*, содержащие только углерод и водород; b) *кислородные соединения*, содержащие, кроме углерода и водорода, еще кислород, и c) *азотистые вещества*, содержащие азот; они представляют наибольшую сложность.

Самые простые органические соединения будут углеродистые водороды;* из них можно получить и кислородные, и азотистые вещества, подобно тому, как и из кальция получают соединения его с другими телами. Поясним это примером: известно, что кальций (Ca), соединяясь с хлором (Cl), образует хлористый кальций ($CaCl^2$), а этот последний чрез замену хлора остатком кислоты образует соль, которая, наконец, дает окись кальция (CaO) безводную и водную. Такой же ряд превращений** способен претерпевать, например, *маслородный газ* (C^2H^4), который, соединяясь с хлором, дает *жидкость голландских химиков* ($C^2H^4Cl^2$); эта, в свою очередь, дает ряд *эфиров*, из которых получается *окись этилена* (C^2H^4O) и особое вещество, называемое гликолем ($C^2H^4(HO)^2$).

Ca	C^2H^4	— маслородный газ
$CaCl^2$	$C^2H^4Cl^2$	— жидкость голландских химиков
CaX^2	$C^2H^4X^2$	— эфир
CaO	C^2H^4O	— окись этилена
$Ca(HO)^2$	$C^2H^4(HO)^2$	— гликоль

Бо́льшая часть особенностей органической химии проявляется в углеродистых водородах. Состав углеродистых водородов характерен тем, что число соединений C с H бесконечно велико. Должно заметить, что число паев углерода в углеродистых водородах обыкновенно бывает больше единицы; одно только соединение содержит в своей частице один пай C_1, именно болотный газ CH^4, вероятно, существует соединение состава CH^2, но оно еще не известно. При объеме, равном 2, может быть огромное число паев углерода и во-

* Название «углеродистые водороды» Д. И. Менделеев применяет вместо современного названия «углеводороды». [*Прим. ред.*].

** Д. И. Менделеев приводит здесь сравнение производных кальция и маслородного газа (этилена), имеющих в действительности лишь внешнее сходство. В этом можно видеть отголоски старой теории радикалов, по которой элементы в неорганических соединениях рассматривались как простые радикалы, а органические группы как сложные радикалы. [*Прим. ред.*].

дорода, например $C^{30}H^{62}$. Этого не бывает в минеральных соединениях.

Химические продукты могут образоваться тремя путями: посредством реакции соединения или двойного разложения (сочетание или замещение по остаткам), или — распадением. Если из данного числа частей происходит меньшее — это соединение, если получается то же самое число частиц — двойное разложение, и, наконец, если из данного числа частиц происходит большее — это распадение или разложение. В минеральной химии продукты могут быть получены этими тремя путями. Так $Ca(HO)^2$ при накаливании дает H^2O и CaO. Есть примеры, что вода образуется и чрез реакцию двойного разложения. Каким же образом происходят углеродисто-водородные соединения?

Путем прямого соединения элементов органические вещества почти не получаются. (Таким образом происходит только ацетилен $C^2H^2 = 2$ объемам). Если пропускать гальванический ток чрез 2 угольных электрода, то замечается светящаяся дуга, в которой носятся сильно раскаленные частицы угля. [Если] впуска[ть] водород в сосуд, где происходит это явление, то углерод соединяется с водородом и образует пахучее тело,* называемое ацетиленом C^2H^2. Многие органические вещества образуются чрез разложение; но на этом нечего останавливаться, потому что всякому понятно, что сложные вещества при разложении дают более простые тела. Таким образом получают многие углеродистые водороды. Этот случай, значит, показывает, что углеродистые водороды — сравнительно тела простые. Более употребительный путь при получении органических соединений — это путь двойного разложения. Если белый чугун обрабатывать соляною кислотою, то Cl с Fe образует хлористое железо, причем выделившийся H соединяется с углеродом, т. е. эти остатки соединяются. Этилен или маслородный газ C^2H^4 в смеси с другими углеродистыми водородами можно получить, пропуская чрез накаленную фарфоровую трубку, наполненную медью, смесь паров сернистого углерода и сернистого водорода. При этом накаленная медь отнимает от обоих соединений серу и от первого остается углерод, а от второго — водород, которые в момент своего выделения соединяются, образуя углеродистый водород. Реакция этого рода называется *соединением по остаткам*. Спрашивается, какого

* Хорошо очищенный ацетилен пахнет слабо. Запах технического ацетилена объясняется загрязнением его мышьяковистыми и сернистыми соединениями при получении из карбида кальция. [*Прим. ред.*].

рода реакция происходит в животных и растительных организмах? Животные не способны образовать органические вещества из простых элементов; они для образования частей тела и для химического процесса берут уже готовые материалы из растений; в их организмах совершается реакция разрушения. Растительная жизнь обусловливается поглощением угольной кислоты и тепла; кроме того, для своей жизни растения требуют K, Ca, Mg, Fe, H^2SO^4, H^3PO^4, NH^3 или HNO^3; без этих минеральных веществ растения не развиваются. Это нас наводит на ту мысль, что образование органических соединений сопряжено с образованием неорганических веществ. Какое средство* при этом употребляет природа — неизвестно.

Эти процессы совершаются всегда в присутствии воды. Без сомнения, реакция главным образом обусловливается физическими и химическими свойствами самого тела. Нам известно, что одно и то же тело, изменяя свои физические свойства, или вытесняет другие тела, или само разлагается. Реакция в теле происходит тем лучше, чем элементы ближе приведены в прикосновение между собою. Металлы, как известно, по своим реакциям имеют много общих свойств, но тем не менее каждый из них обладает некоторыми особенностями и служит для известного рода реакций.

К общим физическим свойствам углеродистых водородов относится маслообразность. Что такое *маслообразное тело*? Особенность маслообразного вещества состоит в том, что оно содержит мало кислорода: маслообразные тела нерастворимы в воде, что имеет весьма важное значение при органических процессах. Они растворимы в летучих и жирных веществах. Маслообразные тела более или менее легко смачивают твердые вещества, так бумагу, фитиль и пр. При горении лампы скипидар поднимается по фитилю не вследствие волосности, но по причине вышеуказанных свойств.

Углеродистые водороды состоят из C и H. Эти элементы не обладают такой подвижностью, какая замечается в мине-

---

* Мысль о том, что «*образование органических соединений* сопряжено с образованием неорганических веществ», вполне правильна в отношении воды, на *присоединении* и отщеплении которой основаны биохимические реакции. Минеральные и органические соли влияют на происхождение химических реакций в организме прежде всего тем, что изменяют концентрацию водородных ионов в растворе. Большая роль ферментов в этих процессах была установлена лишь в конце 19-го и начале 20-го веков. Ферменты и есть то «средство», которое употребляет природа при химических реакциях. [*Прим. ред.*].

ральной химии. Углерод в них весьма неподвижен, водород же способен подвергаться металептическому замещению.

Металептическое замещение. Это есть замещение радикального водорода хлором, бромом, иодом, радикалом азотной кислоты и другими одноатомными неметаллическими радикалами. Вероятно металептическое замещение может быть произведено и многоатомными радикалами (O, S, As); но эти случаи замещения еще не обобщены до сих пор. Металепсия открыта и уяснена Лораном и Дюма.

Пример металептического замещения: при действии на болотный газ CH^4 хлора при рассеянном свете происходит следующее:

$$CH^4 + Cl^2 = HCl + CH^3Cl.$$

Как видно из реакции, при этом выделяется хлористый водород и хлористый метил или хлороболотный газ.* Бензин с хлором дает:

$$C^6H^6 + Cl^2 = HCl + C^6H^5Cl.$$

Хлор в металептических продуктах находится в таком же положении, как и водород. Хлоропродукты замечательны в том отношении, что из них можно получить спирты, соответственные углеродистым водородам. Так, из хлористого метила CH^3Cl при нагревании его с раствором KHO до 100° в течение нескольких дней получается метиловый спирт:

$$CH^3Cl + KHO = KCl + CH^3(HO).$$

Углеродистые водороды

Для систематики органических веществ особенно важно открытие гомологических рядов Жераром,** который заметил, что много органических тел заключают одинак[овы]е количества азота и хлора и изменчивые количества углерода и водорода. $A = B + n\,CH^2$, где A и B — постоянные величины. Например:

CH^4
C^2H^6
C^3H^8
и т. д.

Это есть *гомологический* ряд и члены его носят название *гомологов*.

* Название «хлороболотный газ» теперь не употребительно; применяется название «хлористый метил» или «хлорметан».

** Открытие гомологических рядов в действительности сделано до Жерара. Жерар же развил это учение. [*Прим. ред.*].

Это открытие очень важно, потому что, изучая один из членов ряда, мы в то же время узнаем и общие признаки целого ряда.

Всякий ряд может быть выражен общей алгебраической формулой

$$CH^4 + n\,CH^2 = C^{n+1}H^{2n+4}.$$

Положим, что $n + 1 = m$, то

$$CH^4 + n\,CH^2 = C^mH^{2m+2}.$$

На основании этих понятий и составлена система гомологических выражений, и результатом сравнения служит очень важное заключение, что:

1) *Во всяком углеродистом водороде, при каком бы ни было содержании углерода, число паев водорода всегда четное* — это закон Жерара.

2) *На n паев углерода приходится 2n + 2 паев водорода и никогда более* — это закон предельных углеродистых водородов.

Вследствие этого является очень простая система, и гомологические ряды углеродистых водородов будут следующие:

C^nH^{2n+2}
C^nH^{2n}
C^nH^{2n-2}
C^nH^{2n-4} и т. д.

Обратим внимание на содержание водорода в этих общих формулах. Легко видеть, что оно зависит от знаков (+) или (—). Придерживаясь этого, мы можем все ряды подразделить на два рода: в один войдут все члены, содержащие знак (+), а в другой — все, содержащие знак (—). Рассмотрим оба рода: в первый входит только один ряд или один порядок — других мы не знаем; в другой — несколько порядков или рядов. Из этого видно, что изучение углеводородных соединений должно начинать с рядов, имеющих знак (+), т. е. с соединений, наиболее богатых водородом, и переходить постепенно к соединениям, менее богатым водородом, имеющим знак (—).

Начать с C^nH^{2n+2} и перейти к C^nH^{2n}, C^nH^{2n-2} и т. д. Это заключение углеродистых водородов в ряды, а рядов в роды важно не только потому, что чрез подобное пред-

ставление упрощается изучение свойств и реакций углеродистых водородов, но и потому, что подобное представление находит место для всех органических соединений: в ряды вкладываются как углеродистые водороды, так равно и кислоты, и спирты, и производные этих трех групп органических соединений. Для всех органических соединений представители с знаком (+) будут совмещаться в один ряд, а со знаком (—) — в несколько рядов. Соединения, имеющие знак (+), носят название *предельных*, а знак (—) — *непредельных*.

Итак мы разделили все органические соединения на предельные и непредельные. Характерный признак первых состоит в том, что они не способны к прямым присоединениям. Это значит, что количество паев водорода или вообще *x* достигло высшего предела своего. Пример подобных соединений видим в минеральной химии. Возьмем хлористые соединения ртути и олова и выразим их двуобъемной формулой:

Для ртути Hg^2Cl^2 и $HgCl^2$
Для олова $SnCl^2$ и $SnCl^4$.

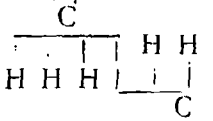
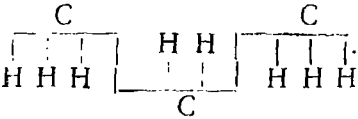
Соединений с большим количеством хлора мы не знаем, а потому общая формула для этих соединений будет: HgX^2 для ртути и SnX^4 для олова. Соединение Hg^2Cl^2 есть не достигшее до предела HgX ... Что же касается до непредельных органических соединений, то они характеризуются способностью прямо соединяться с различными элементами: например Cl, Br и др. Пропуская маслородный газ чрез трубку с бромом и нагревая ее, получим соединение $C^2H^4Br^4$. Эта способность непредельных органических соединений прямо присоединять элементы важна в том отношении, что она устраняет представление о предельных и и непредельных соединениях как о чем-то замкнутом, не соприкасающемся друг с другом: маслородный газ чрез прямое соединение с Br^2 достигает предела. Подобно маслородному газу и члены всех других рядов, не достигших до предела, имеют способность непосредственно соединяться с элементами и достигать предела. Отличие состоит в том, что члены других рядов сперва приближаются к пределу и, наконец, постепенно достигают его: C^2H^2 представитель ряда C^nH^{2n-2}, соединяясь с хлором, дает 2 продукта. Рассматривая их, мы видим, что достижение предела совершается не вдруг, как в маслородном газе, но постепенно. Сперва, чрез

присоединение одного или двух хлора, получается соединение, приближающееся к пределу; потом, чрез присоединение двух или трех хлора, получается соединение, достигшее предела. Наоборот, предельные соединения способны переходить в непредельные. Взглянем на янтарную кислоту $C^4H^6O^4$, она относится к предельным соединениям. Нагревая* эту кислоту, мы получим соединение, не достигшее до предела $C^4H^4O^4$, — фумаровая и малеиновая кислоты, изомерные одна другой.

Представления о гомологических рядах предельных и непредельных углеродистых водородов, послужившие к упрощению и объяснению большого числа фактов, не так, однако, общи, чтобы ими можно было объяснить все факты, относящиеся до органических соединений; а потому многократно старались составить теорию всех органических соединений, взявши как простейшего представителя углеродоводородное соединение.

Изложим вкратце ту гипотезу, которая в настоящее время принимается многими химиками и которая легко объясняет все явления органической химии. Эта гипотеза основана на допущении двух положений: 1) что углерод есть элемент четырехатомный. Подобное представление является вследствие сравнения углерода с хлором или водородом. Сравнивши все элементы с хлором или с водородом, найдем, что они соответствуют 1, 2, 3, 4 количествам хлора или водорода. Углерод принадлежит к последней категории. Чтобы составить себе понятие о том, каким образом мы имеем соединения с 2, 3 и т. д. паями углерода, представим себе, что углерод имеет известное число (4) плоскостей сродства, известное число сродств или эквивалентов сродства, которыми он и притягивает элементы. Вот первое положение. 2) Второе положение относится только до органических соединений и состоит в том, что если известный элемент своими сродствами удерживает другие элементы, то он способен удерживать и свои собственные. Например, если углерод способен удерживать водород, то он способен удерживать также и углерод. Из этой гипотезы легко выводится идея состава и свойств органических соединений. Для наглядности представим это графически. Будем изображать углерод с его сродствами чрез $\frac{C}{|\,|\,|\,|}$, тогда болотный газ

* Здесь, повидимому, Д. И. Менделеев имел в виду яблочную кислоту, называемую также монооксиянтарной кислотой. [*Прим. ред.*].

выразится таким образом , т. е. каждое сродство углерода удерживает один пай водорода. Водородистый этил может быть представлен чрез  , т. е. одно сродство углерода удерживает одним сродством углерод же, а три сродства обоих паев углерода удерживают по три пая водорода. Водородистый пропил может быть изображен так:  . Но как представить соединения, не достигшие предела? Нужно принять, как грубый факт, что выбывают сразу два сродства: в углероде остаются только два сродства, способные удерживать водород, т. е. получается соединение CH^2. Это соединение не известно, но по теории, принятой нами, мы можем предугадать его свойства. Куда же пошли сродства, по нашему предположению выбывшие? Они могли пойти: 1) на усиление оставшихся и 2) сродства эти остались свободными, т. е. у таких углеродоводородов остались сродства, к которым могут присоединяться другие элементы. Подобное представление, хотя несколько и гипотетическое, дает нам возможность обобщить все, что относится до органической химии, и потому представляет то великое значение, что с ним вяжутся все факты органических соединений.

Приступая к описанию органических соединений, мы заметим, что при этом нам часто придется прибегать к высказанной гипотезе для объяснения тех или других фактов органических соединений.

Предельные углеводороды C^nH^{2n+2}

Низший представитель этого ряда будет водород. В самом деле, если положим $n=0$, то наша формула превратится в H^2, т. е. низшие представители этого ряда сходны с водородом. Полагая $n=1$, получим CH^4 — болотный газ; полагая $n=2$, получим C^2H^6; $n=3$ — C^3H^8 и т. д.

Болотный газ. Процесс образования CH^4 и его гомологов весьма сложен, и трудно выразить его уравнением. Для хи-

мика всего важнее изучение реакций, т. е. каким образом из более простых соединений образуются сложные и наоборот. Так как образование всех углеродистых водородов весьма сходно, то достаточно рассмотреть один из них. Для примера возьмем CH^4. Каким образом CH^4 происходит из $C^2H^4O^2$, $CH^3(HO)$, CH^3Cl, CH^3J, точно так же и прочие углеродистые водороды происходят из соответственных кислот, спиртов, хлорангидридов, иодангидридов только заменою известных членов. CH^4 получают из уксусной кислоты $C^2H^4O^2$, которая имеет свойства такие же, как и минеральные кислоты: она насыщается, например, щелочью и реагирует на лакмусовую бумажку. Всякая органическая кислота имеет по крайней мере 2 пая кислорода и все они содержат CO^2; например, уксусная кислота:

$$C^2H^4O^2 = \underset{\text{чл. минер.}}{CO^2} \quad \underset{\text{чл. орган.}}{CH^4}.$$

Вследствие этого содержания CO^2 и придаются органической кислоте свойства минеральных кислот. Итак, чтобы отнять от CO^2CH^4 элемент CO^2, т. е. чтобы получить CH^4, нужно пропускать $C^2H^4O^2$ чрез раскаленную трубку, в которой находятся куски пемзы или толченого стекла. $C^2H^4O^2$ разлагается на CO^2 и CH^4, и стоит только пропустить эти газы чрез раствор KHO, то выделяющийся газ будет болотный. Не следует накаливать трубку слишком сильно по той причине, что CH^4 может разложиться; неразложившаяся же часть $C^2H^4O^2$ вся поглотится KHO. Прямого соединения CO^2 с CH^4 не происходит; этого можно достигнуть только косвенным путем и вводя минеральные элементы.

На $C^2H^4O^2$ действуют щелочью в избытке при накаливании, или прямо берут соль этой кислоты и щелочь и накаливают, то[гда] происходит отнятие щелочью элементов CO^2:

$$C^2H^3KO^2 + KHO = K^2CO^3 + CH^4.$$

Лучше брать известковую соль, потому что она не плавится. Этим же путем из гомологов уксусной кислоты получаются гомологи болотного газа. Температура, при которой происходит это разложение, не превышает 250°. Эта реакция указана Дюма и обща всем органическим кислотам, содержащим 2 пая кислорода в виде CO^2. Тот же болотный газ может быть получен из соответственного спирта, который отличается от углеродистого водорода только тем, что содержит кислород. При переходе углеродистого водорода

в спирт, водород углеродистого водорода замещается водяным остатком HO, играющим такую же роль, как Cl и O, и потому, заменив, например, в CH^4 один водород HO, получим соответственный спирт $CH^3(HO)$. Этот спирт получается при сухой перегонке дерева вместе с болотным газом и уксусною кислотою (потому что эти три вещества очень близки между собою) и носит название *древесного* или *метилового спирта.* Этот спирт кипит при 65.5 и может быть превращен в CH^4, как и все гомологи.

Спирты характеризуются тем, что они суть тела безразличные и способны насыщать кислоты, подобно щелочам, если смешать их с кислотами; образующиеся соединения, подобные солям, называются *эфирами.*

Например, если возьмем метиловый спирт и захотим получить хлористоводородный эфир этого спирта, то поступаем так:

$$CH^3(HO) + HCl = H^2O + Cl\,I^3Cl.$$

Совершенно так образуются и минеральные соли.

$$KHO + HCl = H^2O + KCl.$$

Чтобы получить из хлористого метила болотный газ, нужно заместить галоид водородом. Для этого действуют на него веществами, выделяющими водород. Средством для этого служат амальгамы легких щелочных металлов. Но так как хлористый метил есть вещество газообразное и экспериментировать с ним трудно, то обыкновенно берут иодистое соединение, которое представляет собою жидкость и удобно разлагается. Укажем теперь способ, как можно получить из иодангидрида спирта соответственный углеродистый водород. Цинк, при краснокалильном жаре, в присутствии веществ, способных принимать выделенный водород из воды, разлагает воду. Итак, берут трубку, помещают в нее иодистый метил, цинк и воду кипятят. В то время, когда жидкость еще кипит, трубку запаивают и нагревают; тогда происходит следующее разложение:

$$2CH^3J + H^2O + 2Zn = 2CH^4 + (ZnO + ZnJ^2).$$

[Соединение состава $(ZnO + ZnJ^2)$ есть одно тело].* И эта реакция есть общая для всех гомологов. Синтетически болотный газ не образуется, и это совершенно ясно.

Высшим гомологам болотного газа свойствен и другой способ образования, по которому не образуются низшие

* Здесь квадратные скобки принадлежат Д. И. Менделееву. [*Прим. ред.*].

гомологи, и именно из той же самой уксусной кислоты и древесного спирта можно получить второй гомолог. Так, если иодистый метил заставить реагировать следующим образом:

$$2CH^3J - J^2 = C^2H^6.$$

Чтобы это сделать, нужно произвести отнятие иода металлом *без присутствия воды* и точно так же нагревать в запаянной трубке при температуре 160°.

Отнятие иода производится натрием или цинком

$$2CH^3J + Zn = C^2H^6 + ZnJ^2.$$

Углеродистый водород (состава C^2H^6) есть *метилистый метил*, потому что группа CH^3 называется *метилом*, а C^2H^6 можно представить так: CH^3CH^3. Его можно назвать также *водородистым этилом* $C^2H^6 = C^2H^5H$. (Группа C^2H^5 называется *этилом*).

Этим же путем можно получать и смешанные соединения; так, если возьмем:

$$\left.\begin{matrix} CH^3J \\ C^2H^5J \end{matrix}\right\} + Zn$$

$$\left.\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\} + ZnJ^2$$

Из уксусной кислоты можно получить C^2H^6, разлагая ее гальваническим током, а не так, как при получении CH^4, где употребляли щелочь. При этом происходит:

$$2C^2H^4O^2 = 2CO^2 + H^2 + C^2H^6.$$

CO^2 и C^2H^6 появляются на одном полюсе, а водород на другом. Если возьмем соль этой же кислоты, то с ней происходит то же самое разложение:

$$2C^2H^3KO^2 + H^2O = K^2CO^3 + CO^2 + H^2 + C^2H^6.$$

Следовательно, действуя гальваническим током на раствор уксусной соли в воде, получим углеродистый водород C^2H^6.

Если возьмем смесь двух солей, то получим смешанный углеродистый водород: например, взяв уксуснокалиевую соль и валерианокалиевую, получим:

$$\left.\begin{matrix} C^2H^3KO^2 \\ C^5H^7KO^2 \end{matrix}\right\} + 2H^2O = K^2CO^3 + CO^2 + H^2O + C^5H^{12}.$$

Одни и те же смешанные продукты получаются различными путями. Так, углеродистый водород состава C^6H^{14}, происшедший из смеси двух иодистых соединений чрез отнятие иода:

$$C^6H^{14} = \begin{cases} C^5H^{11} \\ CH^3 \end{cases} \qquad \begin{cases} C^5H^{11}J \\ CH^3J \end{cases}$$

$$C^6H^{14} = \begin{cases} C^4H^9 \\ C^2H^5 \end{cases} \qquad \begin{cases} C^4H^9J \\ C^2H^5J \end{cases}$$

$$C^6H^{14} = \begin{cases} C^3H^7 \\ C^3H^7 \end{cases} \qquad \begin{cases} C^3H^7J \\ C^3H^7J \end{cases}$$

При сличении их между собою мы находим, что объемы их равны, — это и должно быть так, потому что они все имеют одинакие количества углерода и водорода, температура кипения их одна и та же, в свойствах же они немного разнятся друг от друга; но это зависит от нечистоты продуктов, из которых они получаются.

Низшие гомологи этого ряда, например CH^4, C^2H^6, суть газы; далее идут уже жидкости, температура кипения которых постепенно возвышается, так что на каждые CH^2 она увеличивается на 25°; например: C^6H^{14} кипит при 60°, C^7H^{16} — при 85°, то $C^{16}H^{34}$ будет кипеть приблизительно около 310°.

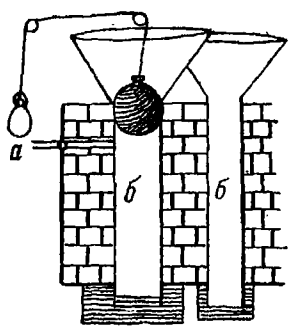
Итак, чем выше гомолог, тем выше его температура кипения. Это объясняется различным их составом и плотностью. В одном и том же пространстве* вместилось большее количество C и H; вес частицы их увеличивается, сцепление между атомами больше. Если низшие углеродистые водороды — газы, то другие (высшие) — легкоподвижные жидкости; они труднее и труднее кипят: подходят к маслам, например *керосин*, который кипит при 120°; далее идут маслообразные вещества, менее и менее подвижные, выделяющие даже кристаллы, как, например, *парафин*, — это уже твердый углеродистый водород.

Все высшие гомологи получаются таким же образом, как и низшие. Собрания этих гомологов в одну общую жидкость или в одно твердое тело встречаются в природе в весьма разнообразных видах и также получаются искусственно.

Нефть. Нефть есть смесь жидких маслянистых горючих и летучих углеродистых водородов. Они, по крайней мере

* «Одно и то же пространство» следует понимать в том смысле, что грамм-моль любого вещества в газообразном состоянии занимает один и тот же объем. [*Прим. ред.*].

из североамериканских источников, суть гомологи болотного газа. При сухой перегонке некоторых дерев и смол также заметили образование этих гомологов. Нефть находится в большом количестве на Кавказе, именно около Баку, на Апшеронском полуострове, на острове Чилигене, в Индии, Китае, в Северной Америке, в Пенсильвании и Огио. Самые богатые источники находятся пока в Северной Америке. Один американец, Дрек, в этом столетии первый прорыл буровую скважину; его примеру последовали многие, так что в настоящее время из Америки вывозится до 30 млн. пуд. нефти на сумму 60 млн. руб. Количество буровых скважин доходит там до 3000; из этого числа приблизительно около 300 окупаются. Глубина этих скважин доходит до 700 футов. Главная трудность заключается: 1) в отыскании местности и 2) в бурении каменных пород. Нефтяные источники имели большое влияние на ход войны Юга с Севером; в настоящее время, благодаря им, ценность земли увеличивалась до громадной цифры. Так, прежде за десятину платили около 5 руб., теперь же и за 5000 весьма трудно достать. В Китае нефтью пользуются для отопления; ее проводят по трубам в особо устроенные печи. В Баку ее употребляют для освещения. Для этого она вливается в маленький резервуар, наподобие башмачка. В природе нефть всегда сопровождается соленою водою и CH^4. Для получения ее поступают так: воду, содержащую нефть, впускают в особо устроенные резервуары; здесь образуется два слоя: верхний, состоящий из нефти, и нижний — из воды.



Чертеж 1.
а—трубка; *б*—цилиндр.

В некоторых местах для добычи нефти вырывают артезианские колодцы, из которых она периодически бьет фонтаном. Нефть главным образом служит для добывания *керосина*. Для этого ее вливают в перегонные кубы и собирают средние продукты перегонки. Нефть известна в трех видах: черная, белая и зеленая. Черная весьма тягуча и имеет запас дегтя.

Теперь перейдем к смолистым сланцам и бурым углям. При сухой перегонке этих продуктов мы получаем до 50% дегтя, иные дают только 10%. Сухая перегонка производится

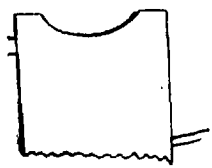
в вертикальных ретортах или цилиндрах, которых находится по 4 в каждой печке [черт. 1]. Последнее необходимо для того, чтобы один рабочий в состоянии был управиться с печкой. Высота цилиндров $= 1^1/_2$ саж. Одна треть всей длины вмазывается в печь для того, чтобы предохранить нижнюю часть от сильного жара. К верхней части цилиндров приделываются железные воронки, чрез которые всыпается материал в цилиндр. Воронка закрывается бомбой, движение которой управляется противовесом. К нижней части цилиндров приставляется сосуд с водой, который: во-первых, служит для закрытия нижней части герметически; во-вторых для вынимания оставшейся массы; последнее производится подъемными машинами. К каждому из цилиндров приделывается по трубке, чрез которые гонятся летучие продукты. Температура доходит до темнокрасного каления в нижней части цилиндров. Замечательнейший по этому производству завод будет Юнга в Шотландии. Перегонка *торфа* производится весьма редко, потому что получается при этом весьма большое количество кокса. При сухой перегонке *горного воска* или *горной смолы* (на острове Чилигене, в Каспийском море, он назв[ан] *нафталином*), которая находится на Чилигене и в Галиции, получаются продукты, подобные перегонным продуктам нефти. Отличие их состоит в том, что первые заключают много твердых углеродистых водородов (*парафин*).

Деготь. Для очищения *дегтя* его подвергают действию крепкого раствора NaHO, который растворяет кислородные соединения (в растворе имеем *креозот*). Затем деготь перегоняют. Это производится с двоякой целью: или 1) для получения осветленной жидкости, или 2) для получения парафина. Не все дегти могут служить для получения парафина; это зависит, конечно, от содержания его в дегте. Так, богетский, имеющий около 2% парафина, употребляется для извлечения его, а бакинский (около $^1/_2$% парафина) не употребляется.

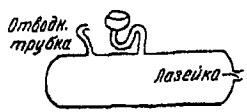
Осветленная жидкость получается так: деготь перегоняют в котлах из котельного железа до тех пор, пока не останется нефтяной остаток. Дно котла делается выпуклым для того, чтобы вода собиралась в более холодных частях прибора, в противном случае она примет сфероидальный вид и может быть причиной взрыва. Около дна находится отверстие для вынимания остатков. В верхней части находится лазейка (черт. 2). Для получения парафина необходимо гонку вести до конца, потому что он находится в последней

порции. Она производится в котлах, имеющих вид, представленный на черт. 3.

Первый отделяющийся при перегонке продукт есть вещество, имеющее удельный вес 0.6; температура кипения 30—40°. Затем идет бесцветная, маслообразная, весьма летучая жидкость — *нефтяной эфир*. Запах этой жидкости чесночный. Уд. вес ее = 0.65. Температура кипения 30—60—70°. За нефтяным эфиром перегоняется *скипидарное масло*. Это есть не что иное, как собрание жидких углеродистых водо-



Чертеж 2.



Чертеж 3.

родов, имеющих удельный вес от 0.76—0.78. Кипит это масло от 60—110—120°. Эта летучая жидкость находит большее употребление, чем предыдущая. Она может служить вместо скипидара.

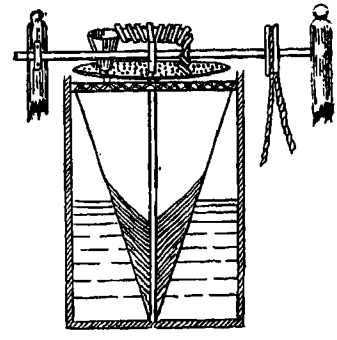
За скипидарным маслом гонится уже вещество, окрашенное в желтый цвет; оно известно под именем *керосина* или, как говорят американцы, *керосена*; иначе называют ее *осветительной жидкостью*. Это вещество есть тоже собрание продуктов, имеющих уд. вес 0.780—0.810—0.815; температура кипения = 110—210—230°. Если керосин имеет много летучих продуктов, то считается опасным. Последнее узнается таким образом: керосин нагревают до 50°, при этом газы от горящей спички не должны загораться. Керосин не должен также заключать много тяжелых продуктов, потому что в противном случае он нелегко поднимается по фитилю.

После керосина перегоняется жидкость темнокрасного цвета — *смазочное масло*, имеющее удельный вес 0.830—0.850—0.860. Оно может быть употреблено при освещении.

Последний продукт перегонки — *парафиновое масло*, имеющее уд. в. 28° по Боме; употребляется для смазки. Это масло на холоду застывает. Перегонные продукты нефти заключают менее кислородных веществ, чем продукты богетского угля.

Очистка. Все продукты перегонки, исключая нефтяной эфир, подвергаются очищению. Очищение перегонных масл производится следующим образом: обрабатывают вещество

крепкою серною кислотою, которая, не изменяя углеродистых водородов, действует на смолистые продукты. При этом мы получаем осадок, происходящий от обугливания. Количество серной кислоты определяется пробой, которая производится весьма простым способом, именно: действуют на часть вещества серною кислотою. Таким образом, найдено, что для осветительного газа требуется от 2% до 7% H^2SO^4; для других — до 10%. Перемешивание серной кислоты с маслом представляет немаловажное затруднение. Укажем здесь два способа, более рациональные. К первому способу применяется центробежная сила. Способ этот состоит в следующем: в чугунный котел помещается железная воронка, которая приводится во вращательное движение помощью зубчатых колес, как показано на черт. 4. Эта воронка в верхней своей части имеет сетку. Она покрывается продырявленным змеевиком, к которому приделывается маленькая воронка, служащая для вливания серной кислоты или другой жидкости в большую воронку; масло же помещается в самый котел. При вращательном движении происходит разбрызгивание. Серная кислота, как более тяжелая жидкость, опускается на дно; вследствие же центробежной силы она должна снова подниматься. При этом она в мельчайших каплях соединяется с маслом. Этот способ тем не удобен, что нельзя иметь дела с большим количеством.



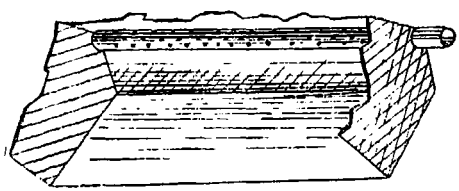
Чертеж 4.

Совершеннейший снаряд (и простейший вместе с тем) мы находим в настоящее время на заводе Конье Марешаль близ Парижа. Он состоит из ящика, в который вливаются две смешивающиеся жидкости. К стенкам этого ящика приделываются свинцовые трубы, кругом продырявленные. Помощью насоса или другой воздуходувной машины в эту последнюю вдувается воздух, который, проходя чрез отверстия трубы, весьма хорошо перемешивает жидкости (черт. 5).

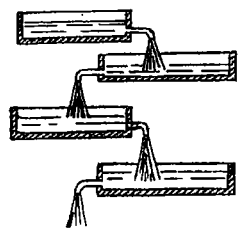
После обрабатывания массы серной кислотой масло сливают и действуют на него крепким раствором NaHO для нейтрализования H^2SO^4. Потом прибавляют соляной кислоты (HCl) для разложения Na^2CO^3. Последнее необходимо, потому что в противном случае масло бы отделяло белый порошок,

состоящий из разных минеральных солей. После окончательной обработки масло вливают в бочки. Эти бочки внутри смазаны раствором клея, снаружи глицерином или поташом; эти последние, удерживая влагу, не позволяют бочке рассыхаться. Окончательно наружная часть покрывается краской для удержания на поверхности глицерина или поташа.

Очищение парафинового масла. Чтобы получить из парафинового масла парафин, масло подвергают кристаллизации. Для этого вырывают в земле яму и оставляют в ней масло до зимы. При этом оно превращается в полужидкую массу, или застывает вполне, или, наконец, парафин кристалли-



Чертеж 5.

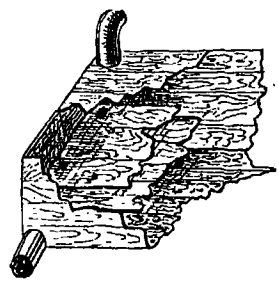


Чертеж 6.

зуется. На иных заводах употребляются разные холодильные приборы. В Англии в этом случае пользуются разреженным воздухом. Парафин, вынутый из ямы, бросают сначала на сетчатые поверхности, потом прожимают в ручных прессах. После этого получается масса темнобурого цвета. Далее очистка идет следующим образом: к расплавленному парафину прибавляют керосина или скипидара (нефтяного); разливают каскадом по тарелкам, как показано на черт. 6; смешанную массу завертывают в салфетки и подвергают прессованию. Лучший сорт парафина подвергается троекратному плавлению и прессованию. Окончательно парафин очищается пропусканием чрез уголь. Все вышепоименованные соединения имеют состав C^nH^{2n+2}. Это мы видим из исследований Пелуза и Кагура. Они производили анализ над американскою нефтью.

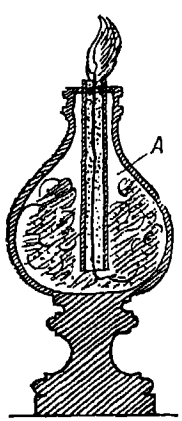
Нефтяной эфир употребляется для вывода пятен и для освещения. Если пропускать чрез него воздух, то последний может быть употреблен для освещения. Это производится следующим образом: помощью ручного насоса вдувают воздух в вульфовы склянки, в которых находится нефтяной эфир: из вульфовых склянок воздух, уже насыщенный га-

зом, проходит в газометр. Но этот способ неудобен тем, что здесь требуется ручная работа. Способ, употребляющийся во Франции, состоит в следующем: в верхней части здания или комнаты помещается цилиндр, разделенный на части. В каждую часть наливают нефтяного эфира. В полках находится по отверстию. Воздух, вошедший в верхнее отделение чрез внешнее отверстие, входит в следующие отделения [черт. 7]. Из последнего отделения он, помощью отводной трубки, может быть проведен в лампы. При таких лампах делаются отверстия для зажигания газа. Отводные трубки можно делать какой угодно длины. В них необходимо для предупреждения взрывов помещать металлические сетки.



Чертеж 7.

Нефтяной эфир и нефтяной скипидар употребляются также для растворения парафина, сала и масла. Для растворения растительные семена, смоченные эфиром, подвергаются прессованию, но применение их в этом случае весьма ограничено. ***Нефтяной скипидар*** может быть употреблен вместо скипидара. Для лаков предпочтительнее, потому что при испарении скипидара кислород озонируется, вследствие чего лаки скорее сохнут. В последнее время нефтяной скипидар получил весьма важное применение, именно его стали употреблять для освещения. Жидкость эта известна у нас под названием *шандорина*. Честь изобретения принадлежит собственно Милю. Устройство лампы Шандора или Миля следующее: она состоит из резервуара *A*, к верхней части которого привинчена крышка (черт. 8). По средине этого резервуара помещается сетчатый цилиндр, остальное пространство наполняют ватой или губкой. В цилиндре имеется толстая нитка. В этот сосуд наливают шандорину. Когда губка или вата окончательно напитается, то остаток сливают. Таким образом лампу можно опрокинуть, причем масло не выливается.



Чертеж 8.

Тяжелое масло употребляется как смазочное вещество. Оно на воздухе не застывает, не окисляется и тем предохраняет самое тело от окисления, значит и от порчи. Для придания тяжелому маслу густоты в нем растворяют каучук или резину. Оно редко применимо вследствие того, что весьма худо пахнет, так что на некоторых заводах его даже бросают вследствие негодности. В Баку он продается по 15 коп. за пуд. Это масло употребляется также как топливо, как средство для освещения (*преимущественно в Америке*). Для последней цели в многих домах его пускают по наклонной плоскости на кокс. При этом оно разлагается.

Парафин служит для приготовления свеч; но они тем не удобны, что легко оплывают и гнутся, поэтому к ним нередко подмешивают спермацету и воску. Не всякий парафин годится для делания свеч. Это зависит от низкой температуры плавления некоторых сортов. Так парафин, приготовленный из нефти, плавится при 42°. Этот последний употребляется для делания тканей непромокаемыми и также, чтобы предохранить некоторые вещества от гниения. Так, в Париже на выставке находился кусок мяса, который, как мне известно, в продолжение 2 месяцев не предавался гниению. Парафин, приготовленный из смолистого сланца, плавится [при] 45—53°. Самый неплавкий парафин приготовляется из горного воска. Температура плавления его от 53—60°. Парафин употребляется при кипячении различных жидкостей. Если мы будем кипятить какую-нибудь жидкость, то на поверхности отделяется большое количество пузырей, стенки которых постоянно утолщаются и не лопаются; верхние пузыри поднимаются нижними, эти поднимаются другими, и т. д. Таким образом жидкость, находящаяся между пузырями, вследствие увеличения объема должна вылиться. Если же на поверхность нальем парафину, то это происходить не будет, потому что пузыри парафина тотчас лопаются.

Металлоорганические соединения

Металлоорганическими соединениями называются такие, которые содержат в себе кроме углеводородной группы еще металл. Природа этих соединений так характерна, что изучение представителей их весьма интересно не только для органической химии, но и для минеральной. Существует много металлоорганических соединений, которые летучи; металлы же, входящие в них, не летучи. Поэтому это свой-

ство их весьма важно и дает возможность определить вес частицы самого металла.

Металлоорганические соединения по природе самого металла могут быть разделены на несколько классов: к первому относятся такие металлоорганические соединения, которые содержат металлы K, Na, Zn и некоторые другие, окислы которых представляют ясные свойства оснований, не входящих в ряд кислот, и принадлежат к более электроположительным металлам; ко второму относятся соединения, содержащие металлы, окислы которых суть основания, менее сильные, и не могут образовать кислот; сюда относятся Hg, Pb и др., и к третьему — соединения, содержащие Sn, Sb, As, т. е. соединения, представляющие ясные кислотные свойства. Последний класс особенно интересен, потому что представляет переход к соединениям, содержащим N, S и т. п., так как эти элементы образуют кислоты. Итак, характер металлоорганических соединений зависит от металла. Если вступивший металл имеет кислотные свойства, как, например, Sn, то и соединение его с органической группой будет иметь свойства кислот. Если же характер металла щелочной, как например K, то и продукты его будут иметь свойства щелочей. К первому классу принадлежат цинковые соединения, например цинкметил, цинкэтил, которые первые послужили к весьма характерным исследованиям этих соединений. Кроме того они служат для добывания других металлорганических соединений помощью двойного разложения. Для этой цели действуют на цинковые металлоорганические соединения хлористым металлом, например $SnCl^4$, $AsCl^3$ и т. д. Поэтому мы и начнем изучение с цинковых соединений.

Цинкэтил представляет следующий состав: $Zn(C^2H^5)^2 = ZnC^4H^{10}$.

Рассмотрим, какому углеродистому водороду это соединение соответствует: предельному или какому-нибудь другому? Так как $(C^2H^5)^2 = C^nH^{2n+2}$ есть предельное соединение, то поэтому эта часть как бы не способна ни с чем соединяться. Это соединение образуется на счет способности Zn соединяться. Например, Cl соединяется с маслородным газом C^2H^4 и с металлом; в этом случае не в хлоре находится способность соединяться, а в металле. Здесь способность Zn к соединению играет роль в образовании ZnC^4H^{10}, а не углеводородная группа; и она не способна соединяться ни с Cl, ни с другими телами. Это соединение получают только косвенным путем чрез реакцию замещения и, следовательно, [оно] есть предельное соединение. Для получения

цинкэтила и ему подобных соединений употребляют галоидные соединения, отвечающие спирту, которые здесь служат источником образования цинкэтила. Именно: берут иодистый этил C^2H^5J и [Zn]. Если сухой иодистый этил будем нагревать с избытком измельченного, гранулированного и высушенного цинка, то получим:

$$2C^2H^5J + Zn^2 = Zn(C^2H^5)^2 + ZnJ^2.$$

Если же цинку будет мало, то получится углеродистый водород

$$2C^2H^5J + Zn = 2(C^2H^5)^2 + ZnJ^2.$$

Соединение $Zn(C^2H^5)^2$ занимает в парах одинакие объемы с H^2O, H^2, HCl и, так как оно летуче и кипит при 118°, то его весьма легко отделить от иодистого цинка ZnJ^2, который не летуч.

Иодистый этил не соединяется с хлором, а цинк соединяется: значит, здесь способность соединяться лежит в Zn, и образовавшееся летучее соединение весьма непостоянно; при нагревании оно легко разлагается:

$$2ZnC^2H^5J = ZnJ^2 + Zn(C^2H^5)^2.$$

Чтобы произвести вышеприведенную реакцию, для этого первоначально употребляли стеклянную трубку или металлический сосуд, способный плотно закрываться. Франкланд употреблял цинк, тщательно высушенный (иначе в присутствии воды получится углеродистый водород); обыкновенно берут цинковые пластинки, разъеденные серной кислотой и хорошо высушенные, и обливают (меньшим противу теоретического количества) иодистым этилом, который предварительно также высушивают под колоколом над ангидридом фосфорной кислоты и, если приготовлять цинкэтил по способу Франкланда, то еще прибавляют сухого эфира, который растворяет и иодистый этил и цинкэтил, не участвуя сам в реакции. Смесь помещают в трубку с толстыми стенками и нагревают ее, чтобы выгнать воздух; потом ее запаивают. Верхний конец запаянной трубки должен быть вытянут в виде тонкой, равностенной трубочки. Ее нагревают до температуры 130°, и тогда происходит образование цинкэтила. Но с этой основной реакцией идут несколько других от присутствия воды, которую невозможно совершенно выделить; отделяется, между прочим, газ C^2H^6.

Вследствие избытка иодистого этила образуется C^4H^{10}, а этот в свою очередь разлагается на CH^4 и другие углеродистые водороды. Их будет тем меньше, чем суше взятые материалы. Очевидно, что скопление газов производит значительное давление, причем трубка лопается. Давление паров эфира, который кипит уже при 35°, иодистого этила и других, взятых вместе, представляют давление, превосходящее 100 атмосфер, и взрыв, происходящий при этом, раздробляет трубку в столь мельчайший порошок, что не приносит никакого вреда работающему; но это бывает только тогда, когда трубка хорошо запаяна, а иначе она разлетается на осколки, которые могут причинить большой вред. Ныне, для предохранения от взрывов, стеклянную трубку помещают в ружейный ствол, закрытый винтовою пробкою, и ставят наклонно, наподобие пушки, направляя отверстие к стене; трубка нагревается снизу. Еще безопаснее производить нагревание стеклянных трубок в папиновом котле, причем наружное давление уменьшает внутреннее в трубках. Нагревание производится, как сказано, до 130° в продолжение 12 часов. После этого охлаждают трубку, отламывают запасный ее конец и перегоняют в недействующем на цинкэтил газе и собирают ту часть, которая кипит при 118°. Этот способ тем только неудобен, что приходится работать с малыми порциями, и потому цинкэтила получается весьма мало, вследствие того, что иодистый этил заключает много иода, и именно: на 127 иода приходится только 29 частей органической группы.

Для получения цинкэтила можно пользоваться и тем общим способом, по которому получаются многие другие металлоорганические соединения: цинк сплавляют (при температуре начала улетучивания Zn) с натрием, и сплав обоих обрабатывают иодистым этилом. Этот способ приготовления дан г-ном Бейльштейном. Реакция идет при низкой температуре и обыкновенном давлении. При этом можно брать стеклянные трубки и незапаянные, и колбы и реторты большого размера; но все-таки нужно производить нагревание без воздуха, потому что иодистый этил загорается. Получение производится следующим образом: в реторту помещают сплав цинка с натрием и обливают его иодистым этилом. Колбу соединяют с приемником и аппаратом, отделяющим сухой углекислый газ или другой недействующий газ, например светильный. Когда вся реторта и приемник наполнились углекислотой, приток ее прекращают (запирая каучуковую трубку, проводящую CO^2, клещами);

реторту слабо подогревают и в дистиллате получается цинкэтил, а в приемнике — иодистый натрий и иодистый цинк.

Цинкэтил есть бесцветная, легко подвижная жидкость, с особым проницательным запахом и более тяжелая, чем вода. Он кипит при 118°. Вылитый на воздух цинкэтил сам воспламеняется и горит ярким пламенем, выделяя или металлический цинк, или окись его, смотря по быстроте сгорания. Он смешивается во всех пропорциях с эфиром, который, как сказано, не изменяет цинкэтила. Такой раствор, содержащий довольно большое количество эфира, уже не воспламеняется сам собою, а потому в большинстве случаев удобен весьма для химических манипуляций.

Цинкэтил представляет тело, весьма характерное по своим реакциям. Так сами органические соединения друг с другом не реагируют. Чтобы они реагировали, нужно ввести в них минеральный элемент и, благодаря цинкэтилу, можно это произвести. Так, если приведем в соприкосновение какоенибудь металлоорганическое соединение с органическою солью эфировой,* то металл соединяется с основанием, две же органические группы друг с другом:

$$Zn(C^2H^5)^2 + 2C^7H^5(C^2H^5)O^2 = \left.\begin{matrix} C^7H^5 \\ C^7H^5 \end{matrix}\right\} Zn \left\{ \begin{matrix} O^2 \\ O^2 \end{matrix} \right. + 2C^2H^5.$$

бензойный этил — бензойный цинкэтил

Если на галоидное органическое соединение действовать металлоорганическим, то галоид соединяется с металлом, две же органические группы — друг с другом.

Цинкэтил при действии воды разлагается весьма легко и получается *водородистый этил*:

$$Zn(C^2H^5)^2 + 2H^2O = Zn(HO)^2 + 2C^2H^6.$$

Два пая водорода становятся на место Zn, потому что цинк — двуатомный элемент. Понятно, что должно произойти, если возьмем иодистый этил, цинк и воду и будем нагревать, то 1) образуется цинкэтил, на который действует вода, и 2) образуется углеродистый водород:

$$Zn + C^2H^5J + H^2O = Zn(HO)J + C^2H^6;$$

водородистый этил

---

* Под органической солью здесь следует понимать соль органической кислоты. Органическая соль эфирная — сложный эфир. [*Прим. ред.*].

3) образуется [ди]этил при действии цинкэтила на иодистый этил:

$$Zn(C^2H^5)^2 + 2C^2H^5J = 2(C^2H^5)^2 + ZnJ^2.$$

Итак, образование цинкэтила объясняет нам две реакции, чрез которые получаются эти 2 углеродистых водорода.

Употребляя цинкэтил и его гомологи, можно получить разнообразные предельные углеродистые водороды. Для примера возьмем гомолог цинкэтила $Zn(C^3H^7)^2$, который, хотя до сих пор не получен, но если будем на него действовать водою, то получим водородистый тритил: $C^3H^8 = C^3H^7H$. Заменив воду иодистым метилом, получим метилистый тритил: $C^4H^{10} = C^3H^7CH^3$; или иодистым этилом — этилистый тритил $C^5H^{12} = C^3H^7C^2H^5$; или иодистым тритилом — тритилистый тритил C^6H^{14}

$$Zn(C^3H^7)^2 + 2C^3H^7J = 2(C^3H^7C^3H^7) + ZnJ^2.$$

Совершенно так же получим этиловые соединения

$$C^2H^6 = C^2H^5H$$
$$C^3H^8 = C^2H^5CH^3$$
$$C^4H^{10} = C^2H^5C^2H^5$$
$$C^5H^{12} = C^2H^5C^3H^7,$$

и, взяв *цинкамил* $Zn(C^5H^{11})^2$, посредством его можно получить *водородистый амил* и т. д.

$$C^5H^{11}H = C^5H^{12}; \quad C^5H^{11}CH^3 = C^6H^{14};$$

$$C^5H^{11}C^2H^5 = C^7H^{16}; \quad C^5H^{11}C^3H^7 = C^8H^{18} \text{ и т. д.}$$

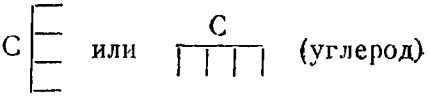
Сравнивая эти соединения между собою, находим, что одному и тому же составу соответствует много углеродистых водородов, например:

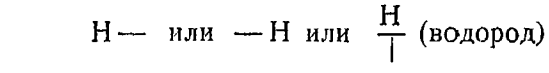
C^3H^7H	и	$C^2H^5(CH^3)$;	потом
$C^3H^7(CH^3)$	и	$C^2H^5(C^2H^5)$;	потом
$C^3H^7(C^2H^5)$	и	$C^5H^{11}H$.	и т. д.

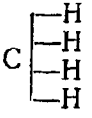
Спрашивается, тождественны ли эти соединения? Практическим путем решить этот вопрос весьма затруднительно, потому что совершенно чистых продуктов получить нельзя; кроме того, реакции идут не одним и тем же путем в начале и в конце. Исследования Шарлемена* относительно их химических свойств показали, что получаются продукты, не

* Здесь, вероятно, *Д. И. Менделеев* имел в виду Шорлеммера. [*Прим. ред.*].

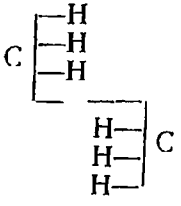
всегда тождественные, т. е. не вполне одинаковые. От чего зависит это обстоятельство? Соединение атомов углерода различно. Смотря по различию этого распределения, получаются ли и тела различные? Относительно этого построена гипотеза, которая группирует разнообразные факты. Ныне принятая гипотеза имеет в основании своем тот закон, что все металлы обладают атомностью. Углерод принимается за четырехатомный радикал. Для ясного представления постараемся изобразить это графически:



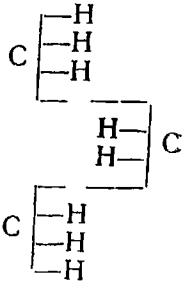




это — предельный углеродистый водород: один пай водорода в этом соединении может быть замещен C, причем получим водородистый этил C^2H^6

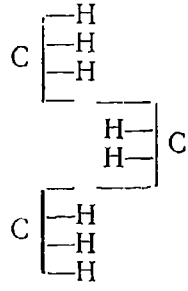


третий гомолог будет

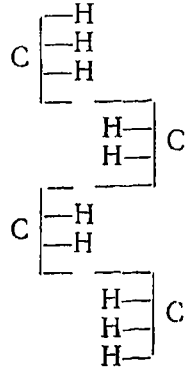


В сущности последующий гомолог будет разниться от предыдущего на один пай углерода и три — водорода. В болотном газе и водородистом этиле изомерии быть не может. Это видно из представленных выше графических изображений этих соединений. В практике встречается то же самое.

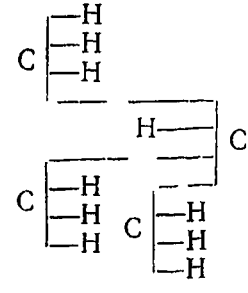
[При замещении] в соединении



явление изомерии возможно. Изомера два. Это зависит от того, где заместим H. Первый изомер есть



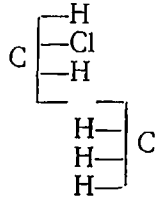
судя по формуле, будет: $(CH^2)^2(CH^3)^2$.

Второй изомер  представляет состав $(CH^3)^3CH$

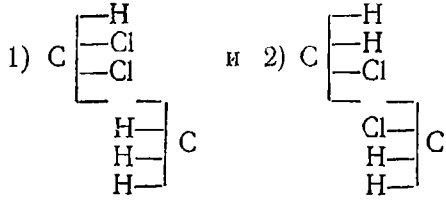
Следующий гомолог будет $(CH^2)^3(CH^3)^2$.

Графическим путем мы не будем больше разбирать их, потому что явление изомерии может быть выведено и из самих формул: $(CH^2)^3(CH^3)^2$, при замещении H в группе CH^2 имеем $(CH^2)(CH)(CH^3)^3$, при замещении H в группе CH имеем $C(CH^3)^4$: далее имеем изомер состава $CHCH^2(CH^3)^3$, который совершенно сходен со вторым. В последнем примере, как мы видим, три случая изомерии.

Из этих примеров видно, что число изомеров увеличивается с увеличением количества углерода. Могут быть случаи изомерии и в водородистом этиле. Так, замещая H хлором, имеем



замещая другой пай H хлором, имеем:



но отличие этой изомерности от предыдущей состоит в том, что в последнем соединении может быть только один гидрат, тогда как в прочих по два и более.* Существующие факты не опровергают этой гипотезы.

Педейдем теперь к описанию II группы металлоорганических соединений. Для них так же, как и для металлов I группы, существует только один разряд соединений. Будем говорить только об одних этиловых соединениях, потому что они лучше других исследованы.

$Hg(C^2H^5)^2$ *меркурэтил* соответствует *сулеме* ($HgCl^2$). Соединения, которое заключало бы один пай C^2H^5, нет, хотя

* Под гидратом хлористого этилидена и хлористого этилена разумеются, видимо, гидроксилированные производные: в первом случае — альдегид, во втором случае — гликоль. [*Прим. ред.*].

и можно было бы ожидать его. Меркурэтил был открыт случайно: если приведем Hg в соприкосновение с иодистым этилом при обыкновенной температуре, при солнечном свете, то по истечении некоторого времени образуется на ртути желтое кристаллическое вещество состава HgC^2H^5J. Это есть галоидная соль меркурэтила, именно иодистый меркурэтил. При действии на него водной окисью серебра получается *гидрат меркурэтила*:

$$HgC^2H^5J + AgHO = AgJ + HgC^2H^5(HO).$$

Это соединение, совершенно подобное тому, которое образуется при действии иодистого этила на цинк, но более прочное, — есть маслообразная, растворимая в смеси эфира и спирта жидкость: она действует не только как щелочное вещество, но даже вытесняет металлические основания солей (например: осаждает глинозем из квасцов, окись цинка из раствора его солей). Из этого видно, что этиловые соединения придают щелочный характер, что зависит, конечно, от водорода. Примеры этого видны и в минеральных соединениях, именно в NH_3. Если на иодистый меркурэтил будем действовать цинкэтилом, то получим меркурэтил.

$$Hg(C^2H^5)J + Zn(C^2H^5)^2 = Zn(C^2H^5)J + Hg(C^2H^5)^2.$$

Но приготовление меркурэтила этим способом весьма трудно. Лучший способ следующий: приготовляют довольно слабый раствор натрия в ртути и смешивают это в колбе при обыкновенной температуре с сухим иодистым этилом. К массе прибавляют небольшое количество уксусного эфира (что происходит при этом с уксусным эфиром не известно) и в присутствии этого вещества реакция идет весьма легко: стоит только взбалтывать колбу. При этом образуется иодистый натрий и меркурэтил. Ртуть сливают, прибавляют нового раствора Na в ртути: это продолжается до тех пор, пока будет заметно прекращение реакции. Потом все обливают водой для растворения иодистого натрия. Реакция, происходящая при описанной выше операции, следующая:

$$Na^2Hg + 2C^2H^5J = 2NaJ + Hg(C^2H^5)^2.$$

Меркурэтил есть тяжелая, бесцветная, не имеющая запаха жидкость, кипящая при 159°; она не растворима в воде, вполне растворяется в эфире и мало в спирте. Это — летучая и весьма ядовитая жидкость. Реакции меркурэтила весьма

характерны. Металлы выделяют из него ртуть и становятся на ее место. Например, цинк вытесняет ртуть, образуя $Zn(C^2H^5)^2$. Таким образом из меркурэтила приготовляется цинкэтил и пр.

Вода не действует на меркурэтил.

Если действовать на меркурэтил бромом или иодом, то одна этиловая группа меняется с бромом или иодом и образуется с одной стороны галоидное соединение (галоидный этил), а с другой — галоидный меркурэтил:

$$Hg(C^2H^5)^2 + J^2 = HgC^2H^5J + C^2H^5J.$$

Если действовать иодистоводородною кислотою, то происходит в сущности та же самая реакция, но водород не входит в металлоорганическое соединение, а образуется предельный углеродистый водород:

$$Hg(C^2H^5) + HJ = HgC^2H^5J + C^2H^6.$$

Это — та реакция, которой пользовались для замещения одного пая углеводородной группы галоидом. Так поступают еще, когда хотят вытеснить органическую группу галоидом; при этом происходит соль со всеми ее свойствами. Должно заметить, что никогда и ни в каком случае водород не входит в металлоорганические соединения, а всегда образуется водородистый этил. Следовательно, для получения C^2H^6 можно употреблять не только способ нагревания цинка с иодистым этилом, но также и сейчас приведенный.

Металлоорганические соединения свинца содержат на удвоенный пай Pb четыре пая органической группы [например $(C^2H^5)^4$]. Из последнего видно, что свинец есть четырехатомный металл. Свинец соединяется с кислородом и образует перекись, но она отличается от прочих перекисей тем, что не разлагается при высоких температурах; она даже образуется при них. Свинцовые металлоорганические соединения происходят при действии на хлористый свинец иодистым этилом, амилом и т. д. Здесь происходит двойное разложение. Мы не будем описывать этих соединений.

Гораздо более разнообразия замечаем мы в металлоорганических соединениях 3-го класса, которые содержат элементы, способные образовать кислоты, как Sn, As, Sb и т. д. Этот класс подходит к металлоидам, так что нельзя найти границу между галоидными органическими соединениями и этими. Теллур, селен, сера и кислород представляют меньшую постепенность, но здесь существует постепенность

ясная и видная. Все соединения этого ряда представляют между собою большое сходство, поэтому опишем здесь только оловянные и мышьяковистые металлоорганические соединения.

Вопрос о природе этих соединений считался чрезвычайно запутанным, тем более, что по составу нельзя было видеть правильной соответственности; это длилось до тех пор, пока не явились исследования Кагура. Он показал, что все металлоорганические соединения олова представляют один и тот же тип, т. е., будучи отнесены к одному и тому же объему пара, представляются одними и теми же формулами. Для этого необходимо определить их плотность пара. Постараемся это уяснить, показав приготовление оловянно-металлоорганических соединений. $SnCl^4$ (летучая *Либавиева жидкость*) — есть предельное соединение олова с хлором. Исходя из него, мы можем предугадать следующие соединения:

$SnCl^4$

1) $SnXCl^3$ — хлористый станноэтил
2) SnX^2Cl^2 — » станнбиэтил
3) SnX^3Cl — » станнтриэтил
4) SnX^4 — » станнтетраэтил

} где X — этил.

1, 2 и 3 соединения представляют свойства солей, отвечающих металлу, и образуют целый ряд гомологических соединений. В SnX^3Cl легко можно заместить хлор водяным остатком (HO); при этом получается *водная окись станнтриэтила* $SnX^3(HO)$. Всего характернее то, что существуют эти металлоорганические соединения в свободном состоянии и получаются таким же образом, как и металлы. Так, чтобы приготовить из хлористого станнтриэтила свободный станнтриэтил, нужно действовать на SnX^3Cl цинком. Здесь необходимо заметить, что соединения $Sn(C^2H^5)^3$ быть не может, потому что приходится нечетное число паев водорода; по этой причине необходимо эту формулу удвоить $Sn^2(C^2H^5)^6$ (общая формула будет Sn^2X^6). Вследствие этого все оловянные соединения (органические) изобразятся так:

$$Sn^2X^2,\ SnX^2,\ Sn^2X^6,\ SnX^4.$$

По старым паям имеем: Sn^2XCl^3, $SnXCl$, SnX^2Cl.

Но здесь не видим никакого соотношения между этими соединениями. Их изучение было затруднительно по только

что описанной причине, да кроме того и потому, что станнэтилы имеют весьма неприятный запах и даже ядовиты. Очищение их тоже весьма не легко. Представим себе, что получили каким-нибудь образом соединение, например станнтриэтил. Действуя на последнее хлором, имеем C^2H^5Cl и хлористый *двустаннэтил*: если желаем итти наоборот, действуем на хлористое соединение станнбиэтила. Следовательно, стоит иметь только одно соединение, остальные получаются тогда, как видели, весьма легко. Исходный пункт для приготовления всех соединений следующий: приготовляют сплав Sn с Na, нагревают его в колбе с иодистым этилом C^2H^5J и перегоняют. При употреблении сплава, богатого натрием, получается обыкновенно иодистый станнтриэтил $Sn(C^2H^5)^3J$ и свободный станнтриэтил $Sn(C^2H^5)^3$. [Натрий отнимает иод от $Sn(C^2H^5)^2J$ и образует $Sn(C^2H^5)^3$].* Из $Sn(C^2H^5)^3J$ при действии цинкэтила легко получается последнее соединение $Sn(C^2H^5)^4$:

$$Sn(C^2H^5)^3J + Zn(C^2H^5)^2 = Sn(C^2H^5)^4 + ZnC^2H^5J.$$

Только одни монометиловые оловянные соединения нехорошо исследованы.

SnX^2, SnX^3 суть ненасыщенные оловянные соединения; поэтому-то они легко окисляются, т. е. соединяются с кислородом и хлором и переходят таким образом в предельные соединения.

Мышьяк образует также большое количество металлоорганических соединений.

Какодил, или *алькарзин*, получается при сухой перегонке уксуснощелочных солей с мышьяковистою кислотою (As^2O^3). Бунзен исследовал продукты перегонки и показал, что при этом образуется соединение состава $[As(CH^3)^2]^2$ — *арсенбиметил*, или *какодил*, или *алькарзин*. Какодил, как показал Бунзен, подобно металлам, прямо соединяется с кислородом, хлором и пр. и дает, например с кислородом, $[As(CH^3)^2]^2O$. Это соединение есть как бы окись и может переходить в *какодиловую* кислоту $As(CH^3)^2O(HO)$ (подобно Mn и Cr). Затем было исследовано много разнообразных соединений мышьяка с метилом. Все они, подобно оловянным соединениям, представляются очень просто. $AsCl^3$ и $AsCl^5$ служат для изображения мышьяковоорганических соединений; из них $AsCl^5$ не известно; но есть мышьяковая кислота As^2O^5. Судя по аналогии, можно предположить существование $AsCl^5$.

* Квадратные скобки принадлежат Д. И. Менделееву, [*Прим. ред.*].

и промежуточных соединений $AsCl^2$ и $AsCl^4$, которые также не известны, между тем как известны металлоорганические соединения, им соответствующие. Если мы рассмотрим мышьяковоорганические соединения, то все уяснится. Наиболее прочные соединения соответствуют $AsCl^3$:

$AsCl^3$
$AsXCl^2$
AsX^2Cl
AsX^3.

Они не изменяются от температуры, но улетучиваются и имеют способность соединяться с другими элементами и образовать соединения типа AsX^5

$AsCl^5$
$AsXCl^4$
AsX^2Cl^3
AsX^3Cl^2
AsX^4Cl
AsX^5.

Крайние соединения не известны. Самое прочное из всех этих соединений есть AsX^4Cl.

Чтобы выразить соотношение между AsX^3 и AsX^5 (где X может быть органическая группа, хлор и т. д.), нужно указать на следующие обстоятельства: AsX^3 способно соединяться не только с хлором, но и с галоидным соединением: так AsX^3 с XCl образует AsX^4Cl, т. е. соединение, соответствующее $AsCl^5$. При высокой температуре происходит обратная реакция; так

$$AsX^4Cl = AsX^3 + XCl.$$

Таким образом, имея одно соединение, можно получить другое.

AsX^4Cl при перегонке дает AsX^3, которое, соединяясь с хлором, образует AsX^3Cl^2; это при перегонке дает AsX^2Cl. Исходным пунктом будет соединение AsX^4Cl, соответствующее нашатырю NH^4Cl. Это есть соль со всеми свойствами нашатыря, даже кристаллизуется одинаково с ним. В воде оно растворяется подобно нашатырю. AsX^4Cl получается, если сплав As с Na будем нагревать с иодистым этилом или метилом; при этом иод соединяется с натрием, образуя иодистый натрий, а мышьяк — с органической группой:

$$AsNa^3 + 4XJ = 3NaJ + AsX^4J.$$

В этом случае образуются всевозможные соединения типа AsX^5. От прибавления нового количества XJ продукты, соответствующие AsX^3 и неизбежно присутствующие при описанной операции, отделяются при перегонке, и мы получаем чистое AsX^4Cl. Это нашатыреобразное соединение весьма замечательно в том отношении, что существует в огромном количестве в большом числе соединений. При действии на него водною окисью серебра и воды получается $AsX^4(HO)$, соответствующее водной окиси аммония $NH^4(HO)$. Этим подтверждается аммониакальная теория.

Сурьмяновые соединения чрезвычайно схожи с мышьяковыми.

Упомянем еще о *кремневоэтиловых* соединениях. Кремнеэтил получается действием цинкэтила $Zn(C^2H^5)^2$ на хлористый кремний. Он точно так же, как мышьяковистые и оловянные соединения, представляет случай постепенного замещения между Cl и C^2H^5. Возьмем пример для сравнения:

$$Sn(C^2H^5)^4,\ Si(C^2H^5)^4,\ C(C^2H^5)^4 = C^9H^{20}$$

(принимая пай Si = 28).

Эти соединения представляют весьма близкие свойства. При замещении C^2H^5 хлором замечается еще более аналогии не только по строению, но и по свойствам:

$$C(C^2H^5)^3Cl,\ Sn(C^2H^5)^3Cl,\ Si(C^2H^5)^3Cl.$$

Во всех их хлор замещается остатком воды (HO).

$C(C^2H^5)^3(HO)$	$Sn(C^2H^5)^3HO$	$Si(C^2H^5)^3HO$
Это не имеет щелочной реакции и не представляет резкой способности соединяться с кислотами.	Это — щелочь, легко соединяется с кислотами.	Это — промежуточное тело.

Непредельные углеродистые водороды

За предельным рядом углеродистых водородов C^nH^{2n+2} следует ряд C^nH^{2n}. Этот последний несравненно меньше изучен, чем предельный.

Членами ряда C^nH^{2n} будут:

CH^2 — метилен,
C^2H^4 — этилен, или маслородный газ,
C^3H^6 — пропилен,

C^4H^8 — бутилен
C^5H^{10} — амилен и т. д.

Все они представляют один и тот же состав, и этот случай изомерии носит название *полимерности*,* а тела эти называются *полимерами*. Они представляют возможность переходить одно в другое, и замечательно то, что никогда высшие гомологи не переходят в низшие и, если бывают случаи, то это происходит от действия жара вследствие разложения. Низший гомолог — метилен CH^2 до сих пор не получен, и каждый раз, когда надеялись его получить, получали этилен C^2H^4 или пропилен C^3H^6.

Главною характеристикою этого ряда служит способность прямо соединяться 1) с галоидами и образовать предельные соединения, 2) с галоидными кислотами, 3) с серною кислотою и т. д. Например, маслородный газ, соединяясь с хлором, образует $C^2H^4Cl^2$.

Это — *хлористый этилен*, или *жидкость голландских химиков*. Соединяясь с галоидной кислотой, этилен образует C^2H^4HJ.

Жидкость голландских химиков по составу сходна с C^2H^4ClCl — хлорохлористым этилом.

Из C^2H^6 и C^2H^4 можно получить:

$$C^2H^5J \ldots C^2H^5J$$
$$C^2H^4J^2 \ldots C^2H^4J^2.$$

Эти соединения не тождественны, но только изомерны. Вышеуказанная способность непредельных углеродистых водородов служит практически для отделения их от предельных. Так, светильный газ, получающийся из смол и других продуктов при перегонке, заключает в себе много предельных и непредельных углеродистых водородов; для отделения их стоит только пропустить хлор, который соединяется с непредельными, на предельные же не действует.

Непредельные углеродистые водороды не встречаются в природе; они получаются из предельных различными способами.

Общий способ получения следующий: берут галоидное соединение, отвечающее предельному углеродистому водо-

---

* Ряд этиленовых углеводородов рассмотрен Д. И. Менделеевым как «случай изомерии», который носит название полимерности. Позже термин **полимерности получил** другое содержание, а ряд этиленовых углеводородов стали считать обычным гомологическим рядом. [*Прим. ред.*].

роду, например $C^nH^{2n+1}Cl$, и пропускают его через накаленную трубку; при этом предельный углеродистый водород разлагается на

$$C^nH^{2n+1}Cl = HCl + C^nH^{2n}.$$

Этот способ не практичен, и потому обыкновенно получение непредельных углеродистых водородов производится следующим образом: берут спирт $C^nH^{2n+1}(HO)$ и действуют на него серною кислотою, фосфорным ангидридом или хлористым цинком (веществами, легко отнимающими воду). При этом получается:

$$C^nH^{2n} + H^2O.$$

Взяв, например, серной кислоты и древесного спирта, имеем не только соответствующие, но и другие углеродистые водороды (легкие эфирные масла).

Мы уже выше заметили, что гомологи этого ряда способны соединяться с галоидами и галоидными кислотами, например $C^2H^4Br^2$, $C^3H^6J^2$, $C^4H^8Cl^2$ и т. д.

Так как это вопрос большой важности, то мы намерены разобрать его пообстоятельнее. Возьмем частный пример, именно соединение маслородного газа с хлором. Для получения *хлористого этилена* пропускают C^2H^4 через смесь, служащую для добывания хлора, т. е. через $NaCl$, MnO^2, H^2SO^4. При нагревании отделяется $C^2H^4Cl^2$. Еще легче получается *бромистый этилен* $C^2H^4Br^2$. Для этой цели пропускают C^2H^4 в вульфову склянку с бромом, пока жидкость — пространство (внутреннее) банки не обесцветится. При этом образуется бромистый этилен $C^2H^4Br^2$ — жидкость, кипящая при 132°.

Для получения этилена *иодистого* $C^2H^4J^2$ поступают так: берут сосуд со спиртом и помещают в него большое количество иода (в избытке, так, чтобы последний не растворился). Затем пропускают в раствор маслородный газ C^2H^4, постоянно взбалтывая. Сначала реакция идет медленно, но по мере растворения иода она ускоряется, и спиртовый раствор иода обесцвечивается. Таким образом получается спиртовый раствор иодистого этилена. При отгонке спирта имеем уже кристаллическое вещество, плавящееся при 75°.

Температуру кипения нельзя определить, потому что иодистый метилен при перегонке разлагается. Таким же образом получаются и другие галоидные соединения этого ряда. Все галоидные соединения тяжелее воды и почти

все перегоняются без разложения за исключением иодистого этилена. Они чрезвычайно постоянны, так, например, иодистый этилен относительно света непостоянен, но щелочи и кислоты на него не действуют и не разлагают его. Избыток галоидов также мало действует.

Галоиды в них можно заставить вступать в реакции с другими телами; например бромистый этилен, не изменяющийся от водного раствора KHO, от спиртового раствора этой щелочи разлагается; бромистый этилен выделяет бромистый водород и получается *бромоэтилен*

$$C^2H^4Br^2 - HBr = C^2H^3Br.$$

Это производится следующим образом: приготовляют крепкий раствор KHO и на него наливают слой спирта таким образом, чтобы не происходило смешения; после этого по капле приливают $C^2H^4Br^2$. Происходящий при этом HBr отдает бром калию, причем получается KBr.

Бромоэтилен есть вещество весьма летучее, легко перегоняющееся и, сильно охлажденное, представляет жидкость, кипящую при 20°; она сходна не только по составу, но и по реакциям с маслородным газом. Что они сходны по составу, это видно по формуле, так как бромоэтилен есть маслородный газ C^2H^4, в котором один пай водорода замещен бромом, C^2H^3Br; и этот бромоэтилен сохраняет реакции маслородного газа. Он точно так же соединяется с галоидом, как и сам маслородный газ, например

$$C^2H^4Br^2,\ C^2H^3Br^3.$$

Этот C^2H^3Br, подобно бромистому этилену $C^2H^4Br^2$, реагирует с спиртовым раствором KHO и выделяет BrH, а потому имеем:

$$C^2H^3Br^3 - HBr = C^2H^2Br^2$$
$$C^2H^2Br^4 - HBr = C^2HBr^3$$
$$C^2HBr^5 - HBr = C^2Br^4$$
$$C^2Br^6.$$

Все они заключают галоид, сравнительно трудно вступающий в реакцию. Этиловонатровые соединения реагируют гораздо энергичнее на все эти продукты, чем спиртовой раствор KHO. (Этилат натрия получается действием металлического натрия на этиловый спирт, причем образуется тело состава C^2H^5NaO). Действуя им на бромистый этилен, получаем:

$$2C^2H^5NaO + C^2H^4Br^2 = \underset{\text{этил}}{(C^2H^5)^2}\underset{\text{этилен}}{(C^2H^4)O^2}{}^{*} + 2NaBr.$$

Но соединения C^2H^3Br, $C^2H^2Br^2$ реагируют иначе; при этом получается *ацетилен* C^2H^2.

С солями серебра или другими почти не реагируют хлористые соединения этого ряда, а если и реагируют, то с большою трудностью. Продукты же $C^2H^4Br^2$, $C^2H^3Br^3$ и т. д. реагируют легко. Чтобы происходило разложение, нужно нагревание вести продолжительное время. При этом происходит следующее:

$$C^2H^4Br^2 + \underset{\substack{\text{уксуснокалиевая}\\ \text{соль}}}{2C^2H^3KO^2} = \left.\begin{matrix} C^2H^3 \\ C^2H^3 \end{matrix}\right\} C^2H^4 \left\{\begin{matrix} O^2 \\ O^2 \end{matrix}\right. + 2KBr.$$

Если берут серебряную соль, то нагревают иодистый этилен с уксусносеребряною солью $C^2H^3AgO^2$; получается иодистое серебро и соединение, подобное предыдущему. Говоря об этих соединениях, нельзя не заметить, что они представляют [пример] изомерности. Возьмем опять такой частный случай. $C^2H^4Br^2$ может быть получен двояким образом: во-первых, из C^2H^4, как было указано выше, и, во-вторых, из этилового спирта C^2H^6O, в котором, замещая HO бромом, имеем C^2H^5Br.

Замещая в этом последнем водород бромом, получим $C^2H^4Br^2$. Эти два продукта одинаковы по составам, но различны по свойствам. Так, замещая в $C^2H^4Br^2$ (полученном из C^2H^4) бром водяным остатком, что достигается, если его будем нагревать с уксусною солью, и потом на образовавшееся соединение действуя щелочью, [считаем], что происходит следующее:

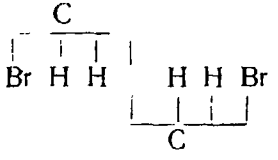
$$C^2H^4Br^2 + 2C^2H^3KO^2 = \left\{\begin{matrix} C^2H^3 \\ C^2H^3 \end{matrix}\right\} C^2H^4 \left\{\begin{matrix} O^2 \\ O^2 \end{matrix}\right\} + 2KBr.$$

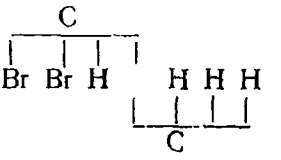
$$\left.\begin{matrix} C^2H^3 \\ C^2H^3 \end{matrix}\right\} C^2H^4 \left\{\begin{matrix} O^2 \\ O^2 \end{matrix}\right\} + Ba(HO)^2 = \left\{\begin{matrix} C^2H^3 \\ C^2H^3 \end{matrix}\right| Ba \left\{\begin{matrix} O^2 \\ O^2 \end{matrix}\right\} + C^2H^4(HO)^2,$$

т. е. получается гликоль; а из $C^2H^4Br^2$, образованного из C^2H^6O, получается тоже гликоль, но он тотчас же разлагается на алдегид C^2H^4O и H_2O, и поэтому последний продукт в отличие от первого называется *бромистым этили-*

* Название $(C^2H^5)^2(C^2H^4)O^2$ этилэтилен ошибочно, это — диэтиловый эфир этиленгликоля. [*Прим. ред.*].

деном. Изомерность этих двух тел поясняется и теоретическим воззрением, которое мы имели прежде. Замещая два пая водорода галоидом, имеем два продукта:

1) 

2) 

или

$$1)\ \left.\begin{matrix}CH^2Br\\CH^2Br\end{matrix}\right\}\quad 2)\ \left.\begin{matrix}CH^3\\CHBr^2\end{matrix}\right\}$$

3-го изомера представить нельзя.

Спрашивается, что [из двух этих соединений] будет бромистый этилен и бромистый этилиден? Чтобы узнать это, нужно сличить реакции обоих тел. От бромистого этилена можно отнять HBr; другая частица HBr тоже выделяется, но несравненно труднее. Из бромистого этилидена нельзя выделить HBr, но Br^2 легко выделяется, и, что замечательно, два пая брома выделяются в одно и то же время. Из этого видно, что оба пая брома в бромистом этилидене находятся в одинаковых условиях. Значит, бромистый этилиден будет $\left\{\begin{matrix}CH^2Br\\CHBr^2\end{matrix}\right.$.

Не считаем нужным останавливаться на деталях, принадлежащих к этой группе, тем более, что они не имеют применения. Поэтому перейдем к следующему ряду.

Ряд ацетилена

За рядом C^nH^{2n} следует ряд C^nH^{2n-2}. Открытие членов этого ряда принадлежит последнему времени; поэтому понятно, что здесь представляется много неясностей. Сюда относятся следующие углеродистые водороды:

C^2H^2 — ацетилен
C^3H^4 — аллилен
C^4H^6 — кротонилен
C^5H^8 — валерилен и т. д.

Высшие гомологи этого ряда получаются при сухой перегонке каменного угля. Из низших гомологов ацетилен был первый исследован. Он образуется при разложении многих органических веществ. Он находится в светильном

газе, запах которого и светящая способность зависят отчасти от ацетилена, отчасти от других примесей.

Органические вещества при действии жара обыкновенно дают ацетилен. Так, если пары обыкновенного спирта пропускать чрез накаленную трубку, то получается C^2H^2 в значительном количестве. Если из пламени свечи вытянуть аспиратором воздух, то там открывается ацетилен. Если светильный газ зажечь так, чтобы он горел в нижней части горелки, получается также ацетилен. Он образуется также чрез непосредственное соединение углерода и водорода; так, если будем пропускать чрез два угля, помещенных в пространстве, наполненном водородом, гальванический ток, то при этом образуется светящаяся дуга, которая происходит от раскаленных частей угля. Эти частицы способны соединяться с водородом, причем образуется один только продукт C^2H^2; уголь при этом как бы горит в водороде. Все эти способы получения ацетилена при действии жара показывают, что он есть продукт весьма прочный и, кроме последнего случая получения, всегда смешан с другими углеродистыми водородами. Чтобы получить ацетилен в отдельности, пользуются его способностью соединяться даже с металлами и металлическими солями. Так, если взять раствор азотносеребряной соли в аммиаке, то из ацетилена, смешан[ного] с друг[ими] продукт[ами], выделяется гремучий порошок (C^2Ag^2), который, растворяясь в соляной кислоте, отделяет газ состава C^2H^2.

Рациональный способ получения ацетилена и его гомологов следующий: отнимают от этилена и его гомологов галоидную кислоту; и при этом происходит:

$$C^nH^{2n-1}Br - HBr = C^nH^{2n-2}.$$

Это отнятие производится этилатом или амилатом натрия:

$$C^2H^3Br + C^5H^{11}NaO = NaBr + C^5H^{12}O + C^2H^2.$$

Все члены этого ряда имеют характерный запах и способны соединяться как с галоидами, так и с галоидными кислотами. Да это и должно быть так:

$$C^2H^2 + Br^2 = C^2H^2Br^2$$
$$C^2H^2 + Br^4 = C^2H^2Br^4 \quad \text{(кристаллич. тело)}$$
$$C^2H^2 + HJ = C^2H^2HJ$$
$$C^2H^2 + 2HJ = C^2H^2H^2J^2$$

Но эти реакции не довольно полно исследованы.

Ряд C^nH^{2n-4}

За рядом ацетилена следует ряд C^nH^{2n-4}. Представителем этого ряда должно считать терпентинное масло, состава $C^{10}H^{16}$. Углеродистый водород, состава C^5H^6, получен из амилена, но хорошо не известен. Рационального способа получения этого ряда нет. Углеродистые водороды, состава $C^{10}H^{16}$, находятся в большом количестве в природе. Различные эфирные масла имеют этот состав, равно как и скипидары, и терпентинные масла. Мы укажем общие свойства этого ряда. *Эфирные масла* находятся готовыми в пахучих частях растений. Они весьма летучи и легко испаряются; это зависит от того, что давление их пара при обыкновенной температуре весьма значительно.

Чертеж 9.

Жирные масла не летучи. Для отделения их от эфирных масел стоит только оставить на бумаге каплю жидкости, при этом последние улетучиваются, а первые нет.

Для приготовления эфирных масл поступают так: кладут на решетку в перегонном кубе пахучие части растений (для того, чтобы они не пригорали, наливают воды и кипятят). Вследствие высокой температуры пары воды уносят эфир в холодильник, где он собирается в верхних частях. Для того чтобы собрать масло, а не воду, употребляют венецианскую кружку, которая служит в одно время и приемником; она представлена на черт. 9.

Эфирные масла, полученные из различных растений, весьма не одинаковы. Многие из них служат для составления ароматических мазей, амбры и т. д., многие употребляются в медицине. Что касается до состава, то большинство представляет смесь двух веществ: кристаллического и жидкого. Кристаллическое вещество есть кислородное соединение, жидкое — углеродистый водород, состава $C^{10}H^{16}$. Количества того и другого начала в маслах не одинаковы. Так, есть масла, которые содержат только одни углеродистые водороды, например *лимонное масло*. Кристаллическое вещество называется *стеароптеном*, а жидкое — *элаоптеном*.

Углеродистые водороды, находящиеся в эфирных маслах, представляют много общих свойств. Так, они кипят от 150 до 170°, легче воды, растворимы в спирте, мало или совсем не растворимы в воде; на воздухе легко *осмоляются*, что

зависит от окисления; всем им свойственно озонировать воздух, и измененный кислород они растворяют. Это дало возможность определить плотность озона. Кроме всего, эти углеродистые водороды способны окислять тела; так, индиго обесцвечивается в прикосновении с ними. Озонируя кислород воздуха, эфирные масла в то же время и освежают воздух; последнее зависит от окисления различных миазм. Эфирные масла в этом случае действуют подобно белильной извести, хлору, марганцовокислому кали. По той же причине *скипидар* (самое дешевое эфирное масло) употребляется для лаков. Именно он способствует высыханию олифы или вареного льняного масла. Олифа при этом соединяется с кислородом воздуха.

Терпентинное масло заключается в бальзаме хвойных дерев. Бальзам есть жидкий продукт, вытекающий из надрезов многих растений. Он заключает летучие и нелетучие масла, чем и отличается от эфиров. Для искусственного добывания *живицы* или *терпентина* делают вырезку в хвойных деревьях (в виде буквы *v*). К деревьям подвешивают коробки. Терпентин разделяют перегонкой. То, что в нем составляет жидкую и летучую часть, называют *скипидаром*, а твердое смолистое вещество, остающееся после перегонки — *канифолью*. В Норвегии в лесистых местах; в гористых странах, лежащих к северу от Адриатического моря (*венецианский терпентин*), производится огромное количество терпентина. В последнее время во Франции (на юге — в Ландах) обратили большое внимание на этот отдел промышленности. Он тем более выгоден, что деревья не портятся при извлечении из них терпина. Собранная живица, или терпентин, представляет различные качества, смотря по роду деревьев и времени собирания. Терпентин, полученный весною и осенью, считается лучшим.

Перегонка терпентина производится следующим образом: если терпентин жидкий, то предварительно дают ему отстояться в теплом месте, после чего его фильтруют чрез солому и затем производят самую перегонку в кубе с водою. При этом скипидар уносится с парами воды, а канифоль остается. Если живица твердая, то ее не подвергают предварительной обработке, а кладут прямо в корзины, которые ставятся над кубом и нагреваются, причем живица плавится и капает в куб. Это самый рациональный способ получения — он имеет применение во Франции (*французский терпентин*).

Кроме вышеупомянутого способа есть и другие, которые употребляются у нас, в Америке и других частях Европы.

Это — способ сухой перегонки смолистых дерев. Для этой цели сдирают с некоторой высоты кору хвойных дерев и дают последним стоять на корню; одним словом приготовляют *осмол*. Дерево, таким образом подготовленное, подвергается сухой перегонке, результатом которой будет *деготь*. Этот последний при возвышенной температуре дает *черную канифоль* и *скипидар*, или *терпентинное масло*.

Русский скипидар отличается от французского следующим: первый с соляной кислотой не образует кристаллического вещества, последний образует; русский (и американский) скипидары отклоняют плоскость поляризации вправо, французский же — влево. Эти отличия зависят отчасти от высокой температуры перегонки дегтя.

Скипидар, свежеприготовленный, не растворяет почти каучука: несколько же раз перегнанный — растворяет его.

Чистая *канифоль* получается чрез перегонку смоляного остатка.

Терпентинное масло кипит при 155°; удельный вес его = = 0.86; в воде не растворимо; с безводным спиртом смешивается во всех пропорциях, а с водным — мало. Раствор 30% скипидара в 70 объемах 90° спирта называется *камфином*. Последний употреблялся прежде для освещения. Что касается до реакций терпентинного масла, то они весьма сложны и запутаны. Это зависит от того, что само терпентинное масло легко изменяется в своих свойствах. Если скипидар смешать с серною кислотою и оставить на некоторое время, то после перегонки он изменяет свои свойства. В первой части получается *теребен*, имеющий довольно приятный запах; удельный вес его = 0.8, температура кипения 160°; во второй части — *колофен*, густая жидкость, кипящая около 310°, обладающая *дихроизмом*; удельный вес = 0.9.

Сухая соляная кислота поглощает терпентинное масло. Эта способность развивается очень ясно, потому что происходит повышение температуры. Одни терпентинные масла ($C^{10}H^{10}$) требуют один пай соляной кислоты, другие — два пая. Даже одно и то же терпентинное масло, будучи перегнано, может соединяться с одним и двумя паями соляной кислоты. Замечательно при этом то, что в одних видах образуются кристаллические продукты, в других — кристаллические и жидкие, в третьих — жидкие. Эти продукты также разнятся между собой, как и терпентинные масла.

Французское терпентинное масло, поглощая на ходу соляную кислоту, дает кристаллический продукт — *искусственную камфору* $C^{10}H^{16}HCl$. Она имеет вид и запах кам-

форы. Вместе с этим кристаллическим соединением получается и жидкое вещество того же состава. Отношение между твердым и жидким продуктом весьма различно; оно зависит даже от той температуры, при которой образуются эти соединения. Терпентинное масло из осмола лишено способности давать с соляной кислотой кристаллический продукт; при этом получается только одно жидкое вещество.

Искусственная камфора есть тело, сравнительно постоянное, потому что она плавится и перегоняется без разложения. Разлагая пары искусственной кислоты в накаленной трубке, получили многие видоизменения терпентинного масла. Между ними замечательно получение *камфена*. Бертело нашел, что терпентинное масло изменяется при 270°. Поэтому при разложении искусственной камфоры мы получим продукты видоизмененные. Для устранения этого Бертело поступил следующим образом: он нагревал смесь, состоящую из мыла и искусственной камфоры, до 230°. При этом щелочная соль (мыло есть щелочная соль высших жирных кислот) разлагается: едкое кали, реагируя с соляною кислотою, образует воду и хлористый калий; углеродистый же водород, состава $C^{10}H^{16}$, становится свободным. Это — *камфен*. Он сходен по физическим свойствам и виду с камфорой; плавится при 45°, кипит при 160°. Это ясно показывает, что камфора принадлежит к описываемому ряду:

камфен — $C^{10}H^{16}$,
искусственная камфора — $C^{10}H^{16}HCl$,
природная камфора — $C^{10}H^{6}O$.

Обыкновенная камфора есть *стеароптен;* она находится в соке камфорного дерева (Laurus camphora) подобно тому, как наша канифоль — в хвойных деревьях. Добыча ее производится подобно скипидару, т. е. подвергают перегонке или самое камфорное дерево, или вытекающий сок. Она легко уносится парами воды, как и все летучие вещества, входящие в состав эфирных масл. Камфора употребляется в медицине. Физические ее свойства: твердая, кристаллическая, плавящаяся при 170° (плавление необходимо производить в запаянной трубке, потому что камфора легко возгоняется); камфора отличается постоянством — много сильных реагентов на нее не действует, в этом она разнится от других стеароптенов. Соединяясь с кислородом, камфора обращается в *камфорную кислоту*, с которою мы познакомимся после. С фосфорным ангидридом камфора выделяет воду и *цимен*, $C^{10}H^{17}$, который относится к ароматическому ряду.

С обыкновенною или японскою камфорою сходна *борнейская камфора* $C^{10}H^{18}O$. Японской и борнейской камфоре, подобно терпентинному маслу, соответствует много изомеров. Так, в *лавендовом* масле и в масле перечной *мяты* находятся стеароптены, подобно борнейской камфоре. Борнейская камфора относится к обыкновенной так, как спирт к алдегиду:

$C^2H^6O - H^2O = C^2H^4$
$C^{10}H^{18}O - H^2O = C^{10}H^{16}$
$C^2H^4 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad C^{10}H^{16}$
$C^2H^5Cl \quad . \quad . \quad . \quad . \quad C^{10}H^{16}HCl$
$C^2H^4O \quad . \quad . \quad . \quad . \quad C^{10}H^{16}O$
$C^2H^6O \quad . \quad . \quad . \quad . \quad C^{10}H^{18}O$

Не следует терять из виду, что из скипидара можно получить камфен, как радикал целой камфорной группы. Химические реакции скипидарного масла важны тем, что помощью их мы можем получить такие видоизменения, которые встречаются в природе. Примерно таких соединений будет 20; всех их мы не будем разбирать, потому что это завлечет нас далеко. Об одном мы уже упомянули, именно о камфене. Скажем еще о *лимонном масле*. Если перегонять лимонные корки с водою, то в приемнике получаем $C^{10}H^{16}$ — *лимонное масло*. Оно способно соединяться с соляною кислотою, но при обыкновенной температуре с двумя паями, причем получается $C^{10}H^{16}(HCl)^2$.

Пользуясь этою способностью, можно получить лимонное масло и из терпентина. Если терпентинное масло или его гидрат привести в соприкосновение с концентрированною соляною кислотою и оставить эту смесь на солнце, то образуется небольшое количество кристаллического вещества, состава $C^{10}H^{16}(HCl)^2$. Если это вещество перегонять со щелочью, то получается лимонное масло. Когда сохраняют терпентинное масло, полученное из живицы, в большом количестве в теплом месте, то образуются кристаллы с бороздчатыми плоскостями; главные поверхности доходят нередко до двух вершков. Такие кристаллы можно получать из скипидара живицы следующим образом: если выставить на солнце смесь, состоящую из терпентинного масла, слабой азотной кислоты и 80-градусного спирта, то по прошествии некоторого времени оседает кристаллический гидрат, подобный предыдущему, состава $C^{10}H^{16}3(H^2O)$. Это есть предельное соединение. Оно плавится при 103° и тогда уже начинает выделять воду. $C^{10}H^{16}3(H^2O)$ над серною кислотою в безвоздушном пространстве теряет один пай воды,

причем получается $C^{10}H^{16}2(H^2O)$. Гидрат $C^{10}H^{16}2(H^2O)$ плавится при 150°, кипит при 245°, перегоняется без всякого разложения. Обрабатывая это соединение соляною кислотою, имеем $C^{10}H^{16}2HCl$. Точно такое же соединение получается прямо из лимонного масла. Если $C^{10}H^{16}2(H^2O)$ будем нагревать с крепкою серною или соляною кислотами, то выделяется новый гидрат состава $(C^{10}H^{16})^2H^2O = C^{20}H^{32}H^2O$ — *терпиноль*.

При действии азотной кислоты на скипидар получаются разнообразные масла и мало исследованные кристаллические кислоты.

Терпентинному маслу соответствует много полимеров. Самый простой есть C^5H^8; за ним:

$C^{10}H^{16}$
$C^{15}H^{24}$
$C^{20}H^{32}$ и т. д.

Нужно сказать, что представители этих четырех соединений известны.

Колофен и теребен представляют состав терпентинного масла, но, так как они имеют плотность пара вдвое большую, то должны изображаться формулою $C^{20}H^{32}$. Состав масла из кубебы и копая есть $C^{15}H^{24}$. К первому разряду C^5H^8 относятся углеродистые водороды, весьма мало до сих пор исследованные. Замечательно то, что гуттаперча при сухой перегонке дает изопрен C^5H^8.

По составу к ряду терпентинного масла относятся еще *каучук* и *гуттаперча*. Они имеют в практике большое применение. Очень может быть, что каучук есть весьма высокий полимер терпентинного масла; но сказать это с определенностью нельзя, тем более, что в чистом виде он не получается; высокий пай составляет тоже большое препятствие (потому что малая ошибка в анализе дает большую ошибку в количестве элемента). Между каучуком и гуттаперчею много общего, состав же их различен, именно: гуттаперча содержит кислород.* Оба эти вещества суть произведения природы и именно образуются растениями. Каучук извлекается из молочного сока, вытекающего из надрезов разных тропических деревьев, преимущественно из молочайного семейства и смоковниц. Наилучший каучук получается из деревьев Siphonia elastica, растущих в области реки Амазонки. Этот каучук имеет гораздо лучшие качества, чем каучук, получаемый в Индии из фиговых растений (Ficus elastica и др.); он не так

* Гуттаперча отличается от каучуха пространственной конфигурацией, а по составу оба вещества тождественны. [*Прим. ред.*].

чист и упруг, как южноамериканский. В некоторых европейских растениях также находится каучук, но в весьма малом количестве и с многими посторонними примесями.

Молочный сок этих растений собирается в глиняные коробочки, привешиваемые к деревьям. Над этими коробочками делают надрез на дереве, и сок тотчас же вытекает из них. Сперва молочный сок поступал в продажу сухой, для чего брали сосуд из необожженной глины и окунали в этот сок, который пластом осаживался на них. Когда пласт высохнет (на солнце или от искусственного нагревания), повторяют то же действие, пока слой резины не получит желаемой толщины. Молочный сок состоит из прозрачной жидкости, в которой плавает множество шариков — это-то и есть каучук. Соединению их так же, как соединению жирных шариков животного молока, мешает вещество, похожее на яичный белок; эти шарики, подобно жирным, всплывают наверх. В соку находится 31—37% каучука и до 12% твердых веществ; остальное — вода.

Если хотят приготовить чистый каучук, то смешивают сок с водою (воды в 4—5 раз больше сока), оставляют в покое на 24 часа и потом нагревают. Поднявшийся на поверхность каучук кладут в холст и выжимают из него воду. Чистый каучук в тонких пластинках — белого цвета, в толстых слоях — желтоват.

Другой способ приготовления чистого каучука состоит в прессовании нечистой резины, причем получается более или менее однородная масса. При обыкновенной температуре каучук мягок, гибок и очень упруг; на холоду он теряет эти свойства, которые снова получает при нагревании. При медленном нагревании в кипящей воде мягкость, гибкость и упругость каучука увеличиваются, так что его можно значительно вытягивать. Бичевки и ремни, вытянутые из каучука при 35—40° и остуженные до 0°, тотчас же стягиваются, если нагреть их, прекратив натягивание.

Каучук плавится около 200°, при высшей температуре дает продукты сухой перегонки. Микроскопические исследования доказали, что вся масса каучука проникнута мелкими порами, которые более или менее легко наполняются жидкостями.

Каучук не растворим ни в воде, ни в спирте. Терпентинное и легкое каменноугольное масло, сернистый углерод и особенно смесь его со спиртом растворяют вполне каучук. Действием разных растворяющих веществ извлекли из него многие мало исследованные углеродистые водороды, из ко-

торых одни подходят по составу к терпентинному маслу, другие — к маслородному газу. Каучук употребляется на многие весьма полезные изделия. Из него приготовляют клапаны, трубки для проведения газа и пр. Чтобы каучук выдерживал различные температуры, т. е. не делался бы хрупким при незначительном холоде, не размягчался бы при высокой температуре, — для этой цели его *вулканизируют*, т. е. соединяют с серою. Это производится разминанием или окуныванием каучука в расплавленную (при 140—160°) или растворенную в сернистом углероде серу. Нужно наблюдать, чтобы серы было незначительное количество, потому что последняя легко кристаллизуется.

Гуттаперча получается, подобно каучуку, из молочайных деревьев, принадлежащих к роду Isonandra, Sapota и др., растущих в Ост-Индии и на соседних островах. Сок, вытекающий из деревьев, сгущается уже по прошествии нескольких минут. Прежде чем отвердеет необработанный сок, его месят руками, чтобы отделить водянистые частицы, и дают потом гуттаперче форму продолговатых масс (7—12 дюймов длины и 4—5 толщины).

Чистая гуттаперча обыкновенно серовато-белого цвета; поступающая же в продажу окрашена красновато-коричневым цветом, потому что кора при сборе нередко попадает в сок. Первоначальный цвет легко восстановляется, если процедим раствор гуттаперчи в хлороформе $CHCl^3$ или сернистом углероде и дадим ему свободно испариться. Гуттаперча собственно не имеет запаха или же слегка только пахнет кожею; сильный же иногда запах зависит от примеси различных веществ. Каучук и гуттаперча имеют много общих свойств: на них одинаково не действуют вода, спирт, кислоты и щелочи; растворяющие средства одни и те же. Лучше всего гуттаперча растворяется в хлороформе, в котором каучук только распускается. Она воспламеняется и, подобно каучуку, горит с сильною копотью; плавится при 150°. Нагретая выше этой температуры, она при охлаждении не отвердевает; при 180° градусах образуются продукты сухой перегонки.

Отличие гуттаперчи от каучука состоит в совершенном недостатке упругости и постоянстве, или стойкости, относительно теплоты. При обыкновенной температуре от 0—20° гуттаперча почти так же тверда, как каучук, долго лежавший на холоде. Ее очень трудно вытянуть; при сгибании она не вполне принимает первоначальную свою форму. При довольно, впрочем, низкой температуре гуттаперча делается

мягкой и способной к обработке: она гнется уже при 25°; при 48° ее можно мять, как воск, а при 56—60° она до того упруга, что ее можно вытягивать и сжимать в трубки, нитки и ленты. При охлаждении гуттаперча принимает прежнюю твердость и неупругость. Смягчать и приводить ее в твердое состояние можно сколько угодно раз, не причиняя ей ни малейшего вреда.

Употребление гуттаперчи более ограничено.

Оканчивая статью об углеродистых водородах, состава C^nH^{2n-4}, заметим, что при сухой перегонке гуттаперчи получается, между прочим, углеродистый водород состава C^5H^8 (*изопрен*). При перегонке каучука получается *каучин* $C^{10}H^{16}$. При обработке бромом и натрием он переходит в цимен $C^{10}H^{17}$.

Ароматический ряд C^nH^{2n-6}

Ароматический ряд весьма хорошо исследован и на нем остановимся дольше, чем на предыдущих, тем более что имеющиеся факты позволяют это. Представители этого ряда имеют немалый интерес, потому что получили в последнее время большое техническое значение. Сюда относятся:

C^6H^6 — *бензин*, или *бензол*, или *водородистый фенил*
C^7H^8 — *бензоэн* или *толуэн*
C^8H^{10} — *ксилен*
C^9H^{12} — *кумен* или *кумол*
$C^{10}H^{14}$ — *цимен* или *цимол*.

Мог бы существовать углеродистый водород C^4H^2; это соединение было бы весьма непостоянно, потому что невероятно, чтобы два пая водорода могли удерживать 4 пая углерода.

Не будем говорить о C^5H^4, существование которого более вероятно; но он весьма мало известен; сведения о нем смутны, даже, может быть, и не верны.

Прочие углеродистые водороды ароматического ряда получаются в большом количестве и приготовляются различными рациональными путями. Всего характернее и замечательнее тот способ, которым был получен *бензин* Мичерлихом. Бензин получен им из бензойной кислоты тем общим путем, каким болотный газ из уксусной кислоты и его гомологи из жирных кислот. Это ясно показывает, что бензин относится к бензойной кислоте, как болотный газ к уксусной, т. е. дает право считать бензин* аналогом болотного газа, что видно из параллелизма:

* Т. е. бензол. [*Прим. ред.*].

CH^4 (болотный газ) $\quad C^6H^6$ (бензин)

$C^2H^4O^2$ (уксусная кислота) $\quad C^7H^6O^2$ (бензойная кислота)

$\underbrace{CH^4}_{\text{болотн. газ}}\underbrace{CO^2}_{\text{углекислота}}$ » » $\quad \underbrace{C^6H^6}_{\text{бензин}}\underbrace{CO^2}_{\text{углекислота}}$ » »

Пропуская пары бензойной кислоты чрез накаленную трубку с известью, мы получаем бензин. Таким же образом получается и болотный газ из уксусной кислоты.

Если из болотного газа можно приготовить уксусную кислоту, то и из бензина получается бензойная кислота и притом совершенно одинакими приемами. На это есть несколько способов: действуя на бензин хлорокисью углерода, имеем:

$$C^6H^6 + COCl^2 = HCl + C^6H^5COCl.$$

Полученный хлорангидрид бензойной кислоты есть жидкое вещество, которое от действия воды разлагается:

$$C^6H^5COCl + H^2O = C^6H^6CO^2 + HCl.$$

Очевидно, что все гомологи бензойной кислоты дают гомологи бензина. Так, толуиновая кислота дает толуол и т. д.

Чтобы получить чистый бензин и его гомологи, всегда употребляют способ, только что указанный. Остановимся над техническим получением этих углеродистых водородов.

Углеродистые водороды ароматического ряда получаются при сухой перегонке каменного угля. Когда получают светильный газ, то в приемнике находится: водянистый слой, содержащий аммиачные соли, уксусную кислоту, древесный спирт, ацетон и многие другие вещества, растворимые в воде, и нерастворимое вещество — каменноугольный деготь, который есть смесь смолистых, в воде нерастворимых тел (фенол и его аналоги, бензин и его гомологи, парафин, нафталин и многие др.); в приборе остается кокс. Смолистый или дегтярный слой в настоящее время и есть источник огромных ветвей фабрикации. В прежние времена каменноугольный деготь отбрасывали. Да и теперь в некоторых местах, как, например, у нас в Петербурге, он чрезвычайно отягощает, потому что не везде он имеет применение.

Каменноугольный деготь подвергают перегонке, причем в первой порции будет жидкость, более легкая, чем вода

Она называется *легким каменноугольным маслом*. Из того-то продукта и добывают бензин и его гомологи. Во второй порции будет *тяжелое каменноугольное масло*, тонущее в воде и заключающее *креозот* или *фенол*. Каменноугольный креозот находит большое применение. Он идет не только на пропитывание дерева, но и на приготовление *фенола*, который употребляется в ветеринарии, как наружное средство. Фенол обладает способностью отнимать зловредный запах.

За отгонкой тяжелого каменноугольного масла идет *нафталин*, кристаллический продукт, часто остающийся в трубах. В перегонном кубе остается смола, известная под названием *каменноугольного асфальта*. Из этого вещества делают тротуары, поля, перемешивая асфальт с гравием или употребляя отдельно.

Легкое каменноугольное масло, взятое в отдельности, кипит при 80°; но эта температура непостоянна — она постепенно повышается до 180°. Собирая части, кипящие при различных температурах, получаем неодинакие продукты. Собирание производится обыкновенно после каждого повышения температуры на 5°. Когда получается много продуктов за раз, перегонку производят вторично; иногда перегонка производится несколько раз, пока не получат неизменного продукта. Бензин есть вещество, кипящее при 80°; но нередко собирают и ту часть, которая перегоняется при 90—100°. Удалить из бензина его гомологи новыми перегонками хотя и возможно, но затруднительно. Есть для этого другие средства: так, например, если бензин оставить на холоду при —10°, —20°, то выделяется кристаллическое вещество; это вещество подвергают плавлению и снова кристаллизуют. Производя это несколько раз, мы в состоянии будем выделить из бензина бензоэн или толуэн и вообще все его гомологи.

Свойства бензина, полученного из легкого каменноугольного масла, сходны со свойствами полученного из бензойной кислоты. Бензин есть подвижная жидкость с эфирносмолистым запахом, очень мало растворимая в воде, смешивающаяся со спиртом, эфиром, маслами, растворяющая углеродистые водороды и смолы; он горит ярким пламенем, кипит при 81°; уд. вес его = 0.8.

В продукте, кипящем при 100—110°, весьма много *толуэна* C^7H^8; его нельзя получить одною перегонкою в химически чистом виде. (Для технических целей достаточно раз перегнать толуол; для химических же работ такой толуэн не

годится). Толуэн, равно как и его гомологи, легко растворяется в серной кислоте, причем получается *сульфотолуэновая кислота* и т. п. Эта кислота дает с металлами кристаллические соединения. Пользуясь этим, можно получить толуэн в чистом виде, подвергая сухой перегонке сульфотолуэновую соль.

Собирая продукт, кипящий при 139°, получим *ксилен* C^8H^{10}. Этот, как и следующие за ним гомологи, получается в малом количестве, да кроме того очистка производится весьма трудно. Г-н Бейльштейн нашел между этими гомологами углеродистый водород, похожий на терпентинное масло. Все они при накаливании обугливаются. Когда мы подвергаем действию высокой температуры каменный уголь, то кроме бензина и его гомологов мы *всегда* получаем болотный и маслородный газы, стиролен, нафталин, ацетилен и водород. Из этого видно, что вышеназванные продукты должны стоять в связи по происхождению и что образование их не есть простой случай. Это последнее обстоятельство, вследствие работ Бертело, объясняется очень просто. Он показал, что достаточно иметь водород и ацетилен, чтобы получить все вышеназванные углеродистые водороды. Так ацетилен, пропущенный чрез накаленную трубку, изменяется, причем дает бензин. Бензин есть не что иное, как три раза взятый ацетилен:

$$3C^2H^2 = C^6H^6.$$

Тот же самый ацетилен, нагретый с водородом, дает маслородный газ, а маслородный газ способен при прокаливании давать болотный газ, отлагая уголь. Исходя из этого, мы видим, что, имея ацетилен и водород, можно получить бензин, болотный газ и маслородный [газ]. Затем получение других продуктов объясняется очень просто. Так, если будем пропускать чрез накаленную трубку бензин и маслородный газ, то получим *стиролен*:

$$C^6H^6 + C^2H^4 = \underset{\text{стиролен}}{C^8H^8} + H^2.$$

Если был избыток маслородного газа, то образуется еще *нафталин*:

$$C^6H^6 + 2C^2H^4 = C^{10}H^8 + H^6.$$

Теперь осталось нам еще объяснить образование гомологов бензина: толуэна, ксилена, кумена и т. д. Эта сторона в настоящее время уяснена весьма хорошо трудами гетин-

генской лаборатории. Бертело удалось получить из бензина некоторое количество толуэна. Он показал, что если бензин и болотный газ в момент образования привести в соприкосновение, то получается толуэн. Для этого стоит только взять смесь бензойнокислой соли и уксуснокислой и нагревать, тогда между разнообразными продуктами получается толуол:

$$C^6H^6 + CH^4 = C^7H^8 + H^2.$$

Следовательно, довольно иметь бензин и болотный газ, чтобы получить гомологи бензина. (Из толуэна весьма легко получаются остальные гомологи.) Так как водород и ацетилен находятся во всех продуктах горения (это доказано положительным образом), то и остальные вышеназванные вещества должны находиться здесь.

Остановимся на чистых реакциях получения гомологов бензина. Исходным пунктом для этого служит металептическое замещение. Если на бензин действовать хлором (эта реакция идет медленно, с иодом скорее) или иодом, то получаются разнообразные продукты: во-первых, происходит прямое соединение хлора с бензином: C^6H^6Cl, $C^6H^6Cl^2$, $C^6H^6Cl^6$; а, во-вторых, металептическое замещение, т. е. водород замещается хлором.

Если будем действовать бромом на бензин при высокой температуре, то, чтобы произошла реакция, требуется $1^1/_2$—2 недели; собирая продукты перегонки, кипящие при 150°, получим *бромобензин*:

$$C^6H^6 + Br^2 = C^6H^5Br + HBr.$$

Этот последний служит главным образом для превращения бензина в его гомологи. Бромобензин, равно как и хлоробензин, замечателен тем, что с солями серебра и свинца не реагирует. С одним телом он реагирует хорошо, именно с металлическим натрием (также и с калием). Эти металлы отнимают от бромобензина бром, причем получается *фенил*:*

$$2(C^6H^5Br) - Br^2 = (C^6H^5)^2 = C^{12}H^{10}$$

Фенил относится к группе C^nH^{2n-14}.

Если смешать C^6H^5Br с галоидным продуктом, отвечающим болотному газу (обыкновенно берут CH^3J), и на эту смесь действовать натрием, то получим:

* Теперь это вещество называется дифенил C_6H_5—C_6H_5. [*Прим. ред.*].

$$C^6H^5Br + CH^3J + 2Na = NaJ + NaBr + \left\{ \begin{matrix} C^6H^5 \\ CH^3 \end{matrix} \right.$$

$\left.\begin{matrix} C^6H^5 \\ CH^3 \end{matrix}\right\} = C^7H^8$ есть *метилистый фенил*, и соединение это как бы происходит из C^6H^6, в котором один пай водорода замещен метиловою группою. Но и толуол изображается формулою C^7H^8. Сравнения показали, что $\left.\begin{matrix} C^6H^5 \\ CH^3 \end{matrix}\right\}$ есть действительно тот самый толуол, который находится в каменноугольном дегте. Спрашивается теперь, что произойдет, если мы вместо иодистого метила возьмем иодистый этил? Очевидно, образуется $\left.\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\}$ этилфенил $= C^8H^{10}$. Ксилен тоже равен C^8H^{10}, но, несмотря на это, $\left.\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\}$ не есть ксилен, как показали сравнения. Впрочем это можно доказать и теоретически. Возьмем толуэн $\left.\begin{matrix} C^6H^5 \\ CH^3 \end{matrix}\right\}$. Что водороды здесь не одни и те же, видно из того, что, при замещении в группе C^6H^5 водорода хлором получается $C^6H^4Cl(CH^3)$, на которое соли серебра не действуют. Если мы вместо водорода в группе CH^3 поставим хлор, то получим соединение, реагирующее с солями серебра: $C^6H^5CH^2Cl$.

Употребляя вместо хлора метиловую группу, получим тоже два различные соединения:

$C^6H^4(CH^3)^2$ — двуметилированный бензол,

$C^6H^5CH^2CH^3$ — этилбензол.

Первое из этих соединений есть *истинный ксилен*, а второе — *этилфенил*.

Бейльштейн показал что, если на бензол или его гомологи действовать галоидом на *холоду*, то галоид замещает водород в бензоле. Так толуэн $\left.\begin{matrix} C^6H^5 \\ CH^3 \end{matrix}\right\}$ дает *хлоробензол* $\left.\begin{matrix} C^6H^4Cl \\ CH^3 \end{matrix}\right\}$. Если будем производить реакции при *высокой температуре*, то замещение произойдет в группе CH^3. Так, толуэн $\left.\begin{matrix} C^6H^5 \\ CH^3 \end{matrix}\right\}$ дает *хлоробензоэн** $\left.\begin{matrix} C^6H^5 \\ CH^2Cl \end{matrix}\right\}$ — жидкость, кипящую

* Ныне называемый хлористым бензилом. [*Прим. ред.*].

при 175°.

Канницаро показал, как было говорено выше, что последнее соединение реагирует с солями серебра и свинца, первое же — нет:

$$\underset{\text{хлоробензоэн}}{2(C^7H^7Cl)} + Pb(HO)^2 = \underset{\text{бензойный спирт}}{2[C^7H^7(HO)]} + PbCl^2.$$

В недавнее время показали, что при действии на хлоробензоэн окисляющих веществ получается *масло горьких миндалей*, или *алдегид бензойной кислоты*, C^7H^6O. Для этого нагревают C^7H^7 с азотною кислотою; вместо этой кислоты лучше употреблять азотную соль свинца.

Итак, о гомологах бензола мы можем сказать следующее: метилированный бензол есть толуол, двуметилированный — ксилен и т. д.

C^6H^6 — бензол
$C^6H^5CH^3$ — толуол
$C^6H^4(CH^3)^2$ — ксилен
$C^6H^3(CH^3)^3$ — кумол и. т. д.

Прежде чем перейти к другим вопросам, докажем вышеуказанное строение толуола, ксилена и т. д. на окислении. Окисляющие вещества на бензин или совсем не действуют, или действуют разрушающим образом. Это весьма характерный факт, он показывает, что в бензине водород находится в совершенно другом положении, чем в остальных углеродистых водородах. Из C^7H^8 и C^8H^{10} действием окисляющих веществ получается $C^7H^6O^2$ — *толуоловая кислота* и $C^8H^6O^4$ — *терефталевая кислота*:

$$C^7H^8 — C^7H^6O^2$$
$$C^8H^{10} — C^8H^6O^4.$$

Сравнивши эти формулы, мы видим огромнейшую разницу между образованием кислот $C^7H^6O^2$, $C^8H^6O^4$ из углеродистых водородов, но рациональные формулы нам показывают, что это и должно быть так.

Толуол $C^6H^5(CH^3)$; переходя от метиловой группы к карбониловой (это впоследствии будет объяснено), имеем: $C^6H^5(COHO) = C^7H^6O^2$ — толуоловая кислота.

Ксилол — $C^6H^4(CH^3)^2$; поступая, как прежде, имеем: $C^6H^4(COHO)^2 = C^8H^6O^4$ — терефталевая кис[лота].

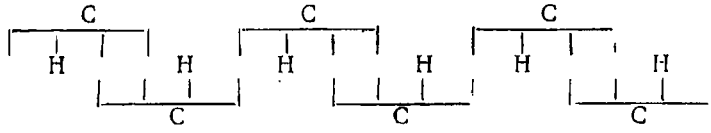
На основании того, что бензол не окисляется, толуол должен дать одноосновную, ксилол — двуосновную кислоты.

Кумол — $C^6H^3(CH^3)^3$; замещая CH^3 группой (COHO), имеем: $C^6H^3(COHO)^3 = C^9H^6O^6$.

Из этого видно, что окислы подтверждают вышеуказанное строение гомологов бензина.

Так как мы замечаем в бензине некоторую особенность, свойственную также целому ряду тел, от него происходящих, то не лишним считаем упомянуть о гипотетическом строении бензола.

Эта гипотеза принадлежит Кекуле. Она состоит в следующем: бензол есть тело ненасыщенное: значит, он может быть представлен таким образом, что или часть сродств его, которые могли бы быть удержаны водородами, остается свободною, или углероды соединяются вместо одного несколькими атомами. Тела первого вида должны представлять легкую способность достигать до предела (как маслородный газ). Бензин не находится в этом состоянии. По всей вероятности нужно сделать для него второе предположение, т. е. что атомы углерода соединяются несколькими сродствами:



По этому представлению все атомы углерода и водорода тождественны. Это подтверждается и на практике: так, замещая 1, 2... атома водорода хлором, получаем продукты, не реагирующие с солями серебра.

Описывать все углеродистые водороды ароматического ряда в отдельности мы не будем. Скажем еще только о *цимене.*

Цимен или *цимол* $C^{10}H^{14}$ находится в куминовом масле и масле римской ромашки. Куминовое масло есть смесь углеродистого водорода (цимена) и кислородного соединения (алдегид куминовой кислоты). Перегоняя куминовое масло при 170°, получим в дистиллате цимен. Действуя на куминовое масло едким кали, мы тоже можем отделить цимен, потому что алдегид при этом разлагается.

При действии на камфору $C^{10}H^{16}O$ фосфорным ангидридом отделяется вода и образуется цимен. Но углеродистые водо-

роды, приготовленные этими двумя способами, не тождественны. Возможность изомерии их весьма понятна. Исходя из одного бензола, мы можем предугадать несколько изомеров; в самом деле:

$$C^6H^2(CH^3)^4 = C^{10}H^{14}$$
$$C^6H^3(C^2H^5)(CH^3)^2 = C^{10}H^{14}$$
$$C^6H^4(C^2H^5)^2 = C^{10}H^{14}.$$

Который именно получится углеродистый водород из кумминового масла и камфоры — не известно.

Перейдем теперь к другим реакциям углеродистых водородов ароматического ряда, именно к их способности давать новые продукты с серною кислотою и азотною. Эти реакции весьма характерны и имеют немало значения. Если бензин, толуэн и его гомологи смешать с крепкою серною кислотою, то произойдет растворение, причем получаются кислоты. Мы будем говорить только о соединениях бензина, потому что гомологи его вступают в подобные же реакции:

$$C^6H^6 + H^2SO^4 = H^2O + C^6H^6SO^3.$$

$C^6H^6SO^3$ есть *сульфобензиновая кислота*. Она по составу равна бензину + ангидрид серной кислоты. Эта кислота одноосновная, потому что дает один ряд солей $C^6H^5MSO^3$; она образует растворимую баритовую соль. Обыкновенный способ получения этой кислоты следующий: растворяют бензин в серной кислоте, разбавляют водою, прибавляют к раствору углебариевой соли ($BaCO^3$), отчего образуется баритовая соль, которую разлагают серною кислотою. $(C^6H^5)^2Ba(SO^3)^2$ кристаллизуется. Эта соль с серною кислотою дает свободную сульфобензиновую кислоту.

Не прямо, а косвенным путем есть возможность получить *двусульфобензиновую кислоту* $C^6H^6S^2O^6$. При действии на бензойную кислоту $C^7H^6O^2$ серным ангидридом образуется $C^7H^6SO^5$, двуосновная *сульфобензойная кислота*, которая от действия дымящейся серной кислоты выделяет углекислый газ и дает:

$$C^7H^6SO^5 + SO^3 = C^6H^6S^2O^6 + CO^2.$$

двуоснов[ая] двусульфобензиновая кислота

Прибавляя к углеводородистой группе SO^3, мы увеличиваем ее основность; так с одним паем SO^3 будет одноосновная кислота, с двумя — двуосновная и т. д. Этот факт важен по тому соотношению, которое он представляет с органическими кислотами. Органическая кислота есть углеродистый водород + элементы CO^2. Увеличивая количество CO^2 на единицу, мы в то же время увеличиваем и основность кислот. Из этого мы видим ясную аналогию между углекислым газом и ангидридом серной кислоты; кроме того, этот факт показывает, что между CO^2 и SO^3 существует эквивалентность. При замещении CO^2 ангидридом серной кислоты основность не изменяется. Как в $CO^2C^6H^6$, так и в сульфокислотах существуют водяные остатки $C^6H^6SO^3$, т. е.

$$C^6H^6SO^3 = C^6H^5SO^2(HO).$$

Замещая водяной остаток каким-нибудь радикалом, мы получим много разнообразных соединений, например:

$C^6H^5SO^2Cl$ и т. д.

Для ясности возьмем бензин C^6H^6; замещая водород хлором, имеем:

C^6H^5Cl — хлорбензол
$C^6H^5(HO)$ — креозот

$C^6H^5(CH^3)$ — толуол
$C^6H^5(SO^2HO)$ — сульфобензиновая кислота
$C^6H^5(COHO)$ — бензойная кислота
$C^6H^5(NO^2)$ — нитробензин и т. д.

Не только один пай водорода можно замещать радикалами, но и два, три и т. д.

Бензин и его гомологи характеризуются тем чрезвычайно редким признаком, что реагируют с дымящеюся азотною кислотою (с обыкновенною HNO^3 происходит то же самое, но только не в такой степени), причем не происходит, что весьма замечательно, окисления, а выделяется вода. Так,

$$C^6H^6 + HNO^3 = C^6H^5(NO^2) + H^2O.$$

Образование *нитробензина* идет легко. NO^2 есть азотноватый ангидрид или *остаток азотной кислоты*; он назван так потому, что из азотной кислоты получаются тела, со-

держащие NO^2. Так, если мы смешаем азотную кислоту с соляною, то произойдет царская водка NO^2Cl (прежде называлась хлороазотной кислотой, а теперь хлорангидридом азотной кислоты). Исходя из только что сказанного, можно считать азотную кислоту гидратом остатка NO^2, т. е. $HNO^3 = NO^2(HO)$.

Нитробензин есть жидкость приятного запаха, напоминающего запах масла горьких миндалей, более тяжелая, чем вода. Спрашивается, что это будет за тело по химическим свойствам — кислое ли или безразличное оно? Для решения этого вопроса нужно обратиться к уравнению:

$$C^6H^6 + HNO^3 = C^6H^5(NO^2) + H^2O.$$

Мы знаем, что когда два тела вступают в двойное разложение, то при этом образуются вещества, содержащие элементы того и другого тела, — поэтому вода должна содержать в себе такие два пая водорода, из которых один выделен из C^6H^6, а другой — из HNO^3. Можно было бы думать, что оба пая водорода выделены из бензина, но это не так. В азотной кислоте есть один пай водорода, способный замещаться, и, следовательно, должно образоваться тело среднее; оно так и есть на самом деле.

Всем ароматическим углеродистым водородам свойственны подобные замещения. Если взять смесь азотной и серной кислот, то два пая водорода в бензине замещаются NO^2, причем получится кристаллическое вещество *двунитробензин* $C^6H^4(NO^2)^2$. Так как HNO^3 на предельные углеродистые водороды не действует, то, основываясь на известного рода фактах, можно сделать следующее заключение: нитрирование происходит в тех продуктах, в которых на пай углерода приходится пай свободного водорода, как, например, в бензине, а окисление — когда на пай углерода приходится 2 или 3 пая свободного водорода.

При действии азотной кислоты на толуол образуется, одновременно, как и должно ожидать, два продукта:

$$\textit{нитротолуол} — \left.\begin{matrix} C^6H^4 \\ CH^3 \end{matrix}\right\} (NO^2)$$

и

$$\textit{бензойная кислота} — C^6H^5(HOCO).$$

Нитропродукты относятся к первоначальным веществам, как и хлоропродукты к первоначальным углеродистым водо-

родам; значит, при образовании нитропродуктов происходит металептическое замещение, т. е. из безразличного тела происходит безразличное. Это относится ко всем нитросоединениям и всегда при получении их образуется вода и нитропродукт металептического замещения.

Нитробензин готовится в настоящее время в огромных количествах; он служит не только для придания запаха мылу и помаде,[1] но и для приготовления *анилина*; этот последний употребляется при производстве *анилиновых* красок. Продажный нитробензин приготовляется не из чистого бензина, а обыкновенно первые же продукты перегонки и обрабатываются азотною кислотою. Смесь бензина с толуолом, обработанная азотною кислотою, нужна для приготовления анилиновых красок, а чистые продукты или совсем не дают анилина, или же весьма мало.

Нитробензин перегоняется при 213°; при 240° он взрывает. Последним свойством обладают все нитросоединения, что весьма замечательно. (В этом случае происходят явления, подобные тем, какие мы видели при сжигании пороха). Способность их разлагаться от высокой температуры объясняется следующим образом: все эти соединения содержат углерод и остаток азотной кислоты; так как сродство углерода к кислороду более сродства азота к последнему, то при высокой температуре углерод отнимает от NO^2 кислород, причем получается CO^2 и N. Образование этих газов и составляет главную причину взрыва.

Все нитросоединения обладают одною общностью (исключений при этом не представляется), именно: они, как показал Зинин, способны переходить в аммиачные соединения при действии водорода в момент выделения, так точно, как при действии азотной и серной кислот на цинк получается NH^4NO^3. Значит водород не только отнимает кислород, но сам становится на его место. Эта основная реакция свойственна всем органическим веществам, заключающим остаток азотной кислоты, которые могут быть рассматриваемы, как продукты металептического замещения

$$C^6H^5(NO^2) + 3H^2 = 2H^2O + C^6H^5NH^2,$$

т. е. образовался аммиакальный остаток, заместивший остаток азотной кислоты. Средства, употребляемые для этой

[1] В этом отношении он несравненно лучше горького миндального масла, потому что не содержит ядовитых веществ. В продаже нитробензин известен под названием essence de mirbane.

цели, весьма разнообразны. Так, H^2S, в присутствии аммиака, легко разлагается при всех кислородных соединениях, причем водород отделяется, а сера остается свободною:

$$C^6H^5NO^2 + 3H^2S = C^6H^5NH^2 + 2H^2O + S^3.$$

Того же самого достигают, взяв смесь уксусной кислоты и металлического железа, или воды и пирофорического железа; при этом происходит реакция, подобная предыдущей. Эту статью мы рассмотрим впоследствии подробнее.

Укажем теперь сходства и различия углеродистых водородов ароматического и предельного рядов. Если возьмем толуол, то при высокой температуре он способен дать продукты металептического замещения, подобно предельным углеродистым водородам (болотный газ, спирты, хлорангидриды). На холоду происходят реакции не сходные. Предельные углеродистые водороды не способны соединяться ни с чем, не способны образовать нитросоединений, а бензин и его гомологи — наоборот. Весьма близко к характеру ароматических углеродистых водородов относятся ряды, имеющие все свойства последнего

C^nH^{2n-8} . . . . C^8H^8.
C^nH^{2n-10} . . . . почти не известен
C^nH^{2n-12} . . . . $C^{10}H^8$.

Представитель ряда C^nH^{2n-8} есть *стиролен** или *циннамен* C^8H^8. Он находится в смоле Stirax liquida, откуда может быть извлечен перегонкою.

Изомерный, но не тождественный C^8H^8 получается из *коричной* кислоты $C^9H^8O^2$ по общему способу получения, т. е. при накаливании ее с избытком щелочи (точно так же, как бензол из бензойной кислоты):

$$C^9H^8O^2 - CO^2 = C^8H^8.$$

В легком каменноугольном масле мы находим также продукт, изомерный C^8H^8. Весьма характерно для этого углеродистого водорода то, что это жидкое вещество, кипящее при 149°, весьма легко превращается в изомерные продукты, подобно терпентинному маслу. Бертело показал, что C^8H^8 всегда находится при прокаливании всех органических веществ и есть постоянный спутник бензола (при перегонке).

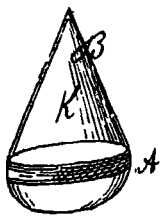
К ряду C^nH^{2n-12} относится *нафталин* $C^{10}H^8$. Этот углеродистый водород есть постоянный спутник всех других угле-

* Т. е. стирол. (*Прим. ред.*).

родистых водородов сухой перегонки. Он получается при сухой перегонке каменного угля. Образование его, как показал Бертело, идет на счет бензина и маслородного газа:

$$C^6H^6 + 2C^2H^4 = C^{10}H^8 + H^6.$$

Откуда выделяются 6 паев водорода, с точностью сказать нельзя, но разделяя поровну, мы будем иметь формулу нафталина $= C^6H^4(C^2H^2)^2$. Что здесь действительно находятся два раза 2 пая углерода в ином положении, — на это есть разнообразные доказательства. Так, при действии на нафталин окисляющих веществ получается *нафталиновая*, или *фталевая*, кислота (двуосновная):



Чертеж 10.

$$C^8H^6O^4 = C^6H^4(COHO)^2,$$

$$C^6H^4(C^2H^2)^2 + 4O^2 = C^6H^4(COHO)^2 + C^2H^2O^4.$$

Этим доказывается нахождение первых 2 паев углерода. Если фталевую кислоту нагревать со щелочью, то выделяется CO^2 и остается бензин, чем и подтверждается, что в нафталине находятся элементы бензола и маслородного газа. При перегонке каменного угля нафталин часто кристаллизуется в трубах в виде буроватой массы. Собирая это вещество и перегоняя его в парах воды, получают чистый нафталин. Для отделения возгоняющихся органических тел употребляют обыкновенно следующий приборик: на чашку *A* ставят бумажный колпак *B*; в пространстве *K* помещается песок с данным веществом (черт. 10). От высокой температуры газы вместе с возгоняющимися продуктами улетучиваются; но первые проходят чрез поры бумаги, тогда как вторые оседают на внутренних стенках колпака.

Нафталин в воде не растворим, легко растворяется в спирте и эфире, откуда легко выделяется в виде гибких, блестящих кристаллов; он весьма летуч, имеет ароматический дегтярный запах. Должно заметить, что нафталин принадлежит к телам весьма трудно сгорающим и многократно может быть перегоняем без разложения. Это нужно иметь в виду при анализах. Его реакции хорошо исследованы Лораном. Эти исследования показали, что нафталин принадлежит к разряду углеродистых водородов, способных с галоидом реагировать двояким образом, именно: галоид может присоединяться к $C^{10}H^8$, например $C^{10}H^8Cl^2$, $C^{10}H^8Cl^4$, и может заме-

щать водород. В последнем случае будет происходить металептическое замещение. Эти продукты металепсии способны вновь соединяться с галоидом. Некоторые из этих продуктов — кристаллические, другие — жидкие. Изомерия здесь еще не объяснена рациональным образом и можно думать, что здесь изомерия трех родов.

При действии серной и азотной кислот на нафталин происходят такие же продукты металептического замещения, как и из бензина. Бензин дает с ангидридом серной кислоты одноосновную сульфобензиновую кислоту $C^6H^5SO^3$ или $C^6H^5SO^2(HO)$; затем безразличное тело *сульфобензид* $C^{12}H^{10}SO^2$, которое образуется из $2C^6H^6 + SO^3 = H^2O + C^{12}H^{10}SO^2$.

Наконец, можно получить двусульфобензиновую кислоту $C^6H^6(SO^3)^2$, которая есть двуосновная кислота.

Из нафталина получаются подобные же продукты. Они получаются все разом при действии ангидрида серной кислоты на нафталин:

$C^{10}H^8 + SO^3 = C^{10}H^8SO^3$ — односнов[ная] *сульфонафталин[овая]* к[ислота]

$C^{10}H^8 + 2SO^3 = C^{10}H^8(SO^3)^2$ — двуоснов[ная] *двусульфонафт[алиновая]* к[ислота],

$2C^{10}H^8 + SO^3 - H^2O = C^{20}H^{14}SO^2$ — безразличное тело *сульфонафталин.*

Совершенно такая же аналогия замечается при образовании нитропродуктов. При действии на нафталин азотной кислоты получается *нитронафталин* $C^{10}H^8 + HNO^3 = H^2O + C^{10}H^7(NO^2)$, *двунитронафталин* $C^{10}H^8(NO^2)^2$.

Они вступают в подобные же реакции, как и нитробензин; так, при действии сернистого водорода в присутствии аммиака получается $C^{10}H^7(NH^2)$.

Вместе с нафталином в продуктах перегонки каменного угля находятся углеродистые водороды, не так хорошо до сих пор исследованные. Часть их имеет такой же состав, как и нафталин; между ними известны *паранафталин*, или *антрацен*, изомерный нафталину, кипящий выше 300° и плавящийся при 180° частица его, повидимому, есть $C^{15}H^{12}$ и *хризен*, имеющий фиолетовый цвет, меняющийся от действия света.

Фрицше показал весьма интересный факт, что многие углеродистые водороды, далекие от предела, способны образовать с пикриновою кислотою кристаллические вещества (*пикриновая*, или *тринитрофеновая кислота* имеет состав

$C^6H^3(NO^2)^3O$). Так, нагретый раствор пикриновой кислоты в бензине при охлаждении выделяет светложелтые кристаллы $C^6H^3(NO^2)^3O + C^6H^6$. При охлаждении кипящего спиртового раствора пикриновой кислоты и нафталина ($C^{10}H^8$) выделяются желтые кристаллы. Углеродистые водороды в этих соединениях заключаются, вероятно, в том виде, в каком кристаллическая вода во многих солях и других соединениях, потому что, будучи нагреты, они распадаются, причем углеродистые водороды улетучиваются. Пользуясь только что указанной особенностью, можно отделить высшие углеродистые водороды от низших.

Известны, но очень несовершенно, углеродистые водороды, в которых отношение водорода к углероду еще меньше. Они характеризуются чрезвычайным постоянством состава. Сюда относится *ретен* $C^{18}H^{18}$, изомерный* бензину. Он найден при сухой перегонке хвойных деревьев, торфяников и бурых каменных углей химиком Фрицше, вместе с другими углеродистыми водородами.

Этим мы закончим об углеродистых водородах и перейдем к *спиртам*, причем будем следовать подобному же порядку.

---

* Здесь Д. И. Менделеев, вероятно, хотел сказать «полимерный». [*Прим. ред.*].

Рукопись хранится в Музее им. Д. И. Менделеева при Ленинградском Государственном ордена Ленина университете им. А. А. Жданова.

ИНДИГО*

Все азотистые соединения как-то туго поддаются исследованиям. Это происходит, с одной стороны, оттого, что многие из них обладают высоким весом частицы, с другой, потому, что они [часто]** являются соединениями мало [реакцио]нными** и, следовательно, [представляют значительные]** затруднения при их [изуче]нии**.

Многие из анилиновых соединений представляют неудобство в том и другом направлении и потому неудивительно, что до самого последнего времени химическая природа всей индиговой группы оставалась почти совершенно неизвестною. Все индиговые соединения обладают многими очень характерными свойствами и составляют весьма естественную группу. Несмотря, однако, на это обстоятельство и на ту важную роль, которую, например, синее индиго играет в технической практике, долгое время не знали, в каком виде оно находится в природе. Между тем этот вопрос чрезвычайно важен даже с чисто химической стороны, так как, зная природу одного из членов ряда, в большинстве случаев можно бывает сделать заключение и о всей группе.

В своем рассуждении я постараюсь изложить вопрос, во-первых, о том, находится ли синее индиго в природе готовым или в виде какого-нибудь другого соединения, а, во-вторых, постараюсь указать на строение индиговых производных, чем определяется положение этой группы в ряду химических соединений.

При исследовании вопроса о происхождении индиго я коснусь работ Шунка. Еще до пятидесятых годов этот вопрос затрагивался многими химиками и в особенности

---

* Рукопись дешифрована дочерью Д. И. Менделеева М. Д. Менделеевой. [*Прим. ред.*].

** Эти слова в рукописи не разборчивы. [*Прим. ред.*].

техниками, фабриковавшими индиго, но первый, достигший более положительных результатов в этом направлении — это был Шунк.

Индиго находится в растениях, принадлежащих к весьма различным группам. Оно находится в соку растения из рода Indigofera, в некоторых зонтичных и орхидных. Индиго, впрочем, встречается не только в растительных организмах; так, его находим, например в коровьем молоке, в особенности в молоке коров, питавшихся по преимуществу эспарсетом. Гэссель (Hassall) и другие находили индиго в моче человека; из этого видно, что оно образуется, правда в незначительных количествах, в весьма различных областях органической природы. Занимаясь вопросом о происхождении индиго, Шунк пытается решить: находится ли индиго готовым в растениях из рода Indigofera, и в таком случае как его можно добыть из этих растений, зная, что индиго в свободном состоянии не растворимо ни в воде, ни в спирте и эфире, ни в щелочах, ни, наконец, в разбавленных минеральных кислотах. Если оно не находится готовым, то в виде какого соединения оно там содержится и какими средствами можно его элиминировать?

Я уже сказал, что еще до Шунка многие химики и техники занимались этим вопросом. По этому поводу было высказано несколько мнений, которые можно формулировать в следующих трех положениях:

1) Индиго находится вполне готовым в растениях, из которых его добывают.

2) Оно находится в растениях в редуцированном состоянии.

3) Его не существует в живых растениях, а оно образуется в соку растений чрез брожение, сопровождаемое выделением различных газов.

Разногласие этих мнений побудило Шунка предпринять ряд новых опытов для решения этого вопроса. С этою целью он посеял пять килограммов семян Isatis tinctoria на хорошо удобренной почве. Со времени появления листьев и до осеменения этих растений Шунк произвел ряд опытов, которые показали, что ни в одном периоде возрастания не было присутствия синего красящего вещества ни в листьях, ни в стеблях.

Он срывал свежие листья, обливал их кипящею водою и выставлял на воздух. Жидкость окрашивалась в темнобурый цвет, была прозрачна, имела горький вкус и кислую реакцию, но в ней не замечалось и следа образования ин-

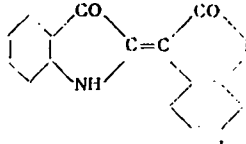
диго, как бы долго она ни была в прикосновении с воздухом. Из этого можно было бы заключить, что жидкость вовсе не содержит индиго, но весьма простой опыт показал, что она способна выделить довольно значительное количество этого красящего вещества. Приливая туда серной или соляной кислоты и заставляя все кипеть, мы получим клочья темнобурого, почти черного цвета. Эти клочья содержат индиго, потому что если их собрать на фильтр, отмыть от кислоты и облить кипящим спиртом, то они сообщают спирту прекрасный синий цвет. Если эти клочья обработать щелочным раствором закиси олова и выставить на воздух, то раствор делается желтым и чрез некоторое время покрывается синей пленочкой. Этот опыт ясно указывает, что Isatis tinctoria содержит вещество, растворимое в воде, спирте и эфире и способное при действии крепких минеральных кислот давать индиго. Далее опыт этот указывает на то обстоятельство, что образование индиго вовсе не требует содействия кислорода воздуха или щелочей; даже наоборот, если эти реагенты подействуют раньше прилития кислоты, то помешают образованию этого вещества. После приведенного опыта оставалось только извлечь индиго из того соединения, в виде которого оно находилось в растении, и изучить его свойства. Для этой цели Шунк предлагает несколько способов, но я ограничусь только одним, самым простым и не менее других удобным.

Листья Isatis tinctoria режут и кладут в сосуд, наполненный холодным спиртом. К зеленоватому настою прибавляют алкогольного раствора уксуснокислого свинца, который производит зеленовато-желтый осадок; осаждение делается полным после прибавления небольшого количества аммиака. Объемистый осадок бросают на фильтр и промывают спиртом до тех пор, пока промывные воды не будут окрашены в светлозеленый цвет и пока избыток уксуснокислого свинца и аммиака не отмоется совершенно. Затем осадок заливают водою и пропускают ток углекислоты. Осадок значительно уменьшается в объеме, постепенно бледнеет и, наконец, делается совершенно белым, тогда как жидкость принимает желтый цвет. Ее отфильтровывают, пропускают в нее сернистоводородный газ для осаждения остатков свинцовой соли, опять отфильтровывают и выпаривают в безвоздушном пространстве над серной кислотой. При этом получается желтый, липкий, прозрачный осадок; его размазывают тонким слоем и высушивают в безвоздушном пространстве над серной кислотой. Этому телу Шунк

дал название индикана. Здесь нужно заметить, что окончание на ан он дает многим сложным соединениям, полученным непосредственно из животных или растительных организмов и продукты разложения которых могут дать целый ряд других соединений уже с более простой формулой. Если этот индикан высушивать на водяной бане, то он претерпевает полное изменение. Вкус его слегка горьковатый и причиняет тошноту. Растворы его всегда имеют кислую реакцию. Нагретый в трубке, он сначала выделяет пары, которые при вершине трубки сгущаются в маслянистый возгон, затем превращается в белую кристаллическую массу. При нагревании с едкими щелочами выделяет аммиак. С уксусносвинцовой солью дает желтый осадок; осаждение делается более полным от прибавления аммиака. Но самое замечательное свойство этого соединения — это способность выделять индиго при действии на него крепких минеральных кислот. Если к водному раствору этого вещества прибавить серной или соляной кислоты, то некоторое время не замечается чувствительного изменения; но если нагреть до температуры, близкой к кипению, то раствор быстро принимает небесно-голубой цвет. При кипении раствор сначала подвергается опализации и, наконец, приобретает пурпуровый цвет. Если раствор был концентрирован, то скоро осаждаются обильные пурпуровые хлопья с темно-синеватым оттенком. Жидкость сохраняет желтый цвет и содержит в растворе род особого сахаристого вещества. Хлопья состоят не исключительно из индиго. Если их обработать спиртом, в особенности при нагревании (часть растворяется и на холоду), то и спирт окрашивается в прекрасный пурпуровый цвет. При выпаривании этого пурпурового раствора получается бурое вещество, чрезвычайно схожее (если только не тождественное) с «розовым индиго» Берцелиуса. Шунк назвал его «индирубином».* Он получается всегда при обработке индикана минеральными кислотами.

При нагревании водного раствора индикана в водяной бане он претерпевает полный метаморфоз. При выпарива-

---

* Индирубин  является обычным спутником индиго-синего в растениях типа Isatis tinctoria. [*Прим. ред.*].

нии раствора получается желтый остаток, по виду ничем не отличающийся от индикана, но он уже сделался нерастворимым в эфире и мало растворимым в спирте. Шунк не мог прямым путем определить состав индикана по причине его непостоянства, а должен был прибегнуть к его свинцовому производному. Анализ этого производного привел к следующей формуле органического вещества: $C^{26}H^{33}NO^{18}$. Оставалось теперь объяснить, каким образом из этого соединения образуется индиго. Для этого надо было узнать состав того сахаристого вещества, которое образуется одновременно с индиго. Анализ этого сахаристого вещества привел к формуле $C^6H^{10}O^6$. Эта формула находится в зависимости от формулы индикана: в самом деле, можно предположить, что индикан, фиксируя пай воды, распадается на индиго и три пая этого сахаристого вещества по следующему уравнению:

$$C^{26}H^{33}NO^{18} + H^2O = C^8H^5NO + 3C^6H^{10}O^6.$$

Итак, из всего сказанного можно вывести следующие положения:

1) Isatis tinctoria не содержит вполне готового индиго; последнее в нем заключается в виде особого глюкозида.

2) Образование синего красящего вещества в водяном настое этого растения вовсе не обусловливается действием кислорода или щелочей.

Хотя приведенная здесь работа Шунка уясняет нам до некоторой степени происхождение индиго, но позволю себе заметить, что она далеко не решает вопроса. Сколько мне известно, такое сахаристое вещество, о котором упоминает Шунк — с формулой $C^6H^{10}O^6$ — нигде не было описано, и очень может быть, что Шунк имел дело с сахаристым веществом из группы $C^6H^{10}O^5$, куда принадлежат крахмал, камедь и др. Если допустить справедливость этого предположения, то вышеприведенное уравнение не имеет места.* Быть может и анализ свинцовой соли не точен; последнее тем более вероятно, что сам Шунк упоминает о большом непостоянстве соединений индикана.

---

* Ставя под сомнение уравнение Шунка, Д. И. Менделеев был совершенно прав: на самом деле реакция гидролиза индикана (глюкозида индоксила) идет по уравнению:

$$\underset{\text{индикан}}{C_{14}H_{17}NO_6} + H_2O \rightarrow \underset{\text{индоксил}}{C_8H_7ON} + \underset{\text{глюкоза}}{C_6H_{12}O_6}.$$ [*Прим. ред.*].

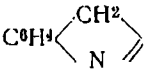
Рассмотрев вопрос о происхождении индиго, я теперь приступлю ко второй половине моего рассуждения, именно: изложению строения индиговых производных. До самого последнего времени химическая конституция индиговой группы вовсе не была известна, и потому этот класс соединений не имел прочного места в химической системе. Правда, некоторые химики причисляли индиговые соединения к салициловому ряду, но это делалось только на том основании, что при окислении некоторых из них получалась салициловая кислота. Хотя нельзя отвергать некоторой связи индиговых производных с ароматическим рядом, однако же только что приведенного основания вовсе недостаточно, чтобы считать их членами этого ряда. Очевидно, что вопрос, куда следует отнести группу индиговых соединений, могут решить только факты, выясняющие химическую конституцию этой группы. Первая попытка в этом направлении была сделана Байером и Кнопом в их прекрасной работе о продуктах восстановления изатина.

При восстановлении изатина $C^8H^5NO^2$ получается $C^8H^7NO^2$ (диоксиндол, или гидриндиновая кислота) и C^8H^7NO (оксиндол). На эти продукты восстановления изатина, точно так же как и на изатиновую кислоту $C^8H^7NO^3$, Байер и Кноп смотрели как на группу C^8H^7N (индол, который в то время еще не был получен в отдельном состоянии), в котором один, два или три пая водорода замещены гидроксилами. Таким образом, будем иметь следующий ряд:

C^8H^7N — индол
$C^8H^6N(HO)$ — оксиндол
$C^8H^5N(HO)^2$ — диоксиндол, гидриндиновая кислота
$C^8H^4N(HO)^3$ — изатиновая кислота, триоксиндол.

Если будет выяснено строение индола и положение в нем гидроксильных групп, то в таком случае исчерпается вся химическая конституция вышеприведенных соединений. Для объяснения строения группы индола служат реакции, при которых распадается углеводородная группа. При сплавлении с едким кали все три соединения дают $C^6H^5(NH^2)$ — анилин; при обработке изатина азотной кислотой получается $C^6H^2(NO^2)^3(OH)$ — пикриновая кислота. Из этого следует, что группа бензола должна заключаться в индоле и что азот находится именно в бензольной группе. Если разложение пойдет лишь до тех пор, пока только один атом углерода отделится, то получается нитросалициловая

$C^6H^3(NO^2)(HO)\cdot CO^2H$ или антраниловая $C^6H^4(NH^2)\cdot CO^2H$ кислота, т. е. получаются производные бензола. Последний атом углерода не может быть связан с C^6H^6 бензолом, потому что при окислении азотною кислотою произошла бы одна из фталевых кислот $C^6H^4\begin{matrix}CO^2H\\CO^2H\end{matrix}$, а этого на самом деле не бывает. Этот пай углерода тоже не может быть в связи с азотом в виде цианa CN, иначе бы индол был не что иное, как цианистый метилбензол $C^6H^4(CN)CH^3$, а этого не показывают превращения индолдериватов. Легкое отпадание одного из углеродных атомов индола может навести на мысль, что седьмой и восьмой паи углерода связаны между собою наподобие того, как это бывает в этилбензоле $C^6H^5\cdot CH^2\cdot CH^3$. Тогда индол представлял бы такой этилбензол, в котором три водородных пая замещены азотом: $C^6H^2N(C^2H^5)$. Постоянство индольного азота тоже говорит в пользу этого предположения, но [свойства] продуктов окисления индола идут вразрез с подобным строением. При окислении такого соединения должна бы произойти азо-α-толуиловая кислота $C^6H^2N\cdot CH^2\cdot CO^2H$ и азобензойная $C^6H^2N\cdot CO^2H$, а мы знаем, что последним продуктом окисления всех индольных производных является изатин $C^8H^5NO^2$. Остается принять, что восьмой пай угля связан в одно время с седьмым паем и с азотом, который, в свою очередь, соединен с бензолом. Таким образом, получается замкнутая цепь. Очевидно, что с подобной группировкой атомов можно себе вообразить несколько случаев строения индола. Байер и Кноп дают ему следующее строение:



как более всего согласное с оксипродуктами индола. Это строение вполне согласуется с постоянством изатина и его производных. Кроме того, с такой группировкой невозможно произвести никакого химического превращения без того, чтобы один атом углерода не отделился, а это и бывает при образовании нитросалициловой и антраниловой кислот. Азот не теряет здесь своих основных свойств, так как диоксиндол и оксиндол дают с кислотами кристаллические соединения.

Теперь остается определить положение гидроксильных групп в индоле. Байер и Кноп принимают, что в изатино-

вой кислоте находятся три водных остатка: все три гидроксильные группы, очевидно, не могут быть связаны с одним паем угля, потому что в замкнутой цепи с одним углеродным атомом не могут быть связаны три одноатомных элемента или группы. Значит, надо только решить, находится ли каждая гидроксильная группа в связи с отдельным паем угля или, быть может, один углеродный атом соединен с двумя гидроксилами. Для решения этого вопроса Байер и Кноп руководствуются следующим соображением.

Известно, что изатиновая кислота есть соединение до такой степени непостоянное, что при выделении ее из солей в свободном состоянии она тотчас же распадается на воду и свой ангидрид — изатин:

$$C^8H^4N(HO)^3 = H^2O + C^8H^4NO(HO).$$

Этот факт указывает на то обстоятельство, что два водных остатка содержатся в изатиновой кислоте совершенно наподобие того, как в обыкновенном уксусном альдегиде. В самом деле, ведь альдегид мы можем рассматривать как такое диоксипроизводное, которого, например, этиловый эфир (ацеталь) $\begin{matrix} CH^3 \\ CH \end{matrix}\Big\{\begin{matrix} C^2H^5O \\ C^2H^5O \end{matrix}$, есть соединение постоянное, а сам диоксидериват $\begin{matrix} CH^3 \\ CH(HO)^2 \end{matrix}$ в свободном состоянии существовать не может и распадается на воду и альдегид:

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH(HO)^2 \end{matrix} = H^2O + \begin{matrix} CH^3 \\ CHO \end{matrix}.$$

В альдегиде же обе группы (HO) находятся в связи с одним углеродным атомом, потому что при дальнейшем окислении в уксусную кислоту только один пай угля является окисленным. Основываясь на этом соображении, можно с достоверностью принять, что и в изатиновой кислоте два гидроксила связаны с одним паем углерода, но не с бензольным, так как оксипродукты бензола не способны к образованию ангидридов.

При восстановлении изатина происходит перегруппировка, аналогичная той, которая имеет место при переходе, например, ацетона в алкоголь:

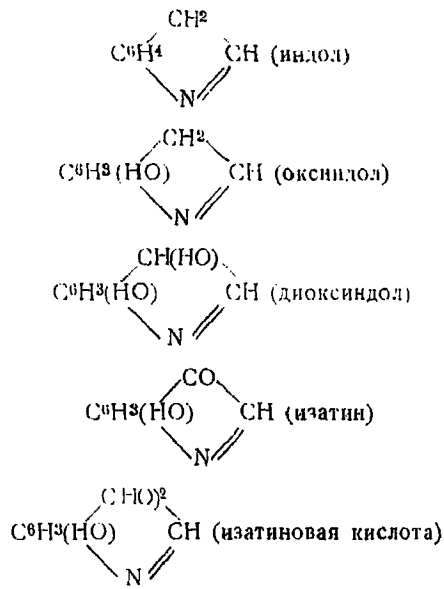
$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\Big\}CO + H^2 = \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\Big\}CH(HO)$$

ацетон — псейдопропиловый спирт

$$\underset{\text{изатин}}{C^7H^4N(HO)}\}CO + H^2 = \underset{\text{диоксиндол}}{C^7H^4N(HO)}\}CH(HO).$$

При дальнейшем восстановлении из гидриндиновой кислоты можно выделить группу (HO) в виде воды и получить оксиндол.

Положение гидроксила в оксиндоле, изатине и третьей водной группы в изатиновой кислоте еще тогда не было определено, но, судя по образованию солей, Байер и Кноп предположили, что она находится в бензоле. Итак, если принять вышеуказанное строение индола, то изатиновая кислота, изатин, диоксиндол и оксиндол выразятся следующими формулами:



Я уже сказал, что индол в то время не был получен в свободном состоянии, а потому Байер и Кноп называли его гипотетичной группой.

При восстановлении изатина получается не прямо диоксиндол, а реакция имеет промежуточную стадию: именно, сначала происходит изатид и затем уже диоксиндол:

$C^8H^5NO^2$ (изатин)
$C^{16}H^{12}N^2O^4$ (изатид)
$C^8H^7NO^2$ (диоксиндол).

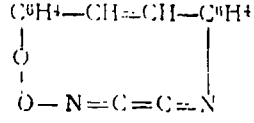
Если восстановление продолжается, то из диоксиндола выделяется пай кислорода и получается оксиндол C^8H^7NO. Дальше реакция восстановления не шла. Но вот, в том же году (1866), Байеру удалось открыть чрезвычайно энергическое восстановительное средство, помощью которого даже фенол восстановляется в бензол. Это средство есть цинковая пыль. Пропуская пары оксиндола чрез нагретую цинковую пыль, Байеру удалось выделить из него последний пай кислорода и получить индол. Байер говорит: как углеводороды образуют радикалы спиртов, альдегидов и кислот, точно так же индол есть зерно (Muttersubstanz) индоловой группы:

NC^8H^7 (индол)
$NC^8H^6(HO)$ (оксиндол)
$NC^8H^5(HO)^2$ (диоксиндол)
$NC^8H^4(HO)^3$ (изатиновая кислота)
$NC^8H^4(HO)$ (изатин)
NC^8H^5O (синее индиго).

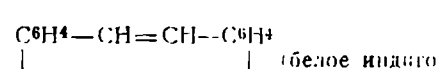
Два года спустя появилась работа того же Байера о восстановлении синего индиго. В этой работе указывается на строение синего индиго, а потому я рассмотрю ее поподробнее.

В ожидании получить индол прямо из синего индиго, C^8H^5NO, Байер обрабатывал этот продукт $Sn + HCl$. Сначала образуется соединение белого индиго с окисью олова в виде желтого порошка $C^{16}H^{12}N^2O^2 \cdot SnO^2$. При продолжительном нагревании этого соединения с $Zn + HCl$ желтый цвет переходит в зеленый с образованием цинкового соединения дальше восстановленного синего индиго. Самый высший продукт восстановления индиго не получен в отдельном состоянии вследствие его чрезмерно скорой окисляемости; он на воздухе очень скоро переходит в красное тело, растворимое в спирте и стоящее близко к индолу. Замечательно, что из этого соединения не удалось до сих пор получить обратно синего индиго, между тем как первый продукт восстановления — белое индиго, — как известно, чрезвычайно легко переходит в синее индиго даже на воздухе. Зеленое цинковое соединение при нагревании дает индол в значительном количестве. Этим доказывается, что индол есть основная группа синего индиго и что это последнее происходит из индола чрез фиксирование кислорода. Далее Байер говорит, что так как при образовании белого

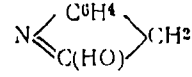
индиго фиксируется только один атом водорода к C^8H^5NO, то формулу синего индиго надо удвоить. Это последнее можно себе представить как два индола, связанные вместе двумя кислородными паями, вступившими заместителями четырех водородных атомов. Следовательно, строение синего индиго выразится такой формулой:



При восстановлении в белое индиго сначала один пай кислорода идет на образование гидроксила (HO) и получается такое соединение:



При дальнейшем восстановлении и последний атом кислорода связывается в гидроксил; поэтому разрывается цепь и получаются две частицы соединения, изомерного с оксиндолом:



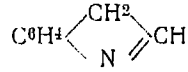
При таком взгляде на ход восстановительной реакции делается понятным, почему при окислении этого последнего продукта не образуется опять синего индиго. В самом деле, при вступлении одного атома кислорода образуется новая группа (HO) и получится $C^8H^5N(HO)^2$ диоксиндол или его изомер. При вступлении еще одного пая кислорода получим изатиновую кислоту $C^8H^4N(HO)^3$.

Вслед за открытием индола, Байером и Эммерлингом показан был синтез его. Эта работа уже значительно уяснила строение как самого индола, так и многих его производных.

Обыкновенными продуктами разложения синего индиго и его производных являются соединения с шестью и семью паями углерода, а между последними чаще встречаются анилин, антраниловая кислота и масло горьких миндалей. При продолжительном действии азотной кислоты образуются пикриновая и нитросалициловая кислоты. Таким образом,

все вышеупомянутые продукты распадения можно разделить на два отдела: с одной стороны — на $C^6H^5(NH^2)$ анилин и $C^6H^5 \cdot CHO$ бензойный альдегид, которые содержат в бензольной группе или пай N или пай C; с другой — на $C^6H^4(NH^2) \cdot CO^2H$ — антраниловую кислоту, которая в одно время заключает в бензоле и пай азота и пай угля.

Исходя из этого соображения, Байер и Кноп заключили, что основной радикал индиго—индол — имеет следующее строение:

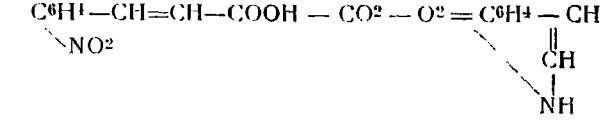


Эта формула действительно объясняет образование простейших продуктов распадения. При образовании последних всегда выходит один атом углерода; если происходит анилин, то удаляется и другой углеродный пай; если же образуется масло горьких миндалей, то выделяется и азот.

Однакож осталось еще не объясненным, во-первых, происходящее при этом перемещение водородных атомов и, во-вторых, самый образ связи в замкнутой цепи. После показанного синтеза индола оба эти обстоятельства объясняются сами собою.

Байер и Эммерлинг говорят, что для получения индола синтетическим путем надо в бензол ввести два атома C, N и связать их вместе. Подобная связь находится в нитрокоричной кислоте, если из последней удалить CO^2 и кислород нитрогруппы. Нитрокоричная кислота $C^6H^6(NO^2) \cdot CO^2H$ и на самом деле, как показали Байер и Эммерлинг, оставляет индол при сплавлении с избытком едкого кали. Для этого смешивают кислоту с десятью частями измельченного KHO, прибавляют железных опилок для удаления кислорода нитро-группы и нагревают до плавления. Сплавленная масса растворяется в воде и по прилитии эфира выделяет индол и немного анилина. По удалении последнего разбавленной соляной кислотой получим индол, обладающий всеми своими характеристическими свойствами. Он растворяется в кипящей воде; раствор при охлаждении мутится и выделяет листочки, похожие на бензойную кислоту. Водный раствор его дает с разбавленным водным раствором азотистой кислоты объемистый красный осадок. Индол пахнет отчасти нафтильамином, отчасти продуктами перегонки индиго.

При образовании индола из нитрокоричной кислоты реакция, очевидно, идет таким образом:



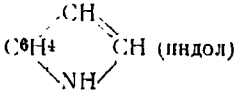
Таким путем получено очень незначительное количество индола, но это обстоятельство Байер и Эммерлинг объясняют следующим соображением. Происхождение нитросалициловой и антраниловой кислот из индиго показывает, что в боковой цепи этих кислот относительное положение углеродных паев и азота соответствует бензолу салициловой кислоты или вообще — мета-ряду.* Для получения индола из нитрокоричной кислоты нужно, чтобы нитрогруппа (NO^2) и группа $CH{=}CH \cdot COOH$ имели в этой последней точно такое же положение. Байер и Эммерлинг, однако же, утверждают, что это не так, и что нитрокоричная кислота (или, по крайней мере, большая часть ее) принадлежит к параряду. В доказательство своего предположения они приводят следующие аргументы: при окислении нитрокоричной кислоты хромовокалиевой солью с SH^2O^4 получается паранитробензойная кислота, плавящаяся при 234°, между тем как точка плавления чистой паранитробензойной кислоты лежит при 240°. Далее, при восстановлении посредством Sn + HCl, была получена пара-амидобензойная кислота, плавящаяся при 180°, а эта кислота в чистом состоянии плавится при 186°.

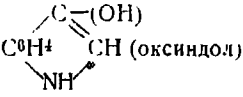
Примешано ли было немного мета-кислоты к пара-нитрокоричной, или, быть может, от сплавления с KHO азот меняет свое положение — этого Байер и Эммерлинг не берутся решать; но они уверены, что мета-нитрокоричная кислота при сплавлении с KHO должна начисто давать индол, и задались целью получить эту мета-кислоту.

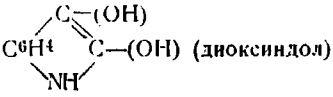
Из вышеописанного образования индола следует, что в нем N связан с H, ибо трудно предположить, чтобы боковая цепь коричной кислоты $CH{=}CH$ изменилась при такой низкой температуре, какая требуется для получения индола. Это предположение, по мнению Байера и Эммерлинга, подтверждается еще тем, что, принимая подобное

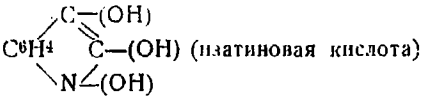
* В этом месте, как и в некоторых последующих, имеется в виду, повидимому, орто-ряд, к которому принадлежат салициловая кислота, нитроантраниловая кислота, индиго и др. [*Прим. ред.*].

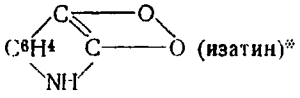
строение для индола, чрезвычайно легко можно перейти к формулам происходящего из него изатина и его производных:









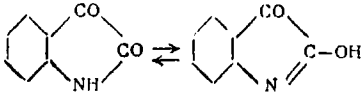


Таким образом, изатин есть особый хинон. Калийная соль изатина содержит металл, связанный с азотом, как в солях барбитуровой кислоты и других мочевых производных. Образование изатиновой кислоты происходит одновременным восстановлением группы хинона и окислением группы NH. Диоксиндол есть гидрохинон, а оксиндол представляет соединение, аналогичное фенолу, так как его боковая углеродная цепь есть часть бензольной цепи.

При сплавлении антраниловой кислоты с мочевиной Грисс получил соединение — $C^8H^6N^2O^2$, которое он считает

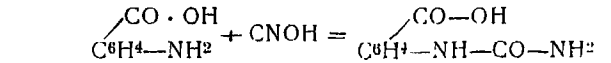
---

* Ныне изатину приписывается одна из следующих формул:

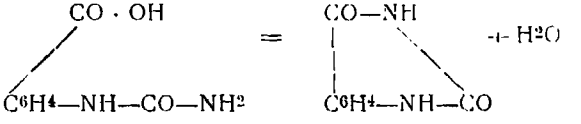


[*Прим. ред.*].

за производное индола. Байер и Эммерлинг этого не признают и подкрепляют свое мнение вполне основательным соображением. Они объясняют происхождение тела, полученного Гриссом, следующим образом. Первая фаза реакции заключается в том, что из амидогруппы антраниловой кислоты образуется замещенное производное мочевины чрез вступление элементов циановой кислоты:



при второй же фазе реакции, CO карбоксила соединяется с мочевиной с выделением воды:



В прошлом году Кекуле высказал свою гипотезу насчет строения индола, изатина и изатиновой кислоты. Правда, гипотеза Кекуле почти вовсе еще не подкреплена фактами; но, судя по плану, которому он намерен следовать при своих дальнейших изысканиях, можно ожидать, что эта гипотеза приобретет силу фактических доказательств.

Принимая в соображение то обстоятельство, что из изатина и изатиновой кислоты легко могут быть получены антраниловая и салициловая кислоты, Кекуле склонен считать все индиговые соединения за производные бензола, принадлежащие к мета-ряду. Кекуле не согласен с Байером, что изатиновая кислота есть триоксииндол. Он говорит: если вообразить себе, что в α-толуиловой кислоте $C^6H^5 \cdot CH^2COOH$ два водорода боковой цепи замещены кислородом, то получится кислота такого вида $C^6H^5 \cdot CO \cdot COOH$; амидопроизводное этой последней имело бы состав изатиновой кислоты. Кислота $C^6H^5 \cdot CO \cdot COOH$ находилась бы в таком же отношении к щавелевой кислоте, как бензойная к угольной. Кекуле говорит, что существование такой кислоты вовсе нельзя считать невероятным, если только допустить, что соединения могут быть очень непостоянны. Понятно, что амидопроизводное этой кислоты легко может дать при окислении антраниловую кислоту; затем образование анилина при дальнейшем распадении тоже очень вероятно. Дальше Кекуле говорит, что если изатиновая кислота действительно имеет вышеуказанную формулу, то изатин

должно рассматривать как амид. Одной частицы кислоты достаточно для образования такого амида, причем с выделением воды происходит соединение кислотного остатка $CO \cdot CO \cdot OH$ с группой NH^2.

$$C^6H^4 \begin{cases} CO—CO \cdot OH \\ NH^2 \end{cases} = C^6H^4 \begin{cases} CO—CO \\ NH^2 \end{cases} + H^2O$$

изатиновая кислота — изатин

Итак, превращение изатиновой кислоты в изатин и наоборот делается понятным. При восстановлении изатиновой кислоты получаются диоксиндол и оксиндол. Кекуле говорит, что образование этих продуктов допускает различные толкования. Так, например, диоксиндол есть, быть может, альдегид $C^6H^4 \begin{cases} CO—COH \\ NH^2 \end{cases}$ При оксиндоле, быть может, уже углеродные паи находятся в непосредственной связи? При этом Кекуле не пишет формулы оксиндола, но, судя по его предположению, она должна быть такова:

$$C^6H^4 \begin{cases} C \equiv C(OH) \\ NH^2 \end{cases}$$

Что касается индола, то он, по мнению Кекуле, быть может, имеет такое строение: $C^6H^4 \begin{cases} C \equiv CH \\ NH^2 \end{cases}$, т. е. это есть, быть может, амидодериват ацетиленбензола, открытого Глязером.

На все эти кекулевские предположения остается заметить, что все это действительно быть может, т. е. может и не быть! Последнее, конечно, вероятнее. Странно, что, тогда как Байер, Кноп, Эммерлинг и другие стараются поставить этот вопрос как можно на более фактическую почву, — Кекуле вдруг присовокупляет гипотезу, которая не имеет за собой ровно никакой силы фактических доказательств! Правда, сам Кекуле не придает особенного значения настоящей своей гипотезе и говорит, что решить вопрос могут только новые исследования; но самым фактом предложения этой гипотезы он уже как бы отвергает все то, что до сих пор сделано по этому вопросу.

В этой же статье Кекуле говорит, что ему до сих пор не удалось получить ни фенилацетилена из индола, ни

кислоты $C^6H^5 \cdot CO \cdot CO \cdot OH$ из изатиновой кислоты. Он теперь поставил вопрос иначе и надеется достигнуть лучших результатов. Кекуле хочет сначала α-толуиловую кислоту перевести в бромо-α-толуиловую, затем в нитробромо-α-толуиловую. Восстановлением этой последней получится мета-амидо-α-толуиловая кислота $C^6H^4(NH^2) \cdot CH^2 \cdot CO^2H$. Если эту последнюю удастся окислить таким образом, чтобы H^2 боковой цепи заместить паем кислорода, то получится изатиновая кислота. В конце своей статьи Кекуле говорит, что новые исследования Байера вовсе не становятся в противоречие с предлагаемою им гипотезою. Образование индола из нитрокоричной кислоты, по мнению Кекуле, можно еще легче объяснить, принимая его формулу индола, чем предлагаемую Байером. Очень жаль, что Кекуле не высказывается полнее по поводу этого последнего обстоятельства, так как при взгляде на формулы этих соединений и на ход реакции кажется как раз противное.

В таком положении находился вопрос о строении индиговых производных до появления последней работы Эммерлинга и Энглера. Несколько месяцев тому назад этим двум ученым удалось показать синтез синего индиго и окончательно раскрыть химическую природу индиговых соединений. Первая заслуга приложения новейшего учения о строении ароматических соединений * к индиговой группе принадлежит Байеру и Кнопу. Прекрасная работа этих ученых важна в том отношении, что вызвала целый ряд чрезвычайно интересных исследований, закончившихся синтезом индола и синего индиго. Эммерлинг и Энглер получили синее индиго из нитродеривата ацетофенона способом, совершенно аналогичным получению из нитрокоричной кислоты.

Метилкетон бензойной кислоты был получен сухой перегонкой известковых солей бензойной и уксусной кислот. При нитровании этого кетона получаются, смотря по обстоятельствам, различные продукты. Если обрабатывать $\left.\begin{matrix} C^6H^5 \\ CH^3 \end{matrix}\right\} CO$ дымящей азотной кислотой на холоду, то получается кристаллический мононитроацетофенон. При этой реакции происходит сильное нагревание, а потому массу надо охлаждать. По истечении 8—10 мин. все обливают водою, причем выделяется густое масло, застывающее чрез некоторое время в кристаллическую массу. Анализ показал,

* Т. е. взглядов Бутлерова. [*Прим. ред.*].

что этот кристаллический продукт есть мононитроацетофенон $\begin{matrix} C^6H^4(NO^2) \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!CO$. Исследования Эммерлинга и Энглера показали, что это соединение не способно перейти в синее индиго, а потому они испытали другой нитропродукт. Если вести нитрование не на холоду, а при нагревании, то получается сиропообразный нитроацетофенон. Эммерлинг и Энглер говорят, что если хотят получить продукт, способный перейти в синее индиго, то необходимо соблюсти все те условия приготовления, которые им удалось подметить. Эти условия заключаются в следующем. 70—80 г дымящейся NHO^3 нагревают в колбочке до 40—50° и вводят туда 5—7 г ацетофенона. Температура скоро возвышается до того, что из колбочки выделяются густые красные пары. Тогда умеряют реакцию, погружая колбочку в холодную воду. Скоро выделяется желто-красная сиропообразная масса, которая даже при долгом стоянии не застывает. Анализ показал, что это вещество есть мононитроацетофенон. Эммерлинг и Энглер указывают на необходимость в точности соблюсти начальную температуру; будь она немного выше или ниже — в обоих случаях замечается потеря вещества, способного перейти в синее индиго.

Эмпирическая формула показывает, что для превращения мононитроацетофенона в синее индиго надо исходить из двух частиц его $C^{16}H^{14}O^6N^2$. Для получения индиго $C^{16}H^{10}N^2O^2$ надо, следовательно, удалить из нитродерината $2O^2$ и $2H^2$ или $2H^2O$ и O^2. Весь процесс должен заключаться в следующих двух реакциях: 1) выделении воды, 2) восстановлении без фиксирования водорода.

Авторы статьи замечают, что обе реакции могут итти одновременно, если восстановление ведется при высокой температуре и посредством сухого восстановительного средства.

Единственно пригодным для этой цели восстановительным деятелем они нашли смесь цинковой пыли и натристой извести. Водоотнимающим же образом действует высокая температура. Опыт показал, что гораздо лучше весь процесс разбить на две фазы: на 1) отнятие воды и 2) восстановление.

Для отнятия воды нагревают нитродериват небольшими порциями в фарфоровых чашечках и нагревание ведут до начала разложения продукта. Если вести нагревание в небольшой реторте, то в горлышке сгущаются капельки выделяющейся воды. При охлаждении масса застывает.

Вторую стадию реакции предписывается вести с точным соблюдением всех указанных ниже условий. Восстановительная смесь составлялась так: на 1 часть мелко измельченной натристой извести берется 9 частей цинковой пыли. Для возможно тесного соприкосновения нитродериватa с восстановительною смесью, растворяют 1 часть мононитроацетофенона в $CHCl^3$, раствор смешивают с 40—50 частями восстановительной смеси в жидкую кашицу и при умеренной температуре удаляют $CHCl^3$. Дальнейший успех требует, чтобы сублимирующееся индиго возможно скоро удалить из восстановительной сферы и охладить его. Опыт показал, что если вести реакцию с соблюдением всех указанных условий, то большая часть вещества сублимируется, но только трудно собрать этот сублимат. Самый лучший выход бывает тогда, если зараз нагревать небольшое количество вещества. Способ, который употребляли для этой цели Эммерлинг и Энглер, крайне хлопотлив и неудовлетворителен, но пока еще не найдено более удобного способа.

Они нагревали вещество в узенькой трубочке над бунзеновой горелкой. На холодных частях трубки садился темный сублимат, и распространялся характерный запах продуктов разложения синего индиго. При нагревании этого темного пятна отделялись фиолетовые пары, без примеси каких-либо других ароматических соединений. Таких признаков было недостаточно для доказательства тождества этого сублимата с синим индиго. Нужного же для анализа количества вещества Эммерлинг и Энглер получить не могли. Тогда они прибегнули к следующему способу. Вышеописанная реакция была произведена примерно в 300 трубочках. Часть каждой трубки, на которой находился налет, отламывалась, все они измельчались и высушивались. Затем масса промывалась спиртом и эфиром, туда прибавлялось (по совету Эрдмана) железного купороса и извести, умеренно нагревалось и оставлялось стоять в закрытой колбе на сутки. По прошествии суток прозрачный раствор сливался и выставлялся на воздух. Скоро на поверхности раствора появилась характерная для синего индиго [сине-]пурпуровая пленочка.

Описанный синтез синего индиго привел Эммерлинга и Энглера к определенному воззрению на строение этого вещества. Это строение они выражают следующей формулой:

т. е. синее индиго есть азопроизводное еще не полученного кетона такого вида:

$$C^6H^5—CO—CH$$
$$\|$$
$$C^6H^5—CO—CH$$

Свою формулу они основывают на следующих двух предположениях: 1) Кислород имеет такое же положение, как в ацетофеноне, и есть кетонный кислород. 2) Азот находится в виде азогруппы.

Первое свое положение они доказывают следующим соображением. Кислород группы CO имеет, без сомнения, более прочное положение, чем кислород нитрогруппы; а так как при образовании синего индиго из трех паев кислорода каждой частицы нитроацетофенона

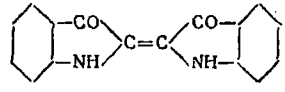
$$\left.\begin{matrix} C^6H^4(NO^2) \\ CH^3 \end{matrix}\right\} CO$$

выделяется только два кислородных атома, то естественно предположить, что выделяется кислород из (NO^2) [группы]. Это последнее обстоятельство показывает, что в синем индиго положение кислорода сохранилось таким же, каким оно было в ацетофеноне.

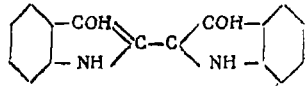
Доказательство второго положения вытекает уже как следствие только что приведенного соображения. Образование азогруппы возможно уже и потому, что кислород группы (NO^2) пошел на окисление метилового водорода нитроацетофенона. Кроме того, условия реакции были самые благоприятные для образования этой группы, так как восстановление велось в щелочном растворе.

Что два еще оставшихся водородных атома (кроме бензольного водорода) суть остатки метиловой группы, — это следует из самого синтеза и не требует никаких дальнейших доказательств.*

* Дальнейшие работы показали, что второе положение Эммерлинга и Энглера является неправильным, откуда следуют и ошибки, допущенные этими авторами при установлении формулы индиго и всех его производных. Формула индиго, принятая в настоящее время:

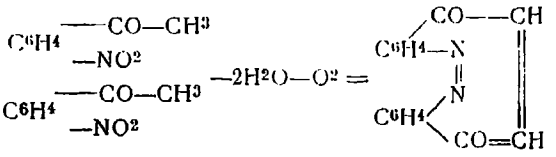


(синее индиго);



(белое индиго),

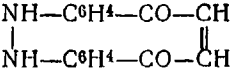
Образование синего индиго происходит, следовательно, таким образом, что при нагревании две частицы нитроацетофенона соединяются в одну, причем часть метилового водорода сгорает за счет кислорода нитрогруппы:



(2 частицы нитроацетофенона) (1 частица синего индиго)

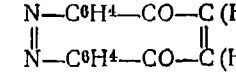
По мнению Эммерлинга и Энглера, кристаллический нитродериват принадлежит к пара-ряду, сиропообразный же (или, по крайней мере, часть его) к мета-ряду. Они намерены заняться исследованием строения обоих видоизменений получением из каждого соответствующей нитробензойной кислоты.

Исходя из того факта, что азосоединения легко восстановляются в гидразо и что последние уже на воздухе опять переходят в азо, далее, принимая во внимание, что подобное отношение существует между синим и белым индиго, Эммерлинг и Энглер принимают, что белое индиго есть соответствующее гидразосоединение синего индиго:



(белое индиго)

При окислении синего индиго водород боковой цепи переходит в гидроксил, и получается:



(изатин) *

а индола, оксиндола, диоксиндола соответственно следующие:

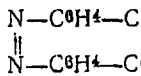
индол оксиндол диоксиндол

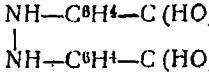
[*Прим. ред.*].

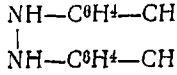
* См. прим. ред. на стр. 412. [*Прим. ред.*].

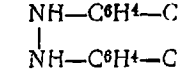
При восстановлении изатина в щелочном растворе вступают 4H. Два из них переводят азогруппу в гидразо, а другие два служат для изменения кетонного кислорода в гидроксил — получится диоксиндол. При восстановлении диоксиндола в оксиндол выходят 2 пая кислорода, наконец при восстановлении оксиндола в индол выделяются и последние 2 пая кислорода.

Таким образом, принимая взгляд Эммерлинга и Энглера, мы будем иметь ряд следующих формул:


(изатин)


(диоксиндол)


(оксиндол)


(индол)

В пользу удвоения формулы изатина и его производных говорит еще и то обстоятельство, что серебряная соль диоксиндола на 16 паев углерода содержит 3 пая Ag; вследствие этого еще Кноп в первой своей работе пишет формулу изатина и диоксиндола так: $C^{16}H^{10}N^2O^4$ (изатин) и $C^{16}H^{14}N^2O^4$ (диоксиндол). В последующей работе Байера и Кнопа были употреблены половинные формулы только потому, что чрез это сохранялись простые отношения между продуктами восстановления изатина. Далее Эммерлинг и Энглер замечают, что, принимая во внимание легкость перехода синего индиго в изатин и наоборот, трудно допустить, чтобы при этом происходило распадение и присоединение частиц. Взгляд на синее индиго и на изатин как на азосоединения подтверждается еще красящей природой этих соединений, если только принципы, высказанные Грёбе и Либерманом о строении красящих веществ, признать верными.

В самом деле, и в ряду индиговых соединений обесцвечивание всегда сопровождается переходом азогруппы в группу гидразо. Эммерлинг и Энглер разбивают члены индиговой

группы на два класса: на вещества красящие — азосоединения и на бесцветные — гидразотела.

Азосоединения (красящие)	Гидразотела (бесцветные)
Синее индиго	Белое индиго
Изатин	Диоксиндол
	Оксиндол и индол

Сумма доказательств, приведенных Эммерлингом и Эйглером в подтверждение своего взгляда, до такой степени убедительна, что едва ли можно сомневаться в верности их воззрений. Остается однако пожелать, чтобы количество синтетически полученного ими вещества было увеличено настолько, что позволило бы анализом убедиться в тождестве этого вещества с синим индиго. Если это удастся, в таком случае даже скептическое сомнение не будет иметь места, а при установлении научных понятий и это последнее должно быть принимаемо в соображение.

При составлении своего рассуждения я пользовался следующими источниками:

Gerhardt. Traité de chimie organique.
E. Schunck. L'Institut. 1856, 19.
Erdmann, Journ. für pract. Ch., LXXI, 209.
A. Baeyer und Knop, Ann. Ch. pharm., CXL, I.
A. Baeyer und Knop, Ann. Ch. pharm., CXL, 295.
A. Baeyer und Knop, Ber. d. deutsch. chem. Ges., 1868, 17.
A. Baeyer und Emmerling, Ber. d. deutsch. chem. Ges., 1869, 679.
A. Kekulé, Ber. d. deutsch. chem. Ges., 1870, 748.
A. Emmerling und C. Engler, Ber. d. deutsch. chem. Ges., 1870, 885.

ДОПОЛНЕНИЯ К ТОМУ IX

ПОРОХА

Копия документа хранится в Музее им. Д. И. Менделеева при Всесоюзном Научно-исследовательском институте метрологии им. Д. И. Менделеева.

Управляющему Морским министерством

Ваше высокопревосходительство

Николай Матвеевич!*

В успехах огнестрельного дела за последнее время с ясностью выступило участие физико-математических исследований профессоров Абеля (Sir F. Abel) в Англии и Бертело (M. Berthelot) во Франции. Их работы не только двинули вперед, на новые пути, науку о взрывчатых веществах, но и определили многие существенные перемены в практике порохового дела. Так, например, применение в орудиях и минах детонаторов, пироксилина и бездымного пороха прямо или косвенно развилось под влиянием работы Абеля и Бертело. Поэтому, первый в Англии, а второй во Франции давно поставлены правительством во главе особых научных лабораторий, назначенных для изучения видов и действия пороха.

Ныне же, когда обычный порох постепенно вытесняется разнообразными новыми препаратами, открытыми химиками, когда в практике необходимо, хотя бы временно, избрать какой-либо из новых видов пороха и когда предвидится еще длинный ряд дальнейших усовершенствований, — польза специальных химических лабораторий, изучающих взрывчатые вещества, становится необходимым следствием прозорливых забот о безопасности и о мирном развитии стран.

Могущество России требует, чтобы пороховое дело и в ней встало на почву систематической и самостоятельной научной разработки. По этой причине, оставляя университетскую кафедру, я не смел отказаться от предложения вашего высокопревосходительства, когда Вы выразили желание.

* Н. М. Чихачев. [*Прим. ред.*].

чтобы я послужил научной постановке русского порохового дела, посвятив ему свою подготовку, свои связи и остаток своих сил.

Для осуществления такого предначертания необходимо ныне же обратить внимание на следующие три обстоятельства:

Во-первых, в Морском ведомстве есть два больших знатока новейших видов пороха. Первый из них — профессор химии в офицерских минных классах, один из бывших моих слушателей, Иван Михайлович Чельцов, уже много работал над новыми взрывчатыми веществами, изобрел особый минный порох «громобой» и составил примечательнейшие руководства к пороховому и минному делам. Другой — морской капитан Леонид Гаврилович Федотов, управляя заводом, изучил во всех практических отношениях очень сложное дело производства пироксилина. Без деятельного содействия двух названных лиц я считаю для себя неосуществимым разрешение предстоящих задач.

Во-вторых, исследование и разработка взрывчатых веществ требуют, кроме подходящих лиц, многих особых приборов и специальных приспособлений в лаборатории, снабженной достаточными средствами для пополнения материалов и снарядов. В обычных химических лабораториях исследования взрывчатых веществ неуместны и будут затруднены. Поэтому для решения предстоящих задач необходимы: новое помещение, особые лица и соответственные денежные средства.

В-третьих, для выполнения предначертанного весьма важно лично ближе ознакомиться с современным положением предмета [...], и здесь, вследствие сложности предстоящих задач, я считаю неизбежным участие как профессора Чельцова, так и капитана Федотова.

Целями [ознакомления] должно считать: 1) изучение организации центральных учреждений, назначенных для систематической разработки порохового дела, в связи с практическими его применениями, 2) заказ и приобретение приборов, необходимых для предполагаемых работ; 3) осведомление, по мере возможности, о новейших исследованиях и видах взрывчатых веществ; 4) осмотр заводов, приготовляющих новые виды пороха, буде доступ на оные окажется возможным, и 5) изучение экономической стороны производства веществ (например целлюлозы, ацетона, уксусного эфира и т. п.), применяемых для современных взрывчатых веществ при их изготовлении.

Если в течение предстоящего лета будет готово помещение для предполагаемой лаборатории (в одном из свободных зданий Морского ведомства) и если ваше высокопревосходительство найдете исполнимыми вышеизложенные соображения, то можно надеяться в предстоящую зиму приступить к исполнению Ваших предначертаний в отношении к изучению взрывчатых веществ.

Прошу принять уверение в глубочайшем почтении и готовности к услугам.

20 мая 1890 г. С.-Петербург,
Университет, 3.

Д. Менделеев.

Копия документа хранится в Музее им. Д. И. Менделеева при Всесоюзном Научно-исследовательском институте метрологии им. Д. И. Менделеева.

Его высокопревосходительству
господину управляющему Морским министерством

Имея в виду содействовать скорейшей организации и успешности действия вновь устраиваемой при Морском министерстве лаборатории для изучения взрывчатых веществ, имею честь представить на усмотрение вашего высокопревосходительства: 1) проект положения и штата лаборатории и 2) объяснительную записку к проекту штата лаборатории.*

Если оные заслужат одобрения вашего высокопревосходительства, то для успешности предстоящих исследований весьма желательно, чтобы положение о лаборатории было незамедлительно направлено к утверждению в законодательном порядке.

Считаю долгом присовокупить, что Иван Михайлович Чельцов, как лицо, заявившее свои научные и технические сведения многими прекрасными самостоятельными исследованиями, и как заведывающий устройством лаборатории и снабжением ее всеми надлежащими приборами, по моему мнению, будет во всех отношениях наилучшим первым начальником устраиваемой лаборатории[...]. С таким лицом во главе новое учреждение, долженствующее разъяснить многие вопросы о новейших видах пороха, обещает наибольший возможный успех в теории и практике дела.

В отношении к сей последней осмеливаюсь обратить внимание на то, что все виды новейшего пороха основываются на пироксилине, а потому ранее, чем будет решен вопрос о наилучшем бездымном порохе, пригодном для морских орудий, следует озаботиться уже ныне о значительном расширении того пироксилинового завода Морского министерства, который до сих пор занимался изготовлением

---

* 1) См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. IX, 1949, стр 147. 2) См. стр. 430 настоящего тома. [*Прим. ред.*].

пироксилина почти исключительно для снаряжения ограниченного числа мин. Если же пироксилин пойдет не только для снаряжения мин и бомб, но также для приготовления пушечного пороха на заводе Морского министерства, то заблаговременно следует приспособить завод к производству значительных количеств пироксилина, дабы в производстве пороха не встретилось задержки от недостатка основного материала. При той ответственности, которую имеет начальник завода, капитан Леонид Гаврилович Федотов, желаемое расширение завода не может встретить других препятствий, кроме времени, потребного на расширение зданий и всех приспособлений завода.

Заслуженный профессор химии *Д. Менделеев.*

24 сентября 1890 г.

При сем прилагаются:
1) проект положения о лаборатории и
2) объяснительная записка о штате лаборатории.

Документ хранится в Музее им. Д. И. Менделеева при Всесоюзном Научно-исследовательском институте метрологии им. Д. И. Менделеева.

ОБЪЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к проекту штата лаборатории Морского министерства

Исследования в области новейших видов пороха, а особенно нерешенность многих важных вопросов, к ним относящихся, требуют не только устройства особой лаборатории, для сего предмета назначаемой, но по новизне, тайне и опасности подобных работ, такого состава лиц и средств лаборатории, чтобы цель нового учреждения была достижимою, как в настоящее время, когда в лаборатории должны быть сравнительно изучены многие виды новейшего пороха, так и в предстоящее время, когда лаборатория должна будет следить за приготовлением избранных сортов пороха и вырабатывать такие начала и приемы, которыми обеспечивался бы успех дальнейшего движения вопроса о порохе в России.

По этим соображениям лица, входящие в состав лаборатории, при должной научной подготовке должны быть настолько обеспечены, чтобы могли, посвящая все свое время принятым на себя обязанностям, безбедно содержать себя и свое семейство и иметь в виду на старость такое же обеспечение. Только при таком условии можно надеяться на то, что год от года лаборатория будет совершенствоваться во всех отношениях и привлечет лиц, преданных делу.

Особое значение в лаборатории должен получить ее начальник как лицо, долженствующее руководить всем учреждением и направлять все его работы к должному результату. Поэтому, в отношении класса должности и пенсионных преимуществ начальник лаборатории приравнивается в проекте с ординарными профессорами университетов, оклад же его должен быть увеличен противу профессорского, потому что: а) профессора получают сверх оклада гонорар от слушателей по числу лекций, б) профессора имеют возможность и время читать лекции в других заведениях и чрез то обеспечивать [жизнь] свою и своего

семейства, в) ответственность и опасность работ начальника лаборатории несравненно более, чем у профессоров химии или физики, и г) все время начальника лаборатории для успешного хода занятий в оной должно быть отдано принимаемым обязанностям.

Помощники начальника по классу должности и по содержанию поставлены в такое же примерное отношение, в каких стоят в университетах экстраординарные профессора и прозекторы по отношению к ординарному профессору. Но так как в учреждаемой лаборатории необходимо полнейшее единство действий, то положение начальника лаборатории, которому подчиняются все лица лаборатории, отличено бо́льшим окладом, чем оклад ординарных профессоров университетов. При проектировании окладов небесполезно указать на то, что в парижской лаборатории Laboratoire Centrale des Poudres et Salpêtres ее начальник г. Capro (Sarrau), сверх содержания по Академии Наук, получает 11 тыс. франков, а его два помощника вместе — 13 500 франков. В Вульвичской лаборатории, сверх содержания, превосходящего французское, служащим оплачиваются их квартиры. Проектированные в штате оклады чинов лаборатории соображены с окладами иных, более или менее соответственных лиц Морского министерства, например с окладом товарища военно-морского прокурора (5000 руб.), техника по электрическому освещению в Николаеве (3000 руб.), химика в портовой лаборатории Кронштадта (2800 руб.) и т. п. От чинов учреждаемой лаборатории требуется не только большая усидчивость и подготовка, но и участие в работах, предоставляющих многие случаи опасности...[1] Квартирное и столовое содержание чинов лаборатории соображено с действительною потребностью при самых скромных требованиях семейной жизни. Притом должно принять во внимание, что для удобств работы квартиры служащих должны быть вблизи лаборатории, а [в] ее соседстве помещения дороги.

Сумма в 9000 руб., назначенная в проекте на содержание лаборатории, определилась чрез сложение всех необходимых расходов, предстоящих новому учреждению: 1) на вознаграждение наемных лаборантов, механиков, калькуляторов и других специалистов, приглашаемых начальником по мере надобности, от 2500 до 4000 руб.; 2) на наем служи-

[1] Опасности касаться могут только лиц, опыты производящих, но правила (ст. 6-я) обеспечат безопасность здания и окружающих.

телей, которые неизбежно должны быть обеспечены в достаточной мере, чтобы постоянно оставались в лаборатории и приучались к своим обязанностям, от 1500 до 2000 руб.; 3) на приборы, посуду и материалы, по соображениям крайней экономии и достаточности для опытов и исследований, от 2500 до 3500 руб.; 4) на канцелярские расходы около 500 руб.; 5) на библиотеку от 300 до 500 руб., и 6) на печатание, в случае надобности, отчетов лаборатории от 200 до 500 руб. Таким образом, сумма предстоящих расходов определилась от 7500 до 11 000 руб., а потому в годовую смету принята средняя круглая цифра в 9 тыс. руб. Она оказывается близкой к той сумме (25 000 франков), которая отпускается на вышеупомянутую парижскую лабораторию, хотя приборы и специалисты во Франции гораздо дешевле, чем в России.

При составлении штатов лаборатории вообще имелось в виду проектировать все содержание в столь умеренных размерах, чтобы удовлетворить только одним насущнейшим и неизбежным текущим потребностям предполагаемого учреждения.

Заслуженный профессор *Д. Менделеев.*

25 сентября 1890 г.

Центральный Государственный архив Военно-морского флота, фонд Технического комитета по артиллерии Морского министерства, д. 41, лл. 162—163 (1891 г.).

18 декабря 1891 г.
№ 1733

Ваше высокопревосходительство,
Николай Матвеевич!*

Научно-техническая лаборатория Морского ведомства, согласно Вашему указанию, в первые месяцы своего действия сосредоточивала свое внимание не столько на усовершенствовании способов изучения, приготовления и применения взрывчатых веществ, сколько на ближайшем исследовании состава и свойств различных видов бездымного пороха, чтобы получить в отношении к оным заключения, основанные на опытных данных, добытых существующими научными способами объективного свойства. Напряженные усилия профессора И. М. Чельцова и его помощников приводят к убеждению в том, что из существующих достойны внимания только два типа бездымного пороха: чисто *пироксилиновые и нитроглицериновые,* т. е. содержащие кроме пироксилина еще нитроглицерин. Состав тех и других подлежит изменению и оказался легко поддающимся анализу и полному воспроизведению. К порохам первого типа относятся современные виды французского бездымного пороха, охтенский, г-на Демчинского и др. К порохам нитроглицериновым относятся, например: английский кордит, некоторые сорты порохов Максима и тот вид пороха Нобеля, который имеется в лаборатории. Опыт показывает, что различные сорты пороха того и другого типа представляют неодинаковые условия для гарантии сохраняемости (неизменности при хранении) и что она определяется не различиями в пропорции составных начал, а приемами, применными для их получения и очищения. Французский и охтенский пороха в этом смысле прочнее пороха г-на Демчинского, кордит прочнее нобелевского пороха, но вообще, вследствие лучшей выработки начал очищения,

* Н. М. Чихачев. [*Прим. ред.*].

пироксилиновые пороха доныне оказываются стойче нитроглицериновых. Однако в лаборатории уже получался нитроглицерин, не уступающий в стойкости обычному пироксилину, применяемому для бездымного пороха. Опыты синтеза пороха с таким нитроглицерином ныне ведутся в лаборатории.

Для сравнения порохов двух вышеупомянутых типов должно иметь в виду еще следующие два несомненные и два менее твердо установленные обстоятельства. Не подлежит сомнению, что для производства определенной начальной скорости должно взять меньший вес нитроглицериновых порохов, чем чисто пироксилиновых, и давление на стенки в первом случае будет менее, чем во втором — при равных начальных скоростях. Не подлежит также сомнению и то, что пироксилиновые пороха обойдутся дороже нитроглицериновых. Должно считать весьма вероятным, что детонация с нитроглицериновыми порохами может происходить еще труднее, чем с чисто пироксилиновыми. Сверх того опыты лаборатории, еще долженствующие продолжаться, указывают на то, что приспособление нитроглицериновых порохов к орудиям различного калибра и устройства (от ружей до пушек в 6″) может достигаться без изменения состава, одною переменою величины зерен, тогда как для пироксилиновых порохов это приспособление требует сверх того изменения состава, о чем можно судить в лаборатории по определению скоростей сгорания.

При изучении порохов разных типов возродилось множество новых вопросов, могущих подлежать опытному изучению и представляющих большой практический интерес, например: о влиянии порохов разного рода на стенки орудий при одинаковых давлениях, или при одинаковых начальных скоростях, о влиянии температур, развивающихся при употреблении различных видов пороха, влиянии распределения растворимой и нерастворимой частей пироксилина в волокнах на свойства пороха и т. п.

Немногочисленность персонала лаборатории, отрывание его для других надобностей флота,[1] множество предстоящих задач и спешность, с которою требуются ответы лаборатории на вопросы о бездымном порохе для пушек флота, побуждают обратиться к вашему высокопревосходительству за

[1] В лабораторию поступают различные аналитические вопросы, решение которых берет много времени от лиц, посвященных в секреты пороховых испытаний. Не лучше ли изыскать средства для приглашения отдельного лица для таких анализов?

разрешением двух вопросов, могущих указать путь *для направления ближайших исследований*:

1) Предполагается ли устраивать для надобностей флота особый небольшой завод бездымного пушечного пороха?

2) Ввиду вышеприведенного различия двух типов бездымного пороха, нельзя ли ныне, на первое время, ограничиться одним из них? Единовременное сравнительное исследование обоих типов сильно усложняет задачи лаборатории и отдаляет время решения некоторых первичных вопросов.*

В надежде получить соответственные указания покорнейше прошу ваше высокопревосходительство принять уверение в глубочайшем почтении и готовности к услугам

14 декабря 1891 г. *Д. Менделеев.*

* На подлиннике имеется надпись С. О. Макарова от 19 декабря «Управляющий Морским министерством приказал собрать сведения в Техническом комитете о том, каких сортов пороха следует выписать для пробы, а потом на праздниках собраться у него для решения различных вопросов о бездымных порохах». [*Прим. ред.*].

Центральный Государственный архив Военно-морского флота, фонд Технического комитета по артиллерии Морского министерства, д. 41, лл. 178—179 (1892 г.)

17 августа 1892 г.
№ 1590

Ваше высокопревосходительство,

Николай Матвеевич!

Имею честь известить, что один из новых сортов бездымного пушечного пороха, приготовленный в лаборатории, испытывался 9 и 12 июня на полигоне в 47-миллиметровой скорострелке и показал: 1) что все соображения, выведенные из лабораторных испытаний о баллистическом действии пороха, оправдываются при стрельбе; 2) что равномерность (однообразие результатов) стрельбы этим порохом достигается в наилучшем виде, и 3) что можно, продолжая разработку предмета далее, ныне пока остановиться на испытанном виде пороха, так как он представляет условия удешевления производства (противу других современных видов пироксилинового пороха), отличается бесподобным однообразием, расходуется на заряд малыми количествами (вместо 176 золотников бурого пойдет для получения той же начальной скорости не более 76 золотников испытанного) и не дает ни остатка в орудии, ни дыма. Способы производства такого пороха заводскими приемами и размерами, хотя требуют еще дальнейших лабораторных испытаний, но уже значительно выяснились при производстве тех фунтовых количеств, которые требовались для 9 выстрелов скорострелки. Для окончательного же уяснения, а особенно для опытов с большекалиберными пушками (к которым мы надеемся приноровить испытанный порох, как приспособили его к скорострелкам) требуется изготовить уже не фунты, а многие пуды. — Но в лаборатории сделать этого положительно невозможно, ни по свойству приборов, ни по целям лаборатории, которая напрягла все свои силы и средства для вышеописанного опыта, ясно показавшего, что далее производства нескольких фунтов здесь итти невозможно. На основании этого и вследствие вашего указания о том, что следует сперва достичь до какого-либо практическог

вывода, прежде чем приступать к устройству при пироксилиновом заводе мастерской для производства пороха, считаю долгом сказать, что ныне неизбежная надобность в устройстве такой мастерской окончательно выяснилась, и я полагаю, что дальнейшее промедление в этом отношении поведет не только к продлению неясного положения о снабжении пушек флота надлежащим бездымным порохом, но и к тому, что усилия лаборатории останутся без реальных последствий. При этом имею честь обратить Ваше внимание, во-первых, на то, что испытанный порох, как нами было указано, чисто пироксилиновый (без нитроглицерина), и все его особенности зависят от способа приготовления нового вида пироксилина, названного нами «пироколлодием» и, во-вторых, на то, что не подлежит сомнению весьма значительное удешевление производства нового пороха, сравнительно с ныне применяемыми видами пироксилинового пороха.

Занятия лаборатории на вакационное время, до 20 августа, закрываются и предполагается приступить к ремонту. — Хотя и мне необходимо отдохнуть, но по вызову Вашему я тотчас явлюсь из Клина, куда на днях отправляюсь и оттуда хочу сделать лишь краткосрочные поездки.

В сухопутное Артиллерийское ведомство я подал прошение об увольнении от службы, предполагая сосредоточить остаток сил лишь в Морской лаборатории.*

Прошу, ваше высокопревосходительство, принять уверение в глубочайшем почтении и преданности. Готовый к услугам

18 июня 1892 г.
С.-Петербург.

Д. Менделеев.

---

* На подлиннике имеется помета Н. М. Чихачева от 30 августа 1892 г.: «Желаю переговорить с Константином Павловичем, нельзя ли изготовить под нашим исключительным надзором требуемое количество *пироколлодия* в пороховых мастерских Артиллерийского ведомства или на частном заводе». [*Прим. ред.*].

Центральный Государственный архив Военно-морского флота, фонд Технического комитета по артиллерии Морского министерства, д. 41, лл. 213—216 (1892 г.).

28 сентября 1892 г.
№ 1856

Его превосходительству
инспектору Морской артиллерии

На письмо Ваше (№ 1595 от 25 сентября 1892 г.) по вопросу о стоимости бездымного пороха имею честь сообщить следующее:

I. На пуд пироксилина (или вообще ***нитрованной*** клетчатки) требуется при правильном ходе производства около $^2/_3$ пуда очищенного хлопка в сухом состоянии, а для нитрования идет не менее равного веса (с клетчаткою) крепкой азотной кислоты. Но так как в нитрованной массе, после ее отжатия, остается вымываемая водою и теряющаяся азотная кислота, то ее количество, расходуемое в действительности, даже при совершеннейших приемах возврата (из отработавших остатков), нельзя принять менее веса получаемого пироксилина или пороха; в современной же действительности, если отработанную кислоту утилизировать на заводе, идет на пуд пороха не менее 1.5 пуд. азотной кислоты, если же этой утилизацией не заниматься (как, например, на заводе Морского ведомства — по малости производства), то нужно на пуд пороха расходовать не менее 2 пуд. азотной кислоты в наибольшей ее заводской крепости. Таким образом, здесь уже видно, что расход материалов для производства бездымного пороха сильно изменяется от степени развития производства. То же относится до других статей расхода. При производстве 1000 пудов в год стоимость пуда пороха неизбежно должна быть гораздо выше, чем это возможно при производстве 10—20 тысяч пудов, и я полагаю, что, переходя от 1 к 10 тыс. пуд. в год, можно иметь экономию стоимости, достигающую до 30%. Произведя расчет ***наименьшей***, ныне возможной, стоимости пуда пироксилина при существующих ныне в России ***наинизших*** возможных ценах сырья и работы, я пришел к следующим основным цифрам, считая ***на пуд*** готового пушечного пороха:

1) $^2/_3$ пуда очищенной клетчатки (в виде «концов» или в виде бумажной массы, считая цену пуда по 9 руб. . . . 6 руб.

2) $1^1/_4$ пуда азотной кислоты, в 48° Бомэ, считая, что пуд чилийской селитры стоит 1 руб. 60 коп. (ее пойдет на $1^1/_4$ пуда азотн[ой] кислоты около $1^2/_3$ пуда), что на пороховом заводе азотная кислота готовится при помощи отработанной кислотной смеси и что эта последняя оценена по стоимости содержащейся в ней серной кислоты, а потому пуд азотной кислоты материалами (работа и топливо включены в пункт 5 и 6) обходится по 3 руб. 60 коп., а за $1^1/_4$ пуда . . . . . 4 р. 50 к.

3) Считая на пуд пороха возможным затратить не более 5 пуд. серной к[ислоты], приняв, что половина этой затраты уйдет в виде отработавшей кислоты на обработку селитры (пункт 2-й) и что пуд серной кислоты можно получить в благоприятнейшем случае (при большом производстве на соответственных местах) от химических заводчиков с доставкою по 60—80 коп., получим, что трата серной кислоты будет около 2—3 пуд. или около . . . . . 2 руб.

4) Считая, что растворитель идет в количестве 2 пуда на пуд пороха, но при производстве приняты будут меры к его *возврату*, полагая, однако, что возврат (ныне не производимый) ограничится $1^1/_3$ пуда, и что пуд растворителя (смесь эфира со спиртом) можно приобресть (без акциза, при цене градуса около 2 коп.) по 6 руб., получим расход растворителя $^2/_3$ пуда или около . . . . . 4 руб.

5) Топлива в виде каменного угля на паровики, водокачки, сушильни, на добычу азотной кислоты и на возврат растворителя не менее 25 пуд., считая цену пуда по 10 коп. (в благоприятнейших условиях России) . . . 2 руб. 50 коп.

6) Рабочие на заводах пироксилиновом, пороховом, азотной кислоты и возобновления растворителя, не менее (при ежедневном производстве по крайней мере 40 пуд. пороха) 1-го, в поденной плате, при двух сменах, следовательно, около . . . . . 2 руб.

7) Персонал завода: начальник, 2 помощника, химики, техники, механики, магазинщик и т. п. при достаточно большом производстве . . . . . 2 руб.

8) Ремонт посуды и приборов *не менее* . . . . . 1 руб.

Следовательно пуд пороха ныне *не может* стоить менее как 24 руб.

При этом не положены в счет: ни проценты, ни капитал обзаводства, ни стоимость краски, ни выгоды предпринимателя, и принято, что дело ведется в размере по-

стоянного спроса от 10 до 20 тыс. пуд. пороха в год. Счет этот приведен мною как демонстрация того, что с улучшением и расширением производства бездымного пороха он *может* стоить для дела стрельбы *не дороже современного лучшего бурого* (т. е. холодного) *пороха*, потому что на равное число выстрелов, при том же давлении и той же начальной скорости, пойдет в 2.5 или 3 раза менее бездымного пороха, сравнительно с обычным бурым или черным, а они для пушек обходятся в 6—10 руб. пуд. Другими словами: развивая и вырабатывая в подробностях производство бездымного пороха, Морское ведомство может рассчитывать на то, что с течением времени снабжение им флота может стоить не более того, что израсходуется для снабжения того же числа орудий черным и бурым порохами. Но такой результат, которого достижение и побудило, как одна из причин, к устройству Научно-технической лаборатории Морского ведомства, может быть ожидаем только с течением времени, когда опыты в лаборатории и на заводе направятся не только в сторону доброкачественности пороха, но и в сторону разработки наивыгоднейшего его производства. Ныне же, когда основную цель изысканий должно составить получение пороха, вполне удовлетворяющего стрельбе из орудий разного калибра, и когда такой порох еще нельзя считать выработанным ни в одной стране, ныне экономическая сторона вопроса должна стоять на втором плане. Исследования, произведенные в Научно-морской лаборатории в связи с первыми опытами, произведенными с приготовленным ею порохом на Морском полигоне, дают уверенность в том, что в лаборатории этой достигнуты способы производства бездымного пороха для пушек, не только удовлетворяющие баллистическим требованиям, но и более дешевые, чем обычный пироксилиновый порох, потому уже, что в дело производства пороха, найденного в лаборатории и испытанного на полигоне, можно вводить более слабую азотную кислоту, чем та, которая обыкновенно применяется для пироксилина, а ценность азотной кислоты сильно уменьшается с ее крепостью. Однако ныне в соображениях о стоимости бездымного пороха еще не следует вводить этого вида экономии, так как необходимо предварительно итти обычным путем и достичь при опыте в крупных размерах желаемых результатов.

II. Рассмотрев «приблизительную смету» на производство при пироксилиновом заводе 1000 пуд бездымного пороха, считаю долгом заметить, что если в год будет произ-

водиться лишь 1000 пуд. пороха, то скорее можно ждать увеличения стоимости, чем уменьшения, особенно в первое время, пока не установятся надлежащие приемы производства и в них будут вводиться усовершенствования. По моему мнению, для столь малого производства, как 1000 пуд. в год, следовало бы принять стоимость не меньшую как в 60 руб. с пуда пороха, особенно же ввиду того, что в настоящее время, вследствие дороговизны хлеба в России, стоимость спирта (без акциза) поднялась, и производство азотной кислоты на Петербургских химических заводах нельзя считать удовлетворяющим возрастающему спросу.

III. Так как для сметных соображений Морского ведомства необходимо иметь цены бездымного пороха, то, по моему мнению, в этом отношении следует резко отличить ближайшее время от предстоящего, ибо в начале будут итти лишь опыты применения бездымного пороха, а лишь впоследствии затем начнется снабжение флота таким порохом, который окажется наиболее *во всех отношениях пригодным*. Первую тысячу пудов бездымного пороха должно считать относящеюся к опытам как в отношении баллистическом, так и в заводском, а потому расходы на сей предмет не следует приравнивать к случаю снабжения флота. Если же Морское министерство решит придержаться пороха, доныне выработанного в лаборатории, и для его производства устроит собственный завод, готовя пироколлодий и порох в количестве ежегодно не менее 10 тыс. пуд., то валовую стоимость пороха должно считать гораздо ниже той стоимости, которая обозначена в «приблизительной смете», присланной мне для рассмотрения. Но определить цифру этой стоимости с полною достоверностью ныне я считаю невозможным, потому что изыскания, направленные в сторону валового заводского приготовления пироколлодия и бездымного из него пороха только лишь начаты в лаборатории, занимающейся еще многими иными, более настоятельными сторонами предмета. Однако, так как пироколлодий неоднократно готовился в лаборатории, и так как предварительные опыты уже утвердили многие стороны предмета, то, принимая во внимание современные петербургские цены: хлопчатобумажной массы, натровой селитры, серной кислоты, спирта, *эфира* и посуды, а также отбросов производства, считая производство в год равным 10 тыс. пуд. пороха и не вводя в цену пороха начальных затрат устройства завода, но считая все расходы на рабочих, управление, ремонт и материалы, я полагаю, что пуд указан-

ного вида бездымного пушечного пороха обойдется никоим образом не дороже 35 руб., если завод будет сам готовить азотную кислоту и примет меры к возврату растворителя. Рассчитывать на меньшую стоимость, возможную при дальнейшей разработке предмета, ныне было бы рискованно для тех условий, в которые поставлены казенные заводы и притом в местности такой, как Петербург. Наименьшую стоимость может иметь бездымный порох в России, по моему мнению, при двух условиях: 1) если он будет устроен в местностях, подобных Донецкому краю или Уралу, где топливо и колчеданы (для серной кислоты) наиболее дешевы и 2) если заготовка пироколлодия или даже всего пороха сдана будет заводу, действующему на коммерческих основаниях частным предпринимателем. В этих последних условиях, если основной капитал на устройство такого завода будет дан правительством (примерно в размере 300—500 тыс. руб. на завод для производства в год 10—15 тыс. пуд. пороха), стоимость пуда бездымного пороха того типа, который выработан в лаборатории, вероятно может упасть от 35 до 25 руб. на пуд. Часть соображений, сюда относящихся, изложена мною в прилагаемой при сем *секретной* докладной записке (печатной), представленной его высокопревосходительству военному министру ради обсуждения стоимости ружейного бездымного пороха того типа, который принят пороховым заводом Артиллерийского ведомства. Представляя сию записку, покорнейше прошу принять во внимание ее секретность.

Консультант, профессор *Д. Менделеев.*

28 сентября 1892 г.

При сем прилагаются:

1) Рапорт начальника научно-технической лаборатории с приблизительною сметою и

2) Печатный экземпляр (№ 14), секретный, записки о бездымном порохе (1891 г.)*

* См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. IX, Изд. АН СССР, 1949 стр. 45—145. [*Прим. ред.*].

Энциклопедический словарь Ф. А Брокгауза и И. А. Эфрона, т. VI, 1892 г., стр. 206—207.

ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА *

Статья проф. И. М. Чельцова, как автора весьма полного практического и научно-теоретического труда «Взрывчатые вещества» (1880—1884), написанного для офицеров минных классов, и как ученого, посвятившего давно свою деятельность теории и практике в[зрывчатых] веществ, знакомит читателей энцикл[опедического] словаря лишь с долею тех обширных современных интересов, которые связаны с изучением в[зрывчатых] в[еществ]. На первый взгляд может показаться, что масса ученых, занятых ныне во всех странах разработкою этого предмета, интересовавшего еще недавно одних чисто профессиональных деятелей (артиллеристов и пороховых техников, например ingénieurs des poudres et salpêtres французов), работает для маленькой ветви техники, утрачивая из-за того другие высшие, научные и общественные интересы и напрасно подвергаясь, притом, риску, сопряженному всегда с изучением в[зрывчатых] веществ. Но такая видимость не согласна с действительностью. Не стоит упоминать ни о том, что первый приступ химико-физических знаний к делу в[зрывчатых] в[еществ] вел к замене черного и дымного пороха совершенно новыми его видами, ни о том, что всеобщая воинская повинность, ставшая действительно всеобщею, легла и на людей науки, обязывая их внести свою дань в защиту мира, ни о том, что гражданские применения взрывчатой силы увеличиваются ежедневно, по мере того, как развивается промышленность;[1] остановимся лишь на двух сторонах предмета,

* Добавление к статье И. М. Чельцова. [*Прим. ред.*].

[1] Несомненно, что в странах с развитою промышленностью военные цели требуют уже несравненно меньших количеств в[зрывчатых] в[еществ], чем цели промышленные: например проведение путей сообщения (см. Взрывные работы), добыча руд, каменного угля и т. п. Впереди виден сильный рост применений сего рода при ослаблении требований в[зрывчатых] в[еществ] для военных целей.

показывающих, что́ привлекает мирных ученых к делу изучения в[зрывчатых] в[еществ].

1) Обычные физические и химические явления, легко подлежащие изучению, совершаются чаще всего в условиях малых давлений и невысоких температур; наши сведения о веществе этими условиями сильно ограничиваются, а между тем, как внутри земли и солнца, так и во множестве других обстоятельств, вещество находится (единовременно) именно в таких условиях высокой температуры и сильного давления, в которых естествоиспытателям нельзя производить свои наблюдения. Взрывчатые же вещества доставляют совокупность условий сего рода с чрезвычайною легкостью. Изучение их едва началось, путь лишь едва намечен, а при развитии исследований в[зрывчатые] в[ещества] дадут, без сомнения, множество новых опытных данных для естественной философии, что и возбуждает научных деятелей углубляться в область этого предмета. А так как здесь дело идет о газах, т. е. о таком состоянии вещества, которое наиболее поддалось современному изучению химиков и физиков, то внимание к в[зрывчатым] в[еществам], вероятно, год от года будет не умаляться, а возрастать, ибо в новой области этого предмета предвидится множество самостоятельных и глубоко важных для науки вопросов.

2) Не подлежит сомнению, что введение общераспространенного пороха, найденного почти случайно китайцами и монахами, настолько урегулировало дело войны, что войны стали реже потому, что вместо действия с преобладанием единиц (довольно вспомнить Ахиллессов и Гекторов) наступила пора действия организованных масс, и личные внешние качества стали на второй план, так как сражающиеся удалились друг от друга на расстояние, определяемое гибельностью огнестрельного оружия.[1] И чем дальше будут стрелять ружья и пушки, тем, без всякого сомнения, войны будут реже, а когда, что ныне уже очень близко по времени, ружья будут бить на расстояниях, при которых не видно стрелка и не слышно выстрела, тогда, с одной

---

[1] Примечательно, что обращающие на себя общее внимание новые виды бездымного пороха как по своим материалам (пироксилин, нитроглицерин и т. п.), так и по своим окончательным формам (например порох Вьейля, Абеля и Дьюара и др.) обязаны открытием и выработкою способов производства ученым исследователям в[зрывчатых] в[еществ]. Это показывает, что здесь уже кончилась эпоха случайностей и началось дело, как всякое научное, рациональное и развивающееся в своих основах.

стороны, каждому будет виднее, чем доныне, лотерейность войн, а с другой стороны, станет нагляднее выступать и в этом деле значение знания, разумности, предусмотрительности и гуманности, которые прекратят войны. Эти соображения ведут к тому заключению, что изучение в[зрывчатых] веществ и усовершенствование силы огнестрельного оружия — один из лучших и верных путей к достижению общего мира. Имев надобность вникнуть в этот предмет и случай узнать в этом отношении мнение многих передовых людей, и будучи сыном своей страны, которой нельзя не пожелать вечного мира, я не обинуясь говорю, что изучение в[зрывчатых] в[еществ] имеет, между прочим, целью упрочение всеобщего мира, что охота воевать обратно пропорциональна, по крайней мере, квадрату (если не кубу или еще высшей степени) расстояний или дальности боя оружия, что, закономерно управляя скоростью горения в[зрывчатых] в[еществ] и увеличивая начальную скорость выкидываемых снарядов, современность содействует высшим сторонам просвещения и прогресса и что разработка знания в[зрывчатых] в[еществ] отвечает как прямым, так и косвенным целям мирных успехов науки и промышленности.

Д. Менделеев.

Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Эфрона, т. VI, 1892 г., стр. 177.

ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА *

О применении в[зрывчатых] веществ, кроме статей о пушках, ружьях, минах и тому подобных военных приспособлениях, в «Энциклопедическом словаре» говорится в статьях: Взрывные работы (туннелей и т. п.), Газовые двигатели, Горное дело, Соль, Запалы, Патроны и др. Нельзя не упомянуть о том, что с 1891 г. в[зрывчатые] вещества обещают получить новое приложение для вызова дождя. Предмет этот доныне еще вовсе не обследован, писать о нем еще нельзя ни в утвердительном, ни в отрицательном смысле; но не существует, по мнению моему, никакой невозможности в вызове дождя при помощи взрывов, произведенных в некоторой высоте в атмосфере, потому что взрывы производят волны сгущения и разрежения, причем в поясе разрежения могут получаться из влаги воздуха дождевые осадки и происходить такие смешения слоев воздуха, имеющих различную температуру и относительную влажность, что достигается точка росы и, следовательно, наступают известные условия для образования дождевого осаждения. Известно, что в сухом сосуде (например графине), содержащем обыкновенный влажный воздух, при быстром разрежении воздуха (например ртом, плотно прижав губы) происходит туман, и что громовые тучи часто выливают такое количество воды, которое, несомненно, не могло содержаться в туче, а происходит от сжижения влаги, находящейся в воздухе и близкой к точке росы, т. е. туча несет условия дождеобразования, а не самую массу выливающейся воды, как проследил, например, Мон в грозах Норвегии (см. «Метеорология» Мона). Нельзя также отрицать возможности происхождения электрической энергии при взрывах и участия этой энергии в образовании дождя. Соображения этого рода допускают

* Примечание к статье И. М. Чельцова. [*Прим. ред.*].

возможность вызова взрывами дождя при известном сочетании благоприятных условий, но предмет этот, как и все явления дождеобразования, еще требует многих научных работ, направленных в сторону покорения действующих здесь сил природы на службу человечеству. Если в[зрывчатые] вещества помогут в этой победе, как помогают они уже ныне преодолевать твердыню горных хребтов, то они, как сталь уже ныне, в будущем послужат на такую пользу, что искупят ту массу зла, которая совершилась не раз при посредстве в[зрывчатых] веществ. Предлагаемая читателям «Энциклопедического словаря» статья проф. Ив. Мих. Чельцова покажет, что научное знание в[зрывчатых] веществ подвинулось за последнее время весьма значительно вперед, а это дает полную уверенность в том, что полезные применения в[зрывчатых] веществ станут возрастать на службу достижения возможного общего мирного благополучия.

Д. Менделеев.

Центральный Государственный архив Военно-морского флота, фонд Технического комитета по артиллерии Морского министерства, д. 41, лл. 201—202 (1983 г.).

22 июня 1893 г.
№ 1674

Милостивый государь,

многоуважаемый

Степан Осипович!*

Прежде всего — очень Вам благодарен за утешительную телеграмму о стрельбе из 12″ пушек — это кончает фазис основных испытаний пироколлодийного пороха, который теперь должен начать кампанию против убеждений и предупреждений всякого свойства. Но и эта кампания, бог даст, пройдет успешно, если Вы не оставите этого дела. Сущность в том, что ни один из других видов бездымного пороха не пригоден для всего в такой мере, как пироколлодийный порох, ему будущность очевидна, но надо смирнехонько подъехать к ней, и в этом теперь дело. Что там будет с заводом для выделки пороха — это одна сторона, важная, конечно, но не самая важнейшая; а за главною стороною — считаю дешевую, удобную и безопасную выделку хорошего пироколлодия, потому что его испортить затем уже очень трудно. Оттого и налягу теперь на Ушкова. Боюсь, что подготовка затянется, но жду на днях, чтобы повернуть поскорее. Писал В. И. Попову о необходимости выслать мне «Открытый лист» из министерства [неразборчивое слово] а Вас прошу, если можно это ускорить, отправить по адресу: Елабуга, Вятск. губ.,завод П. К. Ушкова — мне. Второе, что считаю надобным сделать, это написать в виде докладной записки е. в. п. Николаю Матвеевичу** о характеристике нового пороха, потому что путем этим можно укрепить все дело и помочь его входу в Сухопутное ведомство. Записку написал, но переписывать нет людей, и я ее хочу выслать

---

* С. О. Макаров — председатель Технического комитета Морского министерства. [*Прим. ред.*].

** Чихачеву — управляющему Морским министерством. [*Прим. ред.*].

Вам (из Елабуги), чтобы Вы решили: полезно или нет представить подобную бумагу, и если найдете полезным, то набрать и в печатном виде, потому что этим способом легко продержать корректуру, которую я желал бы сам сделать — после Ваших замечаний, и если Вы найдете полезным представление подобной записи.

По существу же дела мне кажется очень важным одно: взять 2 одинаковых пушки (конечно небольшого калибра) и не пожалеть сделать из них по 200 выстрелов, из одной бурым порохом, из другой нашим, чтобы видеть, будут ли от нового пороха заметны изменения внутренних стенок. Ведь англичане для больших пушек считают с бурым порохом возможным сделать лишь 150 выстрелов, а с кордитом лишь 100 и говорят, что после 200 выстрелов их порох портит достоинство даже малокалиберных пушек. Что даст пироколлодий? Полагаю, по теоретическим соображениям, что он будет много лучше кордита и даже лучше бурого пороха. Это вопрос капитальный, равно как и приспособление пушек к пороху. Все прочее не составляет задач затруднительных и успеет решиться к своему времени, а эта указанная выше задача, может иметь капитальнейшее значение — это по опытам. Затем, если эти 200 выстрелов будут сделаны из пушки с определением давлений и скоростей, решится и вопрос однообразия, причем полезно было бы сравнить новый порох, лежавший на открытом воздухе (чтоб успел потерять последние следы растворителя) с тем, который только что вышел из сушилки. Но все это, хотя и важно для Вашей специальности и для дальнейшей судьбы пороха, но не должно иметь решающего влияния, которое должно — после всего что сделано доныне — зависеть от стоимости и легкости заготовки. В этом отношении к осени, если буду жив и здоров, привезу подлинные цифры и если Ушков заартачится, то найду и другие средства довести пироколлодий до того, чтобы его пуд стоил не более 20 руб. А тогда порох придется не дороже 30 руб., а может быть и в 25—27 руб. Вот это теперь составляет задачу, которую решать и еду на днях.

Прошу извинения за долгое письмо, спешу его кончить, желая Вам всякого благополучия.

Преданный Вам и готовый к услугам.

Д. Менделеев.

С. Боблово
15 июня 1893 г.

Центральный Государственный архив Военно-морского флота, фонд Технического комитета по артиллерии Морского министерства, д. 41, лл. 317—320 (1893 г.).

10 июля 1893 г.
Сельцо Боблово, Клин.

Ваше высокопревосходительство,

милостивый государь

Николай Матвеевич!*

Выполняя предначертанное относительно изыскания способов удешевленной заготовки пироколлодия, я вступил сперва в письменное соглашение с П. К. Ушковым, а потом поехал к нему на заводы, откуда ныне временно возвратился к себе в имение и куда предполагаю вновь поехать, когда получу известие о том, что все необходимое для производства подготовлено в должном виде. Гг. Рубцов и Ворожейкин руководят на месте всеми заготовками, а фирма заводов П. К. Ушкова, желая достичь успеха, не жалеет средств и сил, имеющихся в ее распоряжении. Это видно с первого взгляда из того, что для *пробного заказа* начаты сразу и при моем отъезде закончены совершенно новые две постройки: одна в 20 сажен длиною, деревянная, а другая в 15 сажен каменная, шириною в 5 сажен с пристройкою для паровика. Быстрота постройки уже сама по себе показывает силы и распорядительность хозяев, которые дорожат больше всего доверием, им оказанным, и хотят, чтобы новое для них дело было так же хорошо обставлено, как и все дела, осуществленные этою фирмою, одушевленною широкими патриотическими и коммерческими воззрениями, показывающими на деле, что правительственные предначертания о промышленном развитии России нашли здесь — в глухом Вятском крае — полное осуществление. Обширность и *совершенство* всех отраслей производства (добыча серной, азотной и соляной кислот, соды, белильной извести, сульфата, гончарных изделий, хромовых и глиноземных препаратов,

* Н. М. Чихачев. [*Прим. ред.*].

добыча меди из колчеданов и т. п.), которые мы встретили на заводах Ушкова, далеко превзошли не только ожидания наши, но и многое из того, что мне пришлось видеть в нашей и чужих странах. Почти все, что надо для производства пироколлодия, готовится на месте, а что пришлось выписать — уже заказано и идет, так что около 1 августа надеются начать производство в полном виде. Все, что видел, дает уверенность в успешности выполнения пробы и в том, что затем, когда придет время настоящего заказа, он будет выполнен не только хорошо, но и дешево и с соблюдением всех должных предосторожностей. Хотя присутствие наших химиков, гг. Рубцова и Ворожейкина, гарантирует как сохранение тайны производства, так и его совершенства, тем не менее считаю необходимым быть на месте при начале производства, особенно по той причине, что во всем этом деле на мне с обеих сторон лежит много ответственности. Но из Министерства финансов, где я состою на службе и где получил недавно еще новое назначение (управлять Палатою мер и весов), у меня имеется отпуск лишь до 1 августа, а потому покорнейше прошу ваше высокопревосходительство или переговорить с г-ном министром финансов о продлении моего отпуска до 1 сентября или же походатайствовать мне у государя императора командировку до этого срока, ранее которого развитие дела не может быть выполнено в должной мере. Такая командировка, конечно, не потребует новых средств, так как я получил уже их в достаточном количестве, но она необходима для надлежащего выполнения возложенного на меня поручения по той причине, что все производство начнется лишь около 1 августа, и в день можно будет кончить не более 10 пудов пироколлодия; первые же дни завод, вероятно, будет готовить лишь по 5—6 пудов в день. Если встретятся формальные препятствия для продления отпуска или командировки до 1 сентября, то я просил бы соответственного указания вашего высокопревосходительства, а потому и стану ждать до 25 июля какого-либо извещения.

Обдумав за последнее время вновь положение предмета относительно нового нашего пороха и узнав в Казани кое-что по отношению к пироксилиновому пороху, заготовляемому Сухопутным ведомством, я решился составить для представления Вам новую докладную записку, которую единовременно с этим письмом препровождаю на имя адмирала С. О. Макарова, прося его набрать ее в типографии, чтобы успеть прочесть в корректуре, так как пишу спешно и не-

разборчиво. Прошу Вашего на то разрешения, полагая, что представляемая записка может содействовать правильному воззрению на пироколлодийный порох не только в морском, но и в сухопутном ведомстве, если вашему высокопревосходительству угодно будет препроводить оную к г-ну военному министру.

Прося принять уверение в глубочайшем почтении, имею честь быть готовый к услугам

Д. Менделеев.

При сем прилагается план завода, построенного для пироколлодия Ушковым и К° в июне 1893 г.*

* См.: то же архивное дело, л. 321. [*Прим. ред.*].

Центральный Государственный архив Военно-морского флота, фонд Технического комитета по артиллерии Морского министерства, д. 41, лл. 324—325 (1893 г.).

Адмиралу С. О. Макарову

Милостивый государь,
многоуважаемый
Степан Осипович!

Очень Вам благодарен за присланные известия. Сегодня же пишу е. в. п. Николаю Матвеевичу и в трех пунктах: 1) о том, что передавать способ производства ныне — до признания и принятия пироколлодия — считаю рановременным и могущим лишь замедлить дело, 2) о том, что надо просить как отчет о результатах, так и образцы тех видов, которые имеются в сухопутном ведомстве, чтобы можно было на морском полигоне сделать сличения — ради достижения истины, 3) о том, что принять буро-пороховую мастерскую для произ[водства] пиро[коллодийного] пороха во всех отношениях (дороже, тише и не самостоятельно) хуже, чем строить свою малую пробную мастерскую.

С особым интересом буду ждать Ваших замечаний на мою записку и ее корректуры, где исправлю все, что укажете и с чем могу согласиться. Пожалуйста, мне пошлите 2 экз. корректуры, а для скорости лучше адресовать так: г. *Клин*, Моск. губ., купцу Федору Самсоновичу *Истомину*, для передачи мне (где с заказными письмами проволочка идет дня 4). Особенно любопытно знать Ваше и Брылки мнение о результате $v^2 \frac{m}{g}$ для длинноствольной армстронговой пушки. Тут, думается мне, есть свой ключ к будущему правильному решению вопроса.

Меня поразил также результат, получившийся для ружья: я его не ждал, оттого он попал в выноску. Полагаю, что состав записки, хотя мне лично послужит к осуждению, по делу пироколлодийного пороха может помочь, и

я бы желал, чтобы записка эта была препровождена к е. в. п. военному министру, конечно, как секретная. *Если надобно,* то перед отъездом к Ушкову *приеду на день или два в Петербург,* но к поездке на завод Ушкова тянет меня более всего потому, что я считаю возможным с этого конца скорее всего достигнуть должного решения.

С глубочайшим почтением, преданный Вам

Д. Менделеев

20 июня 1893 г.
Боблово.

Н. А. Смирнов (из нашей лаборатории) словесно может Вам рассказать об Ушкове.

Центральный Государственный архив Военно-морского флота, фонд Технического комитета по артиллерии Морского министерства, д. 41, лл. 329—330 (1893 г.).

24 июля 1893 г.
№ 1918

Ваше высокопревосходительство,
милостивый государь
Николай Матвеевич!

Получив от е. п. Степана Осиповича:* а) копию письма к Вам е. в. п. г-на военного министра (от 23 июля № 17391,** б) копию с докладной записки о пироколлодийном порохе г-на инспектора пороховых заводов (от 3 июня № 622) и в) исследование пироколлодийного пороха капитана Забудского (30 мая 1893 г. № 119), считаю долгом сообщить, в отношении рассматриваемого в этих бумагах предмета, следующее:

1) Так как приготовление пироколлодия заводскими способами может быть производимо на многие манеры, часть которых уже испытана на морском пироксилиновом заводе; а другая еще не подвергалась заводскому опыту, а потому выбор *наилучшего* для практики способа еще не сделан, затем, так как Сухопутное ведомство собственными опытами еще не убедилось в сравнительных баллистических достоинствах пироколлодийного пороха, что ему необходимо сделать ранее, чем приноровлять часть своего охтенского завода к выделке для себя пироколлодия, который можно получить (для опытов с порохом) из Морского ведомства, и, наконец, так как опыт Морского ведомства показал, что пироколлодий *можно* быстро готовить на обычном пироксилиновом заводе, то, по моему мнению, сообщение способа производства пироколлодия *ныне рановременно*. Надлежащее время наступит тогда, когда Сухопутное ведомство, произведя сравнительные испытания, признает пироколлодийный порох более подходящим, чем другие бездымные

---

* Макарова. [*Прим. ред.*].

** Указанное письмо военного министра Н. М. Чихачеву хранится в том же деле, лл. 288—289. [*Прим. ред.*].

пороха для целей артиллерии. Испытание же это — через сообщение и осуществление способа производства самого пироколлодия — не ускорится, а лишь замедлится, так как производство пироколлодия, особенно в первый раз и лицами, еще не знакомыми с новым видом нитроклетчатки, может затянуться. Поэтому для скорейшего течения периода опытов следует предоставить Сухопутному ведомству прямо готовый пироколлодий из запасов Морского ведомства.

2) Судя по документам, исчисленным выше, должно утверждать, что Сухопутное ведомство уже имеет бездымный порох, пригодный для 9-дюймовых береговых пушек и для всех меньших — полевых, а для 11-дюймовых заказало опытную партию во Франции, а поэтому, ради сравнительного изучения бездымных видов пороха, было бы весьма *важно получить* не только *результаты испытаний*, но и *образцы* таких видов бездымного пороха в количестве, достаточном для опытной стрельбы на морском полигоне. Лишь при подобном сличении могут выясниться окончательно достоинства разных видов бездымного пороха, а так как подобное сличение станут, судя по вышеизложенному, делать как в Сухопутном, так и в Морском ведомстве, то сопоставление результатов должно помочь скорейшему достижению правильных заключений.

3) Предложение мастерских, готовящих ныне бурый порох для мастерских, приготовляющих пироколлодийный порох, должно считать равносильным с устройством новых заводов, потому что все приспособления и здания, назначаемые для бурого пороха, совершенно не пригодны для переделки пироколлодия в порох, особенно при условии возврата растворителя и вымачивания в спирте пироколлодия для уничтожения опасной операции сушения. А так как подобная переделка большого завода не только займет много времени, но и может быть начата в Сухопутном ведомстве — для пироколлодийного пороха — конечно, только после полного его испытания и признания его достоинств, то, с принятием указанного предложения, во-первых, все дело снабжения флота пироколлодийным порохом сильно замедлится и встанет в полную зависимость от решений Сухопутного артиллерийского ведомства, во-вторых, нововведения (вымочка в спирте, его возобновление, возврат растворителя и способы сушения готового пороха), предположенные в Морском ведомстве для удешевления и обезопашения превращения пироколлодия в порох, придется сразу проектировать в крупных размерах, а между тем их полезно

первоначально произвести в малом виде, какой предполагался для начала дела в морской опытной мастерской, и, в третьих, для окончательной выработки всех подробностей всего производства пироколлодийного пороха (равно как и самого пироколлодия) необходимо, чтобы все эти подробности подверглись полному изучению, какое и возможно при содействии научных сил Морской лаборатории, что не может быть осуществлено при вышеупомянутом предложении — предоставить мастерские, готовящие ныне бурый порох — для изготовления пироколлодийного пороха. Выработав в малом, но заводском (а не лабораторном) виде, с одной стороны, производство пироколлодия, а с другой — его выгодное и безопасное превращение в порох, Морское ведомство окажет прямую услугу не только всему перевооружению России, но и прямо русским финансам (потому что будет оперировать в малых размерах, имея целью экономировать всю стоимость производства) и в то же время Сухопутному артиллерийскому ведомству, потому что передает ему готовые способы, с полным их научным изучением. Сверх всего прочего, устройство малой морской пороховой мастерской, очевидно, скорее всего приведет к цели, т. е. к достижению снабжения флота *хорошим* и *дешевым* бездымным порохом, уже по той основной причине, что усилия различных ведомств пойдут при этом параллельно, чтобы слиться воедино, — на практическом конце дела, т. е. при вооружении России своим порохом.

Прошу ваше высокопревосходительство принять уверение в глубочайшем уважении и готовности к услугам

20 июля 1893 г.
Сельцо Боблово.

Д. Менделеев.

P. S. Печатаемая ныне моя записка о пироколлодийном порохе, как я надеюсь, разъяснит часть вопросов, относящихся к разбираемому делу. Думаю, что ее полезно препроводить к е. в. п. военному м[инистру].

Центральный Государственный архив Военно-морского флота, фонд Технического комитета по артиллерии Морского министерства, д. 41, лл. 336—337 (1893 г.).

№ 1968
31 июля 1893 г.

Ваше высокопревосходительство,

Николай Матвеевич!*

Отправив к вам по письму от адмирала С. О. Макарова свое мнение по отношению к устройству небольшой мастерской для превращения пироколлодия в порох, я получил от Управления кораблестроения вновь как копию с письма е. в. п. г-на военного министра, так и требование заявить свое мнение о предмете письма. Поэтому считаю необходимым и полезным вновь повторить мое мнение. Оно состоит в следующем:

1) Сообщить способ приготовления пироколлодия Сухопутному ведомству, мне кажется, следует *только после того*, когда оно, произведя надлежащие опыты с пироколлодийным порохом, приготовленным из доставленного ему пироколлодия, *найдет* такой порох *удовлетворяющим цели*, ныне же его отзывы столь условны, что нет повода думать, что его примут, а потому нет причины *пока* сообщать приемы производства. Но, конечно, если вашему высокопревосходительству покажется полезным для успеха дела ныне же сообщить эти способы, то я, с своей стороны, буду просить лишь об том, чтобы это сообщение было обставлено известными внешними формальностями и по Вашему приказанию, либо И. М. Чельцов, или я сам, охотно выполним Ваше требование.

2) Так как из доставленных бумаг ясно, что в Сухопутном ведомстве есть свои виды бездымного пороха, пригодного для всех видов пушек, то, не спрашивая об их способе производства, полезно попросить образцы этих сортов пороха, чтобы испытать их как на полигоне, так и в лаборатории и сравнить с пироколлодийным порохом.

---

* Н. М. Чихачев. [*Прим. ред.*].

3) Так как Сухопутное ведомство согласно перерабатывать пироколлодий, ему доставляемый, в порох на своем Охтенском заводе, то Морскому ведомству не следует строить своего порохового завода, но опытная мастерская для малой пропорции (например в 1 или 2 тыс. пуд. в год) все же полезна и необходима, потому что, при ней могут быть самостоятельно достигнуты и окончательно выработаны способы как для экономического производства пороха, так и для его безопасного приготовления, а, главное, для совершенно рационального пользования пироколлодийного пороха для пушек. Этого нельзя будет сделать, когда завод, переделывающий пироколлодий, будет в другом ведомстве и будет устроен для больших масс пороха, какие требуются для сухопутного ведомства. Если же ваше высокопревосходительство не пожелает вовсе иметь такую мастерскую для опытов производства пироколлодийного пороха, то придется оставить в стороне переделку пироколлодия в порох и ограничиться одним пироколлодием, что не будет, по моему мнению, наилучшим результатом, но все же лучше современного положения вещей, потому что из хорошо приготовленного пироколлодия нельзя получить худой порох, хотя и легко сделать из дешевого пироколлодия дорогой порох.

На днях я или поеду на завод Ушкова, или должен буду ехать в Петербург, чтобы испросить об отпуске у е. в. п. г-на министра финансов, от которого имею увольнение только до 1 августа (тотчас, 27 июля, получил желаемый отпуск до 1 сентября).

Прошу принять уверение в глубочайшем моем уважении и готовности к услугам

26 июля 1893 г. Боблово Клинского уезда. *Д. Менделеев.*

Контракт с фирмою г-на Ушкова о приготовлении пробной партии пироколлодия я отправил Василию Ивановичу Попову в то самое время, когда он был близок к своей преждевременной кончине, а потому боюсь за его судьбу и прошу распоряжения.

Центральный Государственный архив Военно-морского флота, фонд Технического комитета по артиллерии Морского министерства, д. 41, лл. 400—401 (1893 г.).

№ 2340
10 сентября 1893 г.

Милостивый государь
Степан Осипович! *

Полагаю, что при составлении письма к военному министру, где придется касаться химической стороны дела, полезно принять во внимание следующее:

Причина, по которой управляющий Морским министерством, как видно из письма его от 31 июля с. г. № 2165,** не признал возможным сообщить тотчас же на Охтенские заводы способ приготовления пироколлодия, заключается в том, что способы заводского производства не были тогда еще выработаны в такой мере, которая удобна и выгодна для валового приготовления, а потому приемы производства изменялись для различных партий. Ныне же, когда я вернулся из командировки в Елабугу, в которой руководил на заводе Ушкова изготовлением пробной партии пироколлодия, заказанной на частном заводе (без сообщения секрета производства) именно для полного выяснения экономической и технической сторон производства, выяснилась практическая пригодность некоторых приемов заводского производства, и хотя в этом отношении возможны еще дальнейшие улучшения, тем не менее в настоящее время уже можно дать указания к экономически выгодному и технически удобному способу валового производства пироколлодия.

Считаю полезным препроводить его высокопревосходительству военному министру докладную мою записку о пироколлодийном порохе, написанную еще в июне текущего года, но лишь ныне отпечатанную и содержащую некоторые сведения, касающиеся пироколлодийного пороха. Если для

---

* С. О. Макаров. [*Прим. ред.*].

** Хранящегося в том же деле, лл. 341—342. [*Прим. ред.*].

сего потребуется особое разрешение его высокопревосходительства Николая Матвеевича, то я желал бы, чтобы было по крайней мере упомянуто о существовании особой записки, читанной Вами еще в июне и задержанной в печати по случаю моего отсутствия из Петербурга.

В дополнение к этой записке я ныне составил краткое письменное изложение научных начал, служивших мне при открытии пироколлодия в 1890 г. и применявшихся затем как в лаборатории Морского ведомства так и на Пироксилиновом заводе Морского министерства, для производства пироколлодия. Это изложение научных начал производства будет в копии передано назначенному военным министром специалисту в научно-технической лаборатории, вместе со словесными объяснениями всех подробностей заводского производства пироколлодия, испытанных на деле, и если окажется полезным — с опытною демонстрациею приемов производства, что, быть может, окажется не излишним, ввиду новости вещества и необходимости при его производстве соблюдать точные опытные условия, требующие от руководителей полного знакомства с научными основами производства пироколлодия.

Вместе с этим полезно установить, чтобы в случае надобности по требованию Охтенского завода один из помощников начальника научно-технической лаборатории являлся на этот завод для сообщения всяких технических подробностей изготовления пироколлодия, если указанный завод приступит к валовому его производству. Сверх того, по моему мнению, было бы полезным, чтобы при начале учреждения производства пироколлодия на Охтенском заводе были доставляемы в научно-техническую лабораторию образцы всех первых партий производства, дабы иметь возможность следить по опыту за правильным соблюдением всех предосторожностей, необходимых при производстве однообразного по свойствам пироколлодия, и дабы чрез то осуществить цель объединения усилий для снабжения армии и флота однообразным доброкачественным бездымным порохом своеобразного русского типа.

Ввиду же охранения секрета изготовления пироколлодийного пороха от могущих быть посягательств на эту тайну, я полагал бы полезным предложить военному министру, чтобы в особом совещании компетентных представителей Военного и Морского министерств выработать правила, обязательные для лиц, которым известны секретные стороны производства пироколлодия, как то введено в научно-техни-

ческой лаборатории, которой принадлежит выработка бездымного пироколлодийного пороха.

По мнению моему, все упомянутые пункты имеют свое значение, а потому, хотя бы и в сокращенном виде, желательно, чтобы о них было упомянуто в ответном письме. Так, например, упоминание о моей печатной записке, и о том, что она написана в июне, я считаю полезным по той причине, что в записке этой не мало говорится именно об соединении усилий обоих ведомств.

С глубочайшим почтением имею честь быть готовым к услугам

10 сентября 1893 г. *Д. Менделеев.*

Центральный Государственный архив Военно-морского флота, фонд Научно-технической лаборатории Морского ведомства, д. 3, лл. 57—64 (1893 г.).

№ 139
5 ноября 1893 г.

Ваше высокопревосходительство,
милостивый государь
Николай Матвеевич! *

При учреждении в 1891 г. преимущественно для изучения взрывчатых веществ Морской научно-технической лаборатории в ее штаты введено всего три служащих: начальник лаборатори и два его помощника. Для содействия им предположено по штату приглашать по найму лаборантов, на что ассигновано по 3000 руб. в год. Опыт показал, что по сложности и большому разнообразию работ, производимых в лаборатории, необходимо иметь в ней не менее трех таких лаборантов. С начала открытия лаборатории обязанности эти выполняли гг. Ворожейкин, Смирнов и Григорович. Два первых — кандидаты С.-Петербургского университета, а г. Григорович кончил курсы в Сельскохозяйственном институте Новой Александрии; все они обладают не только дипломами, но и запасом солидных научных сведений и, что всего важнее, великим интересом к выполняемым обязанностям. Успехи, достигнутые столь быстро лабораториею в получении бездымных видов пороха и в осуществлении опытов как для лабораторного, так и для заводского производства пироколлодийного пороха, во многих своих частях обязаны участию как штатных чинов лаборатории, так и названных лиц как лаборантов. А между тем они получают весьма скромные оклады, а именно по 1000 руб. в год: двое из них уже люди семейные, как и штатные чины лаборатории. Считая весьма важным не только удержать подобных лиц в лаборатории, но и всемерно

---

* Собственноручное (черновое) письмо Д. И. Менделеева управляющему Морским министерством Н. М. Чихачеву. Текст его опубликован также в книге «Научное наследство», изд. АН СССР, М., 1951, т. II, стр. 275—278. [*Прим. ред.*].

поощрять их не безопасные и успешные труды, осмеливаюсь обратить на них внимание вашего высокопревосходительства, прося, во-первых, иметь их в виду при награждениях и, во-вторых, предоставив им, сверх получаемого ими оклада, который по штату не может быть увеличен, еще казенные при лаборатории квартиры. Устройство квартир для всех лиц, служащих в Морской научно-технической лаборатории, должно считать не только поощрением усерднейшей их деятельности, но и делом чрезвычайно полезным для целей, преследуемых лабораториею, и сверх того осуществляемым совершенно безубыточно для казны, как я далее постараюсь показать.

Польза от устройства квартир для лиц, служащих в лабораториях, подобных нашей, сознается повсюду, так как при опытных исследованиях, производимых в лаборатории, очень часто приходится проводить в ней очень много времени и заботиться о том, что преследуется при исследовании, во все часы дня и ночи. По этой-то причине при химических лабораториях во всем мире существуют для служащих квартиры как для начальников, так и для лаборантов. Соседство с лабораторией позволяет служащим не только успешнее вести множество опытных исследований, требующих иногда продолжительных и постоянных наблюдений, но и соблюдать во всем сложном лабораторном деле наибольший возможный порядок.

Сам я вместе с моими лаборантами лет 25 прожил около лаборатории и по опыту знаю, что этому обстоятельству чрезвычайно обязан в том отношении, что мог выполнять разнообразные опытные исследования, а потому, хорошо зная состав лиц Морской научно-технической лаборатории, я вполне убежден, что устройство около лаборатории квартир для лиц, служащих в ней, принесет великую пользу, т. е. послужит к выполнению скорейшего достижения тех целей, для коих учреждена лаборатория.

По отношению к месту для устройства дома для квартир лиц, служащих в лаборатории, считаю не излишним упомянуть о том, что по каналу рядом с лабораториею имеется достаточное свободное место, могущее быть занятым домом, если для входа в него будет построен особый мостик. Размеры желаемого дома определятся, если перечислить примерные размеры потребных квартир:

Начальнику лаборатории (И. М. Чельцову) необходимо помещение не менее как в . . . . . 65 кв. с[аж.]
Старшему его помощнику (П. П. Рубцову) . . . . . 40 » »

Младшему его помощнику (С. П. Вуколову)	30 кв. с[аж.]
3-м лаборантам (гг. Ворожейкину, Смирнову и Григоровичу), всем около	75 » »
	210 [кв. саж.]

Прибавляя на входы, лестницы и т. п. 60 кв. саж., получится вся поверхность в 270 кв саж., что при трехэтажном здании составит площадь фундамента около 90 кв. саж. и даст высоту здания над землею (до кровли) около 5 саж. Это составит около 450 куб. саж. над землей стройки. Так как цена каменной постройки с отделкою жилого здания, вероятно, не превзойдет 70 руб. за куб. саж., то общая стоимость дома составит около 32 тыс. руб. Присовокупляя еще расход на мост, забор, погреб и прачешную, можно быть уверенным, что на 40 тыс. руб. можно построить вполне хорошее помещение для всех служащих лаборатории. А так как они по штату получают квартирные, то в случае удержания их ежегодно сохранится:

Квартирные начальнику лаборатории в год по штату	1 200 руб.
Старшему его помощнику	400 »
Младшему » »	150 »
Всего в год	1 750 руб.

При капитализации этого текущего расхода из 4% годовых, получится $43^3/_4$ тыс. руб., если же капитализировать из 5%, получится 45 тыс. руб., а потому единовременный расход в 40 тыс. руб. на постройку здания для всех служащих в лаборатории не только поощрит тех из них, которые получают малые оклады, не только облегчит им выполнение обязанностей, содействуя успешности их усилий, но и не повлечет за собою основных расходов, капитализируя штатные выдачи квартирных денег. Осмеливаюсь даже думать, что известные вашему высокопревосходительству быстрые и успешные результаты, которые достигнуты чинами Морской научно-технической лаборатории в отношении к бездымному пороху, пригодному для пушек всех калибров, настолько заслуживают особого внимания, что было бы справедливым в виде особой награды, не возмещая вычетом квартирных денег, построить дом для квартир чинам лаборатории, так как повсюду заслуги, относящиеся к новым видам пороха, влекут за собою награды, а тот пироколлодийный порох, который выработан для пушек в Морской научно-технической лаборатории, отличается не только новизною и полною удовлетворительностью, но и тем, что применим даже к 12-дюймо-

вым орудиям, тогда как Франция и Англия, после многих усилий, отказались приготовлять свой бездымный порох для орудий большего размера, чем 6-дюймовые. Быстрота, с которою достигнуты прекрасные результаты для пироколлодийного пороха, зависела прежде всего от прекрасной научной подготовки лиц, служащих в лаборатории, и от того образцового усердия, с коим они преследовали намеченную цель, а эти качества, очевидно, заслуживают особого поощрения и еще многократно должны оказать свою пользу в деле совершенствования флота. Позволяю себе говорить об этом вашему высокопревосходительству, между прочим, еще ввиду того, что по истечении тех пяти лет, на которые Вам угодно было меня пригласить в качестве консультанта, Вам придется всецело опереться во многих сторонах вопросов, касающихся взрывчатых веществ, на лиц, служащих в лаборатории, и желательно, чтобы прекрасный состав лиц, ныне действующих в этом учреждении, сохранился и чувствовал, что его усиленные труды принимаются во внимание. А так как для семейных людей, каковы и суть почти все лица, служащие в лаборатории, обеспечение казенною квартирою составляет, особенно в Петербурге, предмет особой важности, я и осмеливаюсь ходатайствовать о постройке для лиц, служащих в лаборатории, дома для квартир ввиду той пользы, которую уже доставила лаборатория, и тех услуг, которые она должна доставлять впоследствии.

Прошу ваше высокопревосходительство принять уверение в глубочайшем почтении и готовности к услугам.

Д. И. Менделеев.

БЛАНК М. М.
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
ЛАБОРАТОРИЯ
МОРСКОГО ВЕДОМСТВА

5 февраля 1894 г.
С.-Петербург.
Новая Голландия.

Центральный Государственный архив Военного морского флота, фонд Технического комитета по артиллерии Морского министерства, д. 42, лл. 101—113 (1894 г.)

Его высокопревосходительству Н. М. Чихачеву

Милостивый государь,

Ваше высокопревосходительство,

Николай Матвеевич!

Препровожденный мне 29 января 1894 г. журнал Комиссии Охтенского порохового завода*, рассматривающий мою записку, представленную вашему высокопревосходительству в июне 1893 г. «О пироколлодийном порохе», умалчивает о следующих предметах:

1) Когда, т. е. в какое время — ранее или позднее времен, относящихся к пироколлодию и пироколлодийному пороху — стали на Охтенском заводе испытывать применимость для стрельбы из пушек совершенно растворимого пироксилина. В этом отношении необходимо совершенно ясно установить следующие обстоятельства, каждое из коих может быть, несмотря на всю секретность пороховых дел, фактически[1] подтверждено:

а) В декабре 1892 г. образцы, а в январе 1893 г. целая партия пироколлодия, изготовленная на Морском заводе, были посланы для переделки на Охтенский завод, следовательно, все, что с тех пор сделано там в отношении к применимости раство-

---

* См. стр. 476—481 этого тома. [*Прим. ред.*].

[1] Этого я не могу сделать, например, по отношению к тому, что в 1890 г. указывал сухоп[утному] Артилл[ерийскому] ведомству на пользу очищения и сушения пироксилина спиртом. Ныне Охтенский завод утверждает, что такой прием найден одним из фейерверкеров завода.

римого пироксилина для стрельбы, должно считать совершившимся под влиянием сделанного ранее сего в Морском ведомстве.

б) Весною 1892 г. на Морском полигоне уже испытывался пироколлодийный порох, и я сам был свидетелем, что чины сухопутного Артиллерийского ведомства присутствовали на полигонном опыте стрельбы, рассматривали порох и спрашивали о его составе и свойствах.

в) Если не ошибаюсь, то именно с осени 1892 г. (если еще не ранее) чины сухопутного Артиллерийского ведомства, по приказанию вашего высокопревосходительства, занимались в Морской научно-технической лаборатории, и хотя им не рассказывалось о приемах производства пироколлодия, но они при опытах его приготовления все время присутствовали и образцы пироколлодия от них, конечно, не скрывались.

г) Та особенность пироколлодия, что он, будучи вполне пригоден для всякого рода орудий, совершенно растворим в смеси спирта с эфиром, всегда разъяснялась всем русским артиллеристам и никогда ни для кого из них не составляла тайны, а в этом основном свойстве пироколлодия, применимого к пороху, и должно видеть главную сущность новизны дела, потому что до нас, как свидетельствуют всемирный опыт и вся литература предмета, растворимый пироксилин считался сам по себе непригодным для порохового дела, все пробы пороха из него браковались, а с первых месяцев 1892 г. лаборатория прямыми опытами уже вполне убедилась, что растворимый пироксилин, приготовленный по способу, найденному мною в 1890 г., совершенно пригоден для всякого рода ружей и пушек. При сем, чтобы не происходило ни недоразумений, ни смешения понятий, должно выяснить, что искусство получать растворимый пироксилин или коллодий всюду давно известно и не подлежит сомнению, что Охтенский завод всегда умел готовить такой пироксилин, хотя и не готовил, но пироколлодий не есть просто растворимый пироксилин, а есть такая нитроклетчатка, которая, будучи растворимою в смеси спирта с эфиром, содержит около 12.4% азота и не содержит веществ, растворимых в спирте. Такую нитроклетчатку до нас никто не готовил прямо из волокон хлопка и смею думать, что до получения наших образцов и вообще до последнего времени, когда эту возможность мы указали на деле, Охтенский завод не только не имел в руках нитроклетчатки, подобной пироколлодию, но даже и в соображениях возможность оной упускал, о чем имею личное представление потому, что

до лета 1892 г. состоял членом Артиллерийского комитета сухопутного ведомства именно по вопросам бездымного пороха.[1]

2) Каково и постоянно ли содержание азота в растворимом пироксилине, получаемом Охтенским заводом? — не говорится в упомянутом журнале, а в этом вся сущность дела. Что касается до образцов пироколлодия, то они с января 1893 г. доставлялись Охтенскому заводу, были у него в руках, им испытаны и, судя по журналу, анализированы. Анализы четырех партий дали от 12.34 до 12.48, т. е. ясно показали великую постоянность состава пироколлодия.[2] Вам известно, что мы отправляли *все*, что делали, на Охтенский завод, и следовательно, он лучше всего засвидетельствовал своим журналом отличительное качество пироколлодия, т. е. постоянство его состава. Мы не имеем у себя *ни постоянных* образцов производства Охтенского завода, по которым могли бы судить о степени выработки методов Охтенского производства, *ни одного* образца Охтенского растворимого пироксилина, а потому даже приблизительно не можем судить о степени точности работы на этом заводе, но журнал дает указание на то, что там готовятся и получаются разные виды пироксилина, а те образцы Охтенского производства, которые при различных случаях попадали в лабораторию, явно свидетельствуют, что о постоянстве состава — не то что до 0.15%, а даже до 0.5% азота в отношении к разным партиям охтенского ружейного или пушечного пороха — нет и речи, хотя в лабораторию приходили лишь избранные образцы, а не все то, что производится.[3]

3) Далее в упомянутом журнале умалчивается даже о тех случаях несомненной детонации, происшедшей при употреблении Охтенского бездымного пороха, которые известны всем из газет, каков, например, разрыв орудий на маневрах 1892 г. при употреблении бездымного пороха для холостой стрельбы.

---

[1] Если же окажется, что Охтенский завод стал применять для пороха растворимую нитроклетчатку, подобную пироколлодию, позже вышеуказанных сроков, то всякому станет ясным, что он последовал за образцами, нами указанными. Неясно лишь одно: понял ли он его значение или нет?

[2] Необходимо принять при сем во внимание, что во всех способах определения азота в нитроклетчатке можно считать возможною ошибку в 0.05%, даже 0.07%.

[3] Словом, следить за нашими успехами и их обсуждать Охтенский завод все время мог и может, а мы в отношении к нему делать этого не могли и не можем. Правильны ли подобные отношения?

На стр. 4 журнала утверждается, напротив того, что с русским бездымным порохом «детонации не происходит», но как бы для пояснения прибавляется, что на Охтенском заводе доныне не производилось опытов, касающихся детонации. Если это так, то об сем должно только сожалеть.

4) В журнале умалчивается также и о том, что при стрельбе из орудий всех калибров (до 12 дюйм) даже первая пробная партия (всего в 100 пуд.) пироколлодийного пороха дала случаи чрезвычайно выгодного применения этого пороха, потому что относительная работа единицы веса этого пороха оказалась достигающею до 32.6 млн., как указано в моей докладной записке на стр. 20, тогда как с бездымными порохами охтенского производства, судя по приложению к журналу, ни разу, ни в одном орудии не получилось относительной работы (рассчитанной так, как указано в моей записке), превосходящей 29.7 млн., хотя при стрельбе своей Охтенский завод имел возможность подбирать порох к пушкам, чего при опытах с пироколлодийным порохом нельзя было сделать, так как следовало со 100 пудами испытать стрельбу во всяких орудиях Морского полигона и в том числе произвести стрельбу из 12-дюймовой пушки, требовавшей до 6 пуд. бездымного пороха на один выстрел. Умолчав о столь явном достоинстве пироколлодийного пороха, журнал снабдил себя рядом данных, полученных Охтенским заводом в орудиях различных калибров и длин, выставляя на вид такой результат: охтенские пороха дали T от 20.0 до 29.7, а пироколлодийный от 21.5 до 23.6, т. е. выставил сравнение, говорящее скорее в пользу охтенского, чем пироколлодийного пороха. Но и при сем сопоставлении, очевидно неполном и искусственном, числа все же показали: а) что с охтенским порохом получены начальные скорости от 996 футов в секунду до 2436 футов, тогда как с пироколлодийным от 1960 фут. до 2631 фута, т. е. высшие; б) что при одинаковости калибров и весов снаряда пироколлодийный порох дал явный перевес, например, для 9″ пушки при весе снаряда в 308 фунт. охтенский порох дал начальную скорость 1656 фут. и выигрыш в скорости в 6%, а пироколлодийный порох дал начальную скорость 2523 фута и выигрыш в скорости, по счету авторов таблицы, в 14%. К таблице дано примечание, гласящее, что при стрельбе охтенским бездымным порохом «заряды далеко не достигали до полных», чем объясняется «незначительный выигрыш в скорости». Но причина неполноты применявшихся зарядов ничем не мотивирована, а потому

упомянутая неполнота зарядов возбуждает лишь сожаление о неполноте данных.

Оставляя в стороне другие менее важные пункты дела, умолчанные журналом, считаю необходимым остановить внимание вашего высокопревосходительства лишь на двух сторонах предмета, относящихся к крайним случаям стрельбы: к многокалиберным пушкам и к ружью.

1) Ни одна страна в мире не решилась еще вводить пироксилиновый порох для стрельбы из орудий крупных калибров (например, в 9″ и 12″) именно в силу того, что приходится либо довольствоваться начальными скоростями, даваемыми бурым порохом, либо должно страшиться детонации, влекущей за собою разрыв пушек. С своей стороны, на основании теоретических соображений, которые здесь неуместно развивать, я также считаю опасным применение обычных пироксилиновых порохов к большекалиберным пушкам — именно в силу возможности детонации, а потому оправдываю осторожность Охтенского завода, ограничившегося получением в 9″ и 11″ пушках начальных скоростей, близких к тем, какие дает бурый порох, — если завод применял для своей опытной стрельбы обычный пироксилиновый порох. Если же он применял здесь «растворимый пироксилин», то его опыты 31 мая 1893 г. и 29 сентября 1893 г. производились, очевидно, под влиянием тех результатов, которые получены на Морском полигоне весною 1892 г. и 1893 г. и под влиянием полученных Охтенским заводом партий пироколлодия с Морского завода. Если это предположение верно, т. е. что опытная стрельба в 9″ и 11″ пушках производилась порохом, полученным из растворимого пироксилина, то: во-первых, должно радоваться тому, что нашему примеру и образцу стали подражать; но, во-вторых, должно удивляться, что выставляются на вид результаты бездымного пороха, не показывающие его важнейшего преимущества пред бурым порохом, а именно достижения больших начальных скоростей; в-третьих же, нельзя не удивляться стремлению умалить значение и смысл пироколлодийного пороха, который сразу в 12-дюймовой пушке с уверенностью перешел к испытанию на высшие начальные скорости. Стремясь быть полезным всему делу перевооружения русской армии и флота, в своей записке июня 1893 г., и вполне соглашаясь с Вашими указаниями, я предлагал достигнуть соглашения с сухопутным Артиллерийским ведомством относительно правильного сличения пироколлодийного пороха с обычными пироксилиновыми, но на деле

вместо сего вышло какое-то новое столкновение, которое, очевидно, основывается главным образом на том, что ныне, т. е. после нас. Охтенский завод стал готовить «растворимый пироксилин» и старается отвергнуть приоритет нашего исследования. Не свой приоритет имею в виду ныне — он мне уже перестал быть дорогим, когда в этом деле русской пользы я встречаю лишь затруднения разного рода — а имею в виду успех перевооружения, зная, что то, что найдено и совершенно изучено нами, легко может, под влиянием происходящих пререканий, в руках людей менее осведомленных, повести к множеству напрасного труда и разных погрешностей, например, к тому, что для разных типов орудий станут делать разные виды материалов для бездымного пороха и лишь горькими опытами в большом виде постепенно станут доходить до результата, уже нами найденного. Весною 1893 г. Вы изволили писать его высокопревосходительству г-ну военному министру о готовности передать все дело пироколлодия Охтенскому заводу, а ныне Вам доставляют, подлинно не зная в чем все дело, документы, подобные журналу Охтенского завода, в которых говорится о том, что и там все знают. Но очевидно из дел, что весною 1893 г. еще как бы ничего не знали, а из «журнала» не видно, чтобы и ныне знали все, что необходимо знать относительно приготовления и свойств пироколлодия. Смею думать, что напечатание того, что я ныне осенью написал в отношении к пироколлодийному пороху и что Вам угодно было не дозволить к печатанию — могло бы настолько содействовать прекращению возникших затем недоразумений, что я ныне вновь осмеливаюсь ходатайствовать о дозволении напечатать полную статью о пироколлодии. Пусть она будет «секретна», как Охтенский журнал, пусть и после нее станут говорить, что мы ничего нового не сделали — это все неважно и только касается лиц, а не страны — но после напечатания полных сведений о пироколлодии, на Охте могли бы делать то, что нужно делать, и, я убежден, перешли бы к пироколлодию для снабжения как ружей, так и всяких пушек порохом, и это был бы действительно «русский» бездымный порох, а не одна копия с французских образцов. Таким образом, из журнала не видно, может ли Охтенский завод готовить для 11-дюймовой пушки порох, отличающийся от нашего и сообщающий скорости в 2600 фут., т. е. может ли представить реальное и самостоятельное соперничество с пироколлодийным порохом.

2) Вторым важнейшим пунктом, на который я считаю долгом обратить внимание вашего высокопревосходительства, служит ружейный бездымный порох, принятый для армии. Он несомненно выработан Охтенским заводом ранее всякого влияния сведений о пироколлодии и есть настоящий пироксилиновый порох[1] французского типа. В отношении к нему мне стало известным, что валовое производство такого именно пороха, установленное в Германии и Австрии, привело к необходимости там искать чего-либо лучшего. Случаи детонации в ружьях и случаи большой неоднородности результатов стрельбы служили тому причиною. Ныне в обеих странах ведутся опыты — и даже в валовых размерах — замены смеси спирта с эфиром ацетоном. Он растворяет и желатинирует всякий пироксилин вполне, дает пороху полную механическую однородность и чрез это устраняет возможность детонации и разнородности результатов стрельбы. В этом отношении пироколлодий много пригоднее всякого пироксилина, потому что с более дешевым растворителем дает совершенно однородный порох, неспособный к детонации. Но этого мало. Ружейный порох из пироколлодия, по опытам (стрельбою из ружья нового русского образца) лаборатории оказывается во всех отношениях надежнее и выгоднее всякого пироксилинового ружейного пороха и перед охтенским ружейным порохом представляет, кроме невозможности детонации, следующие три существенные преимущества: 1) начальные скорости пули постояннее; 2) вес заряда меньше, и 3) стоимость пуда пороха меньше, уже потому, что содержание азота (т. е. расход на азотную кислоту) меньше. Вот что должно было бы обсуждать Охтенской комиссии и это испытывать, если они не желают воспользоваться уже готовыми результатами Морской лаборатории. Сверх сего пироколлодийный порох, по мнению моему (опыты не делались), простым изменением толщины лент легко будет приноровить к обычной берданке, чего, я полагаю, нельзя достичь с порохом охтенского типа. И я смею думать, что, поставив задачу — сличить всякие бездымные порохи в ружьях — с одной стороны Охтенскому заводу, а с другой — Морской лаборатории, легче, чем письменными переговорами и журналами комиссии, можно решить вопрос о преимуществах пироколлодия над пироксилином в деле получения бездымных видов по-

[1] Т. е. содержит механически неоднородную смесь разных нитроклетчаток.

роха. Пусть с той и другой стороны, к определенному сроку, доставлены будут некоторым посторонним учреждениям, например, Стрелковому батальону и Гвардейской артиллерии или смешанной комиссии, образцы бездымного пороха для трех огнестрельных орудий: для нового скорострельного ружья, для обычной берданки[1] и для 12-дюймовой пушки.

Испытание таких образцов не было бы простым спором и состязанием, а было бы делом основной важности для правильного решения коренных вопросов, относящихся к перевооружению, тем более, что все виды огнестрельных орудий будут в указанном пределе (от 3 линий до 12-дюймов) по размерам. Пусть при этом Охтенский завод превзойдет нас или окажется доставившим образцы пороха, сходные с пироколлодийным, — это будет по крайней мере успех русского военного дела, ради которого одного я и настаиваю как на том, во-первых, чтобы были напечатаны, хотя бы секретно (т. е. для сведения одних начальствующих лиц русской сухопутной и морской артиллерии), обстоятельные сведения о пироколлодии и о порохе, из него приготовляемом, так, во-вторых, и на том, чтобы пироколлодийный порох был должным образом, т. е. бесстрастно и совместною комиссиею (моряков и сухопутных) сличен с пироксилиновыми порохами Охтенского завода. Без прямого и беспристрастного опытного сличения — дело не может выясняться и надлежащая общая польза достигаться. Если нам «кажется», что наш порох лучше охтенского, то на Охтенском пороховом заводе точно так же может «казаться», что их порох лучше нашего. Спор на словах и в скрытных бумагах бессилен правильно решить подобные разноречия, опыт же, веденный при условиях с обеих сторон одинаковых, — легко может это разрешить, и решение будет полезно для задачи перевооружения страны. Открытый печатный диспут был бы, пожалуй, еще успешнее, но он очевидно совершенно не применим к делу перевооружения России.

Затем я воздерживаюсь от ответа на многие мелочные пункты упреков, направленных в журнале Охтенской комис-

---

[1] Приноровление же бездымного пороха к берданке может иметь то существенное значение, что тогда до времени снабжения всей армии новыми ружьями можно было бы воспользоваться выгодами бездымного пороха, т. е. отсутствием дыма и дальностью (настильностью) стрельбы — при помощи ружья, имеющегося во всей армии.

сии не столько в сторону пироколлодия, сколько лично на меня, думая, что тем самым я экономирую Ваше и свое время и показываю, что стремлюсь не к личному, а к общему интересу, ради которого Вам и угодно было призвать меня к делу бездымного пороха.

Прошу ваше высокопревосходительство принять уверение в глубочайшем почтении и готовности к услугам

4 февраля 1894 г. *Д. Менделеев.*

Центральный Государственный архив Военно-морского флота в Ленинграде, фонд Технического комитета по артиллерии Морского министерства, д. 42, лл. 84—86 (1894 г.)

ЖУРНАЛ

Комиссии, образованной по приказанию начальника Охтенских пороховых заводов для рассмотрения докладной записки профессора Менделеева, представленной управляющему Морским министерством

В записке профессора Менделеева рассматривается, под названием пироколлодия, особый сорт пироксилина, обладающий полной растворимостью, однородностью и определенным химическим составом, которому отвечает содержание 12.4% азота. Этот пироксилин, по мнению профессора Менделеева, одинаково пригоден как для приготовления пороха, так и для снаряжения снарядов, а потому с принятием пироколлодия устраняется необходимость готовить разнообразные сорта пироксилина.

Предлагая пироколлодий, профессор Менделеев предполагает повидимому, как то можно усмотреть из записки, что в настоящее время на Охтенских пороховых заводах приготовляются разнообразные сорта пироксилина, а для бездымного пороха употребляют смесь, состоящую главным образом из нерастворимого пироксилина с большим содержанием азота и вполне растворимого, отвечающего по содержанию азота обыкновенному коллодию (11.11% азота).

Что касается способа фабрикации, то, по мнению профессора Менделеева, способ этот не представляет никакой гарантии к получению продукта однородного и постоянного по химическому составу, а потому все разнообразные сорта пироксилина, изготовляемые заводским путем, представляют не что иное, как смесь нитроклетчаток различных степеней нитрации.

На Охтенских пороховых заводах пироксилин фабрикуется общепринятым способом, причем вырабатываются всего два сорта: малорастворимый, с большим содержанием азота и растворимый, с несколько меньшим содержанием азота, но не тот коллодий, о котором говорит профессор Менделеев. При изготовлении растворимого пироксилина всегда имеется в виду получить его с возможно большим содержанием азота и вполне растворимым; при этом весьма часто получаются целые партии растворимого пироксилина с содержанием азота в 12.4% при растворимости в 95%, т. е. вполне сходного в этом отношении с пироксилином, доставлявшимся с пироксилинового завода Морского ведомства под названием пироколлодия; отдельные партии растворимого пироксилина уклоняются от означенного предела (12.4%), но никогда содержание азота в них не доходило до 11.11%.

Уклонения же в качествах выделываемого пироксилина, в известной мере, неизбежны при всякой валовой выделке, несмотря даже на верность способа фабрикации; этому доказательством могут служить и самые образцы пироксилина Морского ведомства, доставленные на Охтенские заводы под названием пироколлодия; при изготовлении этих образцов, несомненно, были приняты меры к получению однородного продукта, а тем не менее и для них количество азота и растворимость не постоянны, как видно из приводимых ниже данных.

	Содержание азота	Растворимость
1 партия	12.34%	97.5%
2 »	12.46	94.0
3 »	12.48	94.8
4 »	12.4	90.9

Сознавая несовершенства приемов принятого способа фабрикации и невыгоды получения разнообразного пироксилина, Охтенские пороховые заводы произвели целый ряд опытов, которыми выяснены окончательно вполне точные условия получения однородного пироксилина с каким угодно содержанием азота и любой растворимости.

Эти способы были проверены не только лабораторным, но и заводским путем, а именно было приготовлено на заводе по выработанному способу и при определенных условиях несколько партий вполне растворимого пироксилина с содержанием азота в 12.4%, который, по мнению комиссии, ничем не отличается от пироксилина Морского ведомства, доставленного на Охтенские заводы под названием пироколлодия. Такой пироксилин готовится ежедневно на Охтенских пороховых заводах и в настоящее время. Произведенные в Охтенских пороховых заводах опыты вместе с тем показали, что валовое приготовление растворимого пироксилина с содержанием азота в 12.4%, названного профессором Менделеевым пироколлодием, столь же затруднительно, как и всякого другого растворимого или нерастворимого пироксилина одного определенного состава. Все будет зависеть от того, насколько точно при валовой фабрикации будут соблюдены все условия, выработанные лабораторным путем.

Ввиду всего вышеизложенного, комиссия полагает, что предложенный профессором Менделеевым пироколлодий есть в сущности тот самый, вполне растворимый пироксилин, к получению которого пироксилиновый завод Охтенских пороховых заводов постоянно стремился, и который им весьма часто получался, но лишь более или менее случайно. Точные условия получения такого пироксилина, а равно и всякого другого пироксилина постоянного состава, Охтенским пороховым заводам вполне известны, но переход к валовому приготовлению исключительно одного пироколлодия может представить, по мнению комиссии, серьезные неудобства, заключающиеся, главным образом, в том, что неизбежные при всякой валовой работе уклонения в качествах выделываемого продукта в этом случае должны будут повести к получению более или менее значительных количеств пироксилина, непригодного для выделки пороха и потому подлежащего или переделке или же совершенному уничтожению. В настоящее время такие уклонения в качествах выделываемого пироксилина парализуются соответственным смешением двух выделываемых сортов пироксилина.

Порох из пироколлодия, по мнению профессора Менделеева, имеет следующие преимущества перед всеми прочими сортами пороха:

1) он лучше обыкновенного пороха выдерживает все условия хранения, особенно после вымочки пироколлодия в спирте;

2) мало гигроскопичен;

3) не способен крошиться, перетираться в пыль и слипаться;

4) не способен к детонации;

5) горение его происходит с поверхности параллельными слоями, ввиду чего он может быть, без изменения состава, применен для всех калибров, меняя только толщину ленты; в подтверждение этого профессор Менделеев указывает, что для всех орудий, из которых производилась стрельба пироколлодийным порохом, наибольшее полезное действие почти одно и то же и притом большее, чем для других сортов пороха;

6) При одинаковых начальных скоростях в существующих пушках, пироколлодийный порох сравнительно с бурым и черным развивает меньшие давления, а при одинаковых давлениях дает скорости на 15—20% большие;

7) температура горения пироколлодийного пороха ниже, чем нитроглицеринового и, по предположению профессора Менделеева, — ниже, чем пороха французского типа;

8) при полном сгорании — отсутствие следов дыма.

Указывая на перечисленные преимущества пироколлодийного пороха перед всеми остальными, профессор Менделеев заключает, что порох этот есть наисовершеннейший и предельный, т. е. обладающий свойством давать из единицы веса наибольший объем газов при наименьшей температуре их. В заключение своей записки профессор Менделеев просит о закреплении за ним чести открытия пироколлодия, а за Морской научно-технической лабораторией чести выработки пироколлодийного пороха.

Все означенные преимущества пироколлодийного пороха выяснены профессором Менделеевым, главным образом, по отношению к порохам черному, бурому и нитроглицериновым: не отрицая этих преимуществ, по сравнению с перечисленными порохами, комиссия, однако, находит нужным сравнить пироколлодийный порох с бездымным порохом Охтенских пороховых заводов.

1) Русский бездымный пироксилиновый порох, выработанный Охтенскими пороховыми заводами,[1] подвергался многочисленным и продолжительным испытаниям хранения при весьма разнообразных условиях; результаты всех этих испытаний говорят в один голос, что нет ни малейших оснований опасаться за изменение свойств нашего пороха от продолжительного хранения.

Четыре партии пироксилина марки «пироколлодий», полученные Охтенскими пороховыми заводами для изготовления бездымного пороха для Морского ведомства, дали следующие результаты при испытании на прочность в Охтенских пороховых заводах: по Абелю — 24—30′, по Виеллю — красное окрашивание 6—6.5 часов, и заключали вредных подмесей, растворимых в спирте, до 3%.

Приведенные только что данные не позволяют думать, чтобы порох из пироксилина, называемого пироколлодием, относительно прочности превосходил порох Охтенских пороховых заводов.

Профессор Менделеев, не отрицая возможности присутствия в пироколлодии некоторого количества вредных подмесей, растворимых в спирте, полагает, что они будут удалены при сушке спиртом, которая им пред-

[1] Мы говорим «русский», так как он вполне самостоятельно выработан на Охтенских заводах.

ложена и рекомендована Военно-сухопутному ведомству еще в 1890—1891 гг.

Такое удаление вредных подмесей несомненно применимо в равной мере и к обыкновенному пироксилину и практиковалось в большом размере в текущем году (1893) на Казанских пороховых заводах. Что же касается до сушки спиртом, то идея этого способа принадлежит оберфейерверкеру Охтенских пороховых заводов Захарову, который еще в 1891 г. предложил сушить пироксилин спиртом и тогда же произвел первые лабораторные опыты по этому предмету.

В настоящее время способ этот, без всяких указаний со стороны профессора Менделеева, изучен во всех деталях Охтенскими и Казанским пороховыми заводами, и сушка спиртом применяется уже при валовой фабрикации пороха.

Комиссия может утверждать, что никому из чинов Охтенских пороховых заводов профессор Менделеев ничего не сообщал по поводу сушки пироксилина спиртом.

2) По отношению к гигроскопичности, которой, по словам профессора Менделеева, пироколлодийный порох владеет в наименьшей степени, Охтенские пороховые заводы имеют много данных, полученных из большого числа опытов, произведенных на особом, имеющемся для этой цели, приборе. Из этих опытов выяснилось, что предельная влажность как для пироколлодийного, так и для нашего бездымного пороха одна и та же — 2.6%, причем порох Охтенских пороховых заводов достигает этого предела не ранее 13 суток, а пироколлодийный через 10 суток; по опытам же капитана Забудского оказалось, что порох Казанского завода (такой же как Охтенский) втянул через 7 суток — 2.56% влажности, а пироколлодийный через то же время — 3.36%.

3) Насколько способен пироколлодийный порох выдерживать тряску, комиссия не может высказаться утвердительно, так как с этим порохом не было еще произведено достаточно опытов; порох же Охтенских пороховых заводов имеет в этом отношении прочность вполне надежную.

Но вообще ломкость, упругость и другие физические свойства пироксилиновых сортов пороха зависят в значительной степени от количества и состава растворителя, которым обрабатывается пироксилин, от вальцовки и вообще от приемов обработки, легко применяемых к тому или другому сорту пороха.

4) Что касается способности пороха к детонации, то в этом направлении на Охтенских пороховых заводах опытов не производилось, а потому комиссия не может дать по этому вопросу никаких заключений. Но при обыкновенных условиях воспламенения и горения русского бездымного пороха детонация не происходит.

5) Как на отличительную особенность пироколлодийного пороха, профессор Менделеев указывает на способность его гореть параллельными слоями; но это свойство присуще вообще порохам значительной плотности не только бездымным, но и дымным, и в этом отношении порох Охтенских пороховых заводов нисколько не отличается от пироколлодийного; подобно последнему он горит параллельными слоями и может быть с изменением размеров пластинки или ленты, но без изменения состава, применен ко всем калибрам от 3-лин. винтовки до наибольшего калибра, находящегося у нас на вооружении; доказательством этому служат вполне удовлетворительные результаты, полученные при стрельбе на Главном артиллерийском полигоне почти из всех орудий, там находящихся, до 11-дм. пушки в 35 калибров включительно.

Если Охтенские пороховые заводы и производили изменение состава, то руководствовались при этом только соображениями экономическими

или удобством фабрикации, продолжая постоянно в этом отношении изыскания и применяя их к образцам, изготовлявшимся в небольших количествах, с тем, чтобы не нарушать хода установившейся фабрикации ружейного пороха.

Свойство полной применимости пироколлодия для всех сортов пороха, на чем особенно настаивает профессор Менделеев, присуще и составу пороха Охтенских заводов, но оно может представиться при фабрикации не всегда выгодным; так, например, для приготовления из пироколлодия бездымного ружейного пороха необходимо получать зерна толщиной в 0.25 мм, что при валовой фабрикации представляет огромные затруднения.

Что касается до полезной работы пороховых газов — T, приводимой в записке профессора Менделеева, то таковая может иметь значение и служит характеристикой пороха только лишь при условии одинакового обременения орудия (подразумевая под этим распределение давления по всей длине канала).

Если принять это во внимание и при этих условиях сравнить полезное действие пороховых газов, то пироколлодийный порох оказывается даже ниже других сортов пороха; так, например, при испытании разных сортов бездымного пороха полковником Забудским и подполковником Якимовичем стрельбою из 42-лин. пушки получились следующие значения для $T = v^2 \frac{m}{q}$ (где v — начальная скорость; m — вес снаряда; q — вес заряда).

Порох из пироколлодия[1] . . . . . $T = 23.60 \times (10)^6$
Порох Охтенских пороховых заводов . . . . . $T = 26.61 \times (10)^6$
Порох французский . . . . . $T = 25.34 \times (10)^6$
Нитроглицериновый порох Кельно-Ротвельский . . . . . $T = 32.64 \times (10)^6$

6) Упоминаемое в записке свойство пироколлодийного пороха — развивать меньшие давления сравнительно с бурым и черным порохами при одинаковых скоростях, а при одинаковых давлениях — давать большие скорости, присуще еще в большей степени бездымному пороху Охтенских пороховых заводов; из прилагаемой таблицы видно, что порох Охтенских пороховых заводов превосходит в этом отношении пироколлодийный.

7) Заявление профессора Менделеева о том, что температура горения пироколлодийного пороха ниже, чем для других пироксилиновых порохов, основано на одних теоретических предположениях и требует подтверждения опытами более обширными, чем рекомендует профессор Менделеев.

Во всяком случае, опыты стрельбы порохом Охтенских пороховых заводов не указывают опасности употребления его в этом отношении, так как есть уже ружья, выдержавшие более 10 000 выстрелов, при которых давление пороховых газов превосходило 3500 атмосфер, т. е. на 1000 атмосфер более среднего допускаемого, и легкая пушка до 2000 выстрелов, причем давления нередко превосходили допускаемые.

8) Наконец, относительно бездымности порох Охтенских пороховых заводов нисколько не уступает пироколлодийному.

Как выше было изложено, Охтенские пороховые заводы с самого начала стремились к приготовлению растворимого пироксилина, близкого

[1] Полковник Забудский и подполковник Якимович признают, что при стрельбе из 42-лин. пушки порохом из пироколлодия Морского ведомства распределение давлений пороховых газов в канале более обременительно для орудия, чем при других сортах пороха.

к тому, который профессор Менделеев называет пироколлодием, и в настоящее время вполне владеют способами приготовления пироксилина, совершенно тождественного с пироколлодием. Что касается до идеи приготовления пороха из одного лишь растворимого пироксилина, то таковую нельзя считать новою, так как в 1891 г. генералом Чагиным был доставлен в Охтенские пороховые заводы образец германского пороха под названием «порох из германских боевых патронов, изготовленных в июне 1891 г.», чисто пироксилиновый, который, как оказалось по анализу, был приготовлен из одного растворимого пироксилина (донесено Главному артиллерийскому управлению 30 ноября 1892 г. за № 7479); затем в 1892 г. был доставлен образец австрийского пороха, тоже чисто пироксилинового и тоже из вполне растворимого пироксилина (донесено Главному артиллерийскому управлению 18 ноября 1892 г. за № 7262).

Охтенские пороховые заводы также приготовляли ружейный порох из одного растворимого пироксилина, который и был испытан стрельбою.

Опыты эти показали, что для приготовления такого пороха необходимы слишком тонкие зерна, что при валовой фабрикации представляет большие затруднения.

Что касается собственно до способа фабрикации пороха из пироколлодия, если на этом вопросе признается нужным остановиться, то этот способ должен быть всецело приписан Охтенским пороховым заводам, так как весь, доныне изготовленный, пироколлодийный порох был приготовлен на Охтенских пороховых заводах, за исключением лишь нескольких фунтов, которые хотя и были приготовлены Научно-технической лабораторией, но по приемам, выработанным Охтенскими пороховыми заводами.

В записке приведены, между прочим, соображения экономические. По поводу этих соображений можно сказать, что все они основаны не на опыте, а на предположениях, не имеющих практической подкладки.

Определяя при сказанных выше условиях цену пуда пороха в 20—23 руб., профессор Менделеев, при переходе к практике, сам допускает возможность поднятия этой цены до 45 руб.

Ввиду всего этого комиссия не считает нужным входить в подробное рассмотрение экономических соображений, приводимых в записке.

Ко всему изложенному комиссия считает необходимым добавить, что хотя она и привела выше данные, могущие служить для сравнения пироколлодийного пороха с нашим, но ввиду того, что эти сравнения опираются на слишком малое число опытов, произведенных с пироколлодием, комиссия полагает, что в настоящее время дать окончательное заключение о том, лучше или хуже пироколлодийный порох нашего пороха, — затруднительно, и что для этого необходимо произвести более продолжительные и систематические опыты.

Председатель комиссии — полковник *Сухинский*.
Члены: капитан *Липницкий*,
капитан *Никольский*,
капитан *Кисняемский*,
капитан *Жеребятьев*,
штабс-капитан *Броунс*,
штабс-капитан *Сухин*,
штабс-капитан *Максимов*,
штабс-капитан *Леденев*,
титулярный советник *Регель*,
штабс-капитан *Дымша*.

Центральный Государственный архив Военно-морского флота, фонд Технического комитета по артиллерии Морского министерства, д. 42, л. 235 (1894 г.).

№ 734
21 марта 1894 г.

Милостивый государь

Степан Осипович.*

Прочитав отзыв вашего превосходительства с протоколом Охтенского порохового завода, я с великим удовольствием увидел в Ваших словах явное убеждение в том, что с пироколлодием мы встали на твердый путь в отношении вопроса об однообразном по способу материале, равно пригодном как для ружей, так и для пушек — до высших их калибров, и я надеюсь, что со временем к такому же убеждению придут все те, кому удастся убедиться в свойствах пироколлодийного пороха, что, конечно, ранее всего и желательнее всего может произойти в русской армии, для обеспечения успехов которой и создана Морская лаборатория. Служа флоту, она служит всей стране. Пусть дело сведется хотя бы на то, что все надобное знали до нас, это не важно, а важно лишь одно — чтобы в России был бездымный порох, не то, что не худший, а лучший, чем когда бы то ни было. Он обеспечит мир, когда на то будет воля государя.

Прошу Вас принять уверение в глубочайшем почтении и готовности к услугам.

19 февраля 1894 г. *Д. Менделеев.*

---

* С. О. Макаров. [*Прим. ред.*].

Рукопись хранится в Музее им. Д. И. Менделеева при Всесоюзном Научно-исследовательском институте метрологии им. Д. И. Менделеева.

О БЕЗДЫМНОМ ПОРОХЕ МОРСКОГО ВЕДОМСТВА

Когда в последней половине 80-х годов был введен ружейный бездымный и малодымный порох во Франции, Англии, Бельгии, а затем и в других государствах, и сухопутное ведомство предприняло перевооружение армии малокалиберными ружьями и приступило к опытам производства бездымного для них пороха, Морское ведомство осведомилось, что снабжение пушек таким же порохом повсюду встретило препятствие с той стороны, что принятые образцы бездымного пороха оказались мало пригодными для орудий, особенно большекалиберных, а потому в то время, когда ружейный бездымный порох был уже общепринятым, еще нигде не был принят пушечный бездымный порох. А так как для флота был исключительно потребен пушечный порох, а от такого бездымного пороха должно было ожидать весьма важных результатов, не только потому, что отсутствие дыма позволяет увеличить скорость стрельбы, но и потому еще, что с ним должно было ожидать возможности достижения большей начальной скорости, дальности и силы снарядов при тех же пушках, то морской министр озаботился устройством специальной лаборатории для изучения бездымного пороха и для его приноровления к орудиям флота, для чего и пригласил заслуженного профессора С.-Петербургского университета Д. Менделеева и преподавателя минных классов И. Чельцова, [. . .]. Таким образом, в начале 1891 г. устроена и снабжена всеми необходимыми приборами специальная «Научно-техническая лаборатория Морского ведомства», назначенная для получения бездымного пороха, которая в августе 1891 г., по утверждении штатов, открыла свои действия под руководством Менделеева, как консультанта при морском министре, и И. Чельцова, как начальника лаборатории. Первоначальное исследование состава, скоростей воспламенения, количеств происходящих газов и теплоты

горения, равно как и воспроизведение главных видов бездымного пороха, применяемого в других странах, показало в лаборатории, что обычные пироксилиновые виды его, применяемые, например, во Франции и Германии, представляют неправильности в составе и скорости горения, объясняющие разрывы орудий, нередко случавшиеся всюду при испытаниях бездымных видов пороха, а обычные виды нитроглицеринового бездымного пороха, применяемые, например, в Англии и Италии, хотя представляют многие преимущества в баллистическом отношении, оказались дающими при горении столь высокие температуры, что ими объясняется быстрая порча, состоящая в выжигании каналов орудий, как это стало известно по собранным сведениям и по опытам, производящимся в сухопутном ведомстве. Хотя в лаборатории стали уже испытываться средства для улучшения достоинств обоих названных видов бездымного пороха, но для более скорого отыскания бездымного пушечного пороха, пригодного для орудий флота, совещание морских артиллеристов, происходившее под председательством морского министра в январе 1892 г., решило остановиться первоначально на нитроклетчатых видах бездымного пороха, оставив пока в стороне нитроглицериновые, тем более, что в лаборатории уже были видны способы, дающие возможность устранить недостатки первого рода пороха, и в Морском ведомстве с 1889 г. уже существовал свой завод для производства пироксилина или такого вида нитроклетчатки, который применяется для снаряжения мин. Таким образом, с начала 1892 г. внимание лаборатории сосредоточилось исключительно на отыскании хорошего нитроклетчатого пороха, пригодного для пушек. В это время в Артиллерийском сухопутном ведомстве уже был установлен тип ружейного пороха, но нитроклетчатка, для него применяемая, оказалась непригодною для пушечного пороха, и разрыв пушек в присутствии его величества на маневрах 1892 г. ясно показал, что в деле пушечного пороха предстоят трудности гораздо большие, чем при установлении ружейного пороха.

В деле преодоления существующих трудностей значительную помощь оказало открытие еще в 1890 г. проф. Менделеевым пироколлодия как нового вида нитроклетчатки, отличающейся полным постоянством состава и свойств. Пироколлодий, по теоретическим соображениям и по исследованиям лаборатории, оказался представляющим вещество, совершенно пригодное для всех видов бездымного пороха,

т. е. для орудий всех калибров, начиная от ружей до пушек наибольших диаметров. Его способы приготовления совершенно практические, выработанные лабораториею, известны поныне только специальным служащим и сообщены лишь трем иным лицам: начальнику пироксилинового завода Морского ведомства и двум лицам сухопутного Артиллерийского ведомства, по указанию г-на военного министра. Весною и летом 1892 г. на полигоне Морского ведомства уже испытаны были стрельбою из скорострельной пушки первые порции пироколлодийного пороха, приготовленного средствами лаборатории. А так как эти первые опыты не только вполне подтвердили все предварительные лабораторные расчеты, сделанные для скорострельной пушки, но и показали полную практическую и безопасную для орудия применимость пироколлодийного пороха к стрельбе и способность сообщить снарядам, при полном отсутствии дыма, скорости, недостижимые с черными и бурыми видами пороха, то было решено заготовить в ближайшее время такое количество пироколлодийного пороха, которое было бы достаточно для испытания этого пороха на полигоне в орудиях всех калибров до 12-дюймового включительно. Для сего следовало заготовить уже до 1000 пуд. Пороховые заводы сухопутного ведомства не могли принять заказа на такие количества пироколлодия, имея много своих спешных снабжений, тем более, что требовалось вводить в существующем производстве пироксилина, производимого на его заводах, некоторые изменения, но взялись переделать (желатинированием, прессованием и сушкою) до 1000 пуд. доставляемого ему Морским ведомством пироколлодийной ленты пушечного пороха, а потому заводская заготовка пироколлодия должна была составить заботу Морского министерства. Для сей цели зимою 1892—1893 г. был расширен и приспособлен малый пироксилиновый завод Морского ведомства для заготовки на нем до 500 пуд. пироколлодия, а летом также в виде опыта чины лаборатории были командированы на химический завод П. Ушкова в Вятке, около Елабуги, потому что хозяин этого образцового завода П. К. Ушков изъявил готовность доставить все средства для заготовки до 500 пуд. пироколлодия, для чего построил с необычайною быстротою на свои средства особый завод в $1\frac{1}{2}$ месяца, где под руководством чинов лаборатории действительно к осени того же года и была заготовлена вполне успешно, по заранее определенной цене, пробная партия до 500 пуд. Хотя, таким образом, опыт на Елабужском заводе

и был удачен, но дальнейших заказов на этот частный завод не было сделано, ввиду его отдаленности и желания, по возможности, удержать все производство в должной тайне, которую было бы трудно сохранить при валовом производстве заготовки пироколлодия на частном заводе. Тем не менее опыт этот показал, во-первых, возможность быстро и точно готовить пироколлодий, и, во-вторых, пользоваться при надобности для сей цели внутренними частными химическими заводами.

Заготовленное количество одного и того же пироколлодия было переделано в пушечный порох разных размеров, и он был испытан в 1893 г. на морском полигоне. При этих испытаниях оказалось:

1) Пироколлодийный порох соответственных размеров совершенно пригоден для пушек всех калибров, от малых скорострельных до наиболее тяжелых. По испытаниям лаборатории он же с выгодою может служить для скорострельных ружей. Тот же порох оказался применимым для выбрасывания мин, для успешной стрельбы из орудий. Сам же пироколлодий (не переделанный в порох, в скрытом виде) оказался применим и для заряда мин, а порох — и для снаряжения разрывных снарядов. Такою всеобщею применимостью не отличается ни один из известных доныне друг[их] видов нитроклетчатки. С распространением сведений об этом новом виде нитроклетчатки, составляющем предмет чисто русского изобретения, должны вытесняться те разнообразные смеси разных видов пироксилина, которые применяются для получения ружейных и всяких пушечных видов пороха.

2) Вследствие своей полной однородности и постоянства состава пироколлодийный порох даст во всех случаях вполне однообразные результаты (начальных скоростей и давлений) без всяких искусственных приемов и подгонки, подобных механическому смешению, применяемому, например, при производстве обычного бездымного ружейного пороха. Это качество пироколлодийного пороха делает стрельбу им наиболее доступною прицельности и безопасности (сохранности) орудий.

3) Изменяя числовые размеры пластинок, стрельбою пироколлодийного пороха легко управлять, т. е. достигать при желаемых давлениях в калибре различных пушек определенных начальных скоростей, не опасаясь ни случайных нарастаний в давлениях, ни каких-либо других вредных обстоятельств.

4) Начальные скорости, безвредно для орудий достигаемые пироколлодийным порохом, не только вообще превосходят те, которые достигались черными и бурыми порохами, но и те, которые сообщаются при помощи иных пироксилиновых и нитроглицериновых видов бездымного пороха, при равных давлениях в канале орудий.

5) Ни дыма, ни следов каких-либо остатков в канале орудий пироколлодийный порох, правильно изготовленный, не образует.

6) Условия приемки, выработанные лабораторией, и опыты сохранения пироколлодийного пороха при разных температурах дают уверенность в том, что этот порох, сохраняемый на кораблях, не будет подвергаться изменению и что он в этом отношении не только превосходит черные и бурые пороха, ибо не портится от воды, но и превосходит нитроглицериновые и обычные пироксилиновые бездымные виды пороха

и 7) представляя по силе и однородности массы сходство с нитроглицериновыми видами бездымного пороха, пироколлодийный порох не обладает свойствами выжигать канал орудий, потому что при своем горении дает не столь высокую, как они, температуру.

Результаты стрельбы пироколлодийным порохом, полученные в 1893 г. на морском полигоне, привели Морской технический комитет к заключению о том, что порох этот был принят для снабжения флота и потому следовало озаботиться оптовой его заготовкою, тем более, что все другие до тех пор испытывавшиеся на полигоне виды бездымного пороха оказались или очень изменчивыми (непостоянными) по составу и свойствам, или дающими слабейшие результаты, чем пироколлодийный порох, а ценность его при производстве в больших размерах, судя по составу, должна быть не выше, а ниже, чем для иных видов пироксилинового пороха.

[Из] совокупности опытов оказалось, однако, что превращение пироколлодия в порох, производившееся на химическом пороховом заводе, представляет для дела недостаток; а именно: а) неравномерное и большое (до 7%) содержание растворителя, что неизбежно должно уменьшать достоинство пороха и видно даже из образования бурых паров, совершенно не образующихся при стрельбе правильно изготовленным пироколлодийным порохом; б) неравномерность толщины пластинок пороха данного калибра, что также влияет на качество пироколлодийного пороха. Поэтому для

получения наилучшего пироколлодийного пороха, пригодного для флота, оказалось необходимым озаботиться не только о тщательности производства самого пироколлодия, но и точности и однообразия превращения его в порох. На основании этого Морское министерство, не предрешая всего вопроса о снабжении флота пироколлодийным порохом, решилось заготовить пироколлодий под наблюдением чинов лаборатории пока на морском пироксилиновом заводе, а около него для всестороннего изучения валовой переработки пироколлодия в порох оставить около того же завода переделочную пороховую мастерскую, которая могла бы снабжать на первое время флот надлежащим пироколлодийным порохом.

Поэтому в течение начала 1894 г. расширен был пироксилиновый завод Морского ведомства, ранее производивший в год до 1000 пудов минного пироксилина, до того, чтобы он мог производить в год около 4000 пудов пироколлодия, и около него возведены главные постройки для переделки этого количества пироколлодия в пушечный порох. Действия обоих их начались в последней половине 1894 г. под наблюдением как Артиллерийского отдела Морского технического комитета, так и Морской научно-технической лаборатории.

Ныне, когда валовое производство на указанном заводе уже началось и полученный здесь порох подвергнут испытанию в 6-дюймовых пушках, в отношении к этому заводу должно обратить внимание на следующее.

1) Полученный на нем валовым путем пироколлодийный порох удовлетворяет всем требованиям, к нему предъявляемым, и дал результаты стрельбы, замечательные по постоянству.

2) На нем с полным успехом уничтожена предварительная сушка пироколлодия, как операция опасная и подававшая неоднократно повод к опасным взрывам, вместо чего введена вымочка в спирте, что давно уже испытано лабораториею Морского ведомства.

3) Попытка возврата растворителя (смеси спирта и эфира), применяемого при переделке пироколлодия в порох в том виде, который был устроен, оказалась малоуспешною, и она возобновляется в ином виде, обещающем дать лучшие результаты.

4) Завод и мастерская, работающие доныне на 2 смены, при полной установке 3-х смен могут доставить в год до 4000 пуд. пороха для больших (начиная с 6-дюймовых) орудий флота.

5) Штаты служащих на указанных заводах еще находятся на рассмотрении в законодательном порядке.

Хотя, таким образом, вопрос о снабжении флота надлежащим бездымным порохом должно считать принципиально решенным при помощи пироколлодийного пороха и хотя в текущем 1895 г. можно будет снабжать им несколько кораблей, отправляющихся в заграничное плавание, но для полного решения всего вопроса о снабжении флота этим порохом следует решить еще вопросы о получении единовременного запаса примерно в количестве 15 тыс. пуд., о ежегодном снабжении флота примерным количеством 8 тыс. пуд. пороха в год (на учебную и опытную стрельбу и для вновь строящихся кораблей) и о возможном понижении стоимости пироколлодийного пороха, для чего доныне, в период предварительных опытов и при заготовке малыми количествами, нельзя было принимать надлежащих мер. В указанных отношениях имеется в виду или вступить в соглашение с сухопутным ведомством о снабжении Морского министерства пироколлодийным порохом, по крайней мере для малокалиберных пушек, или расширить собственное производство, если окажется невозможным достичь надлежащего соглашения насчет заготовки части пироколлодийного пороха сухопутным ведомством, или, наконец, взойти в соглашение с одним из частных заводов для поставки пироколлодия и минного пироксилина, необходимых флоту.

Успех действий Морского министерства в отношении к бездымному пороху сводится к тому, что Морскою научно-техническою лабораториею выработан однообразный новый вид пироколлодийного пороха, превосходящий все до него испытанные на морском полигоне другие виды бездымного пороха. Сухопутное пороховое ведомство, имея особое лицо, прикомандированное к лаборатории, и пользуясь всеми результатами, полученными Морским министерством, доныне, сколько то известно, не нашло столь однородного материала для бездымного пороха, каков пироколлодий, но, производя с оными опыты, стремится иметь столь же благоприятные баллистические результаты в пушках, однако, доныне не берется снабжать Морское министерство необходимым ему бездымным порохом, столь постоянным по качествам, как пироколлодийный порох, а потому Морское министерство, не могущее для пушек флота принять какой-либо менее удовлетворительный, чем пироколлодийный бездымный порох, обязано само заботиться о снабжении флота.

запасом названного пороха. Озабочиваясь его удешевлением, что представляет много трудностей по причине малости количества пороха, потребного для флота, Морское министерство должно искать лишь косвенных средств для сей цели.

Такими средствами должно почитать разработку начатых в лаборатории изысканий, относящихся до подмеси к пироколлодию нитроглицерина с устранением вредных последствий, от него могущих происходить, полное заводское улавливание растворителя, составляющего [распад?] до границ пороха, и соглашение с частными производителями. Заботы сего рода, занимающие министерство, задерживаются отчасти тем обстоятельством, что чины лаборатории до утверждения штатов пироколлодийного завода и пороховой мастерской должны в них принимать деятельное участие. Успешное и весьма быстрое решение главной задачи лаборатории — найти безопасный постоянный и для всяких орудий флота пригодный порох и довести его производство до выполнения — позволяет надеяться, что предстоящая задача лаборатории — удешевить до возможной степени валовое производство пироколлодийного пороха — будет также ею решена с надлежащим успехом, так как привлеченные для лаборатории научные силы представляют полное [для] сего обеспечение в личном составе научно-технической лаборатории.

Январь, 1894 г.

Центральный Государственный архив Военно-морского флота, фонд Технического комитета по артиллерии Морского министерства, д. 41, лл. 95—96 (1895 г.).

№ 721
27 марта 1895 г.

Милостивый государь

Николай Матвеевич!*

По распоряжению вашего высокопревосходительства я получил копию с письма е. в. п. г-на военного министра Петра Семеновича,** ныне не встречающего препятствий к напечатанию статьи о пироколлодийном порохе. Обсудив предметы, требующие напечатания, вместе с И. М. Чельцовым, мы предположили написать ряд статей, отчасти от общего имени, отчасти от каждого из нас, и часть их напечатать в Морском сборнике, другую же часть — в особом издании под названием «Известий Морской научно-технической лаборатории», предполагая издание это до поры сделать доступным лишь для специалистов по артиллерии. Если такие предположения заслужат одобрение вашего высокопревосходительства, прошу Вас не отказать в письменном разрешении. Надеясь на ваше соизволение, на то, что предполагаемое издание «Известий» принесет свою пользу немаловажному делу выработки наилучшего типа бездымного пороха, и на то, что при помощи такого издания пироколлодийный порох займет подобающее ему место среди других видов пороха, считаю долгом выразить вашему высокопревосходительству мою глубочайшую благодарность за внимательность к моему давнему ходатайству о пользе и даже необходимости печатного изложения сведений о пироколлодийном порохе.

Прошу принять уверение в глубочайшем почтении и готовности к услугам.

26 марта 1895 г. *Д. Менделеев.*

---

* Н. М. Чихачев. [*Прим. ред.*].
** П. С. Ванновский. [*Прим. ред.*].

ДОПОЛНЕНИЯ К ТОМУ X

НЕФТЬ

Записки имп. Русского Технического общества, СПб., 1877, вып. 5, стр. 381—396.

О НЕФТЯНОМ ПРОМЫСЛЕ В АМЕРИКЕ И ОБ ОТНОШЕНИИ ЕГО К РУССКОМУ НЕФТЯНОМУ ПРОМЫСЛУ НА КАВКАЗЕ*

Тот кризис, который встретила нефтяная промышленность прошлого года в России, был причиною того, что вопрос о нефтяном деле поднялся вновь в нашем обществе, и оно ходатайствовало о командировании К. И. Лисенко на Кавказ, а меня в Америку.

В 1875 г. нефть и керосин упали в цене, много заводов закрылось, и явно выказались разнообразные неудобства от применения существующей у нас акцизной системы на фотоген.

Возбудились вопросы двоякого рода: во-первых, относящиеся до этой акцизной системы, до ее перемены, а во-вторых, — до объяснения причин понижения, весьма значительного, в ценности керосина.

Не буду входить в рассмотрение первой стороны вопроса, но неизбежно должен коснуться второй, т. е. причины понижения цен, потому что поездка моя в Америку имела главною целью разрешение вопросов, сюда относящихся. Цена керосина определяется, главным образом, ценою сырой нефти и количеством добычи ее в Америке; в Европе вообще, и в частности в России, цен самостоятельных нет. Цены всюду устанавливаются сообразно американским, потому что Америка и поныне главный поставщик нефтяных продуктов всего света. Большое падение цены на керосин, бывшее в 1874 и 1875 гг., зависело от упадка цен в Америке.

Спрашивается, отчего же там происходило в продолжение семи лет постепенное падение цен на керосин до тех,

---

*). Настоящая статья представляет собой сообщение Д. И. Менделеева во время технической беседы по 1-му отделу, 18 декабря 1876 г. [*Прим. ред.*].

которые были в ближайшее время, т. е. до таких, что у нас платили 2 руб. за пуд?

Многие из вас, вероятно, хорошо помнят то время, когда фотоген начал входить в употребление: тогда платили 20 коп. за фунт — это было в шестидесятых годах. Должно предполагать, что керосин будут употреблять даже и тогда, если он дойдет до 25 коп., потому что за этим продуктом есть весьма важные достоинства, выражаемые самыми крупными цифрами, именно — в самой маленькой лампе (а в большой экономнее, потому что ее лучше можно устроить) в 50 часов времени горения сгорает 1 фунт керосина, тогда как за это время сгорит около $1^1/_2$ фунт. сальных свечей пятерика. Понятно, что когда 1 фунт стоит дешевле $1^1/_2$ фунт. сальных свечей, то керосин можно употреблять выгодно, потому что он представляет множество достоинств, всем и каждому известных, и света дает гораздо больше.

Понятна поэтому быстрота распространения керосина, когда цена понизилась до 10—6 коп. за фунт. Выгодность эту понял и наш народ. Кто был в центральной России, тот знает, что там всюду жгут керосин вместо лучины и сальных свечей.

Вопрос об дешевом освещении крестьянского жилья чрезвычайно важен для России по причине наших долгих зимних вечеров — это вопрос о заработке, так как при хорошем освещении можно сделать много такого, чего нельзя сделать при лучине.

Народу выгоден дешевый керосин. Об дешевизне следует заботиться. Но, во-первых, эта дешевизна должна быть прочна, а во-вторых, надо позаботиться, если возможно, чтобы барыши большого промысла остались в своей стране.

Для этого следует знать истинную причину дешевизны, бывшей в [18]74 и [18]75-х годах, и определить причину наступившего затем повышения.

Поездка в Америку имела целью определить, откуда происходит падение и поднятие цен на керосин, и я здесь сообщу вкратце о результатах этой поездки, имея в виду вскоре издать книгу, где приведу результаты полученных сведений в более подробном изложении.[1]

---

[1] Книга эта явилась ныне в продаже и носит заглавие: «О нефтяной промышленности в Пенсильвании и на Кавказе» * (1877 г.) Д. Менделеева. Ввиду ее появления, чтобы избежать повторения, здесь опущены многие подробности, которые были сообщены в устном изложении.

* Д. И. Менделеев, Соч., т. X, 1949 г. [*Прим. ред.*].

Поездка была совершена мною вместе с моим помощником и другом В. А. Гемилианом. Из Нью-Йорка отправились сперва в Вашингтон, потом на выставку в Филадельфию, а затем уже в нефтяные местности Пенсильвании, а именно в окрестности Паркера, лежащего на реке Аллегани.

Совершенно опуская все постороннее, стану останавливаться в рассказе только на том, что относится прямо до важнейших в практическом отношении сторон нефтяного дела.

Весьма важно прежде всего заметить, что в Америке с 1873 г. господствует торговый и промышленный кризис. Многие фабрики остановлены, на других работают мало; много предприятий несет убытки, у рабочих нет достаточно дел, а потому торговые обороты потеряли нормальный характер. Переселение приостановилось, даже существует обратное. Кризис в Америке несравненно сильнее, чем в Европе. Он имеет огромное влияние на судьбу нефтяного дела, потому что продавали нефть для того, чтобы иметь деньги, хотя бы за что-нибудь, только бы продать.

Филадельфийская всемирная выставка дала по отношению к нефтяному вопросу несколько существенных указаний. Во-первых, оказалось, что внутреннее употребление в Америке керосина и нефти громадно. Примерно половина добываемой Америкой нефти потребляется внутри этой страны. Хотя в больших городах Америки сильно развито потребление газа, но малые города, заводы и фермы освещаются преимущественно керосином, потому что он дешевле. Потребление в Америке на каждого жителя раза в три больше чем в Европе, а именно: в год превышает 10 фунтов керосина на каждого жителя.

Далее оказалось на выставке, да это и на заводах подтвердилось, что при перегонке нефти в Америке достигают отличных технических результатов благодаря отличным качествам сырого продукта, дающего $^3/_4$ того осветительного масла, которое называется керосином, а также благодаря законоположению некоторых Штатов, запрещающему продажу керосина, легко воспламеняющегося. Оттого керосин хорошо очищается от легко воспламеняющихся летучих продуктов.

Такое законоположение желательно бы видеть введенным и у нас.

Затем на выставке оказалось, что нефть в Америке уже получила применение как двигатель; там образовалась, например, фабрикация двигателей Брайтона. В них давление

под поршнем производит взрывы от смешения нагнетенного воздуха с парами нефти, что и приводит машину в движение подобно тому, как это бывает в известной машине Ленуара. Впрочем, это — не новость: на Венской выставке был такого рода взрывчатый нефтяной двигатель.

Относительно техники производства на выставке была одна новость — это появление твердого продукта, названного г-ном Тведдле петроценом. Этот твердый углеводород имеет некоторое сходство с антраценом. Г-н Гемилиан исследовал его и сообщил результаты на съезде естествоиспытателей, бывшем в Варшаве нынешней осенью.

Из Филадельфии мы отправились в Пенсильванскую нефтяную местность и, конечно, прежде всего в Питсбург — центр нефтяной торговли этого края.

Питсбург лежит при слиянии с севера текущей реки Аллегани и с юга текущей реки Монангегала, которые, сливаясь, дают Огайо, впадающую в Миссисипи и, следовательно, в Мексиканский залив. По берегам Аллегани тянутся знаменитые нефтяные месторождения Пенсильвании. Река эта лежит по ту сторону Аллеганских гор, течет почти параллельно им и питается водами бассейна, ограниченного с востока этими горами, а с северо-запада — возвышенностью, идущею в недалеком расстоянии от южных берегов озера Эри. Таким образом, составляется бассейн, общий склон которого будет к югу, с уклоном на запад к Мексиканскому заливу. В низинах этой долины расположены нефтяные местности. Есть, правда, нефть и в других местностях Северо-Американских Штатов, кроме берегов Аллегани и притоков ее, но говорить о других месторождениях американской нефти — это все равно, что, описывая русские месторождения нефти, говорить о чем-нибудь другом, кроме как о бакинских и кубанских месторождениях; все прочее ничтожно в сравнении с тем, что дают берега Аллегани.

Первые большие выходы нефти дали северные части бассейна, а именно берега Ойль-Крика. Ныне наибольшим изобилием отличаются средние части и преимущественно окрестности Паркера или берега Бер-Крика, впадающего с запада в Аллегани.

Относительно распределения нефтеносных пластов должно заметить следующее.

В Канаде, т. е. на север от названного бассейна, нефть находится сравнительно неглубоко от поверхности земли, в древнейших осадочных образованиях, древнедевонских.

Идя на юг, эти древние образования, лежащие неглубоко, прикрываются более новыми — каменноугольными, и нефть приходится добывать все с больших и больших глубин, хотя при этом не достигают столь древних девонских образований, как в Канаде.

В первые периоды нефтяной промышленности в Америке, т. е. в 60-х годах, когда работали по Ойль-Крику, приходилось углубляться на 300, много на 600 фут. для того, чтобы дойти до песчаника, могущего проникаться большим количеством нефти и содержащего нефть. Вследствие присутствия сверху наложенных каменноугольных образований, в средних частях бассейна, до тех же самых нефтяных слоев достигают на глубине от поверхности земли от 1000 до 1500 футов.

Можно полагать, что нефтеносные слои песчаника проходят и южнее, но они закрыты там еще более толстыми позднейшими образованиями; добыча из них нефти обойдется дороже не столько вследствие первоначальной глубины бурения, сколько вследствие затруднительности выкачивания нефти, возрастающей с глубиной.

Близ Питсбурга, т. е. на южном крае бассейна, рыли колодцы и не раз получали газ; но нефти или нет, или она появлялась в таком ничтожном количестве, что выход ее не имел никакого значения.

Если в день выкачивается не больше полуторы бочки нефти с глубины в тысячу футов, то работа выкачивания не дает выгоды; глубокие колодцы, дающие в день бочку, оставляют, но для мелких колодцев и такой малый выход при подходящих условиях может быть прибыльным, т. е. окупающим сделанные затраты на рытье и текущие расходы выкачивания и сбора.

Таким образом, выходит, что, идя с севера на юг, в бассейне Аллегани приходится для добычи нефти рыть все глубже и глубже, требуется большая затрата капитала, как основного, так и оборотного. С другой стороны, глубокие колодцы оказались в практике прочнее мелких, т. е. время истощения в первых наступает позднее, чем во вторых. Так, в окрестностях Паркера деятельность колодцев можно принять в среднем $4^1/_2$ года, а прежде, когда работали на Ойль-Крике, уже чрез два года в среднем результате колодцы истощались до невыгодности выкачивания. Из всего этого видно, что пенсильванские условия добычи нефти требуют в будущем новых усилий, новых мест добычи, а те места, где ныне добыча, истощаются, цена должна расти,

потому что рыть надо глубоко. Только при данных условиях добычи цена нефти может падать, и если условия ухудшаются — цена будет расти при прочих равных условиях рынка.

Порядок ознакомления с практикою нефтяного дела в Америке состоял в том, что мы осмотрели сперва несколько заводов, обрабатывающих нефть, а потом добычу сырой нефти и способы перевозки.[1]

Для примера упомяну, что близ Филадельфии находится один из обширнейших заводов, носящий название Атлантик; на нем в неделю гонят 10 тыс. бочек керосина. При нас самих в течение 1 мин. производилась закупорка 3 бочек. Закупорка идет у пристани, и бочки прямо откатываются на корабль. Завод расположен тут же рядом, на судоходной реке, прямо выходящей к океану. Доступ иностранным кораблям непосредственный.

Химическая сторона дела, т. е. самая дистилляция нефти и ее очищение, ведется, можно сказать, в примитивнейшей простоте.

Американская нефть дает около 76% по весу керосина, а потому и можно сказать, что сырая нефть есть только неочищенный керосин, а фабрикация керосина состоит в однократной перегонке, в очищении кислотою, щелочью и водою и в продувании еще теплого продукта для удаления наиболее летучих частей перегонки, удерживающихся в главной массе керосина.

В Америке встречаются и тяжелые сорта нефти, преобладающие на Кавказе, например около Франклина, в штатах Виргиния и Огайо; но их мало и их преимущественно перерабатывают на смазочные масла, которые дороже, чем керосин.

Когда же идет речь об обыкновенной пенсильванской нефти, то можно сказать, что разнообразия почти никакого нет; всюду выход керосина 76%. Это ясно указывает на однообразие свойств добываемой нефти, на извлечение ее из одного и того же слоя, а именно из так называемого третьего песка. Когда при бурении пройдут уже некоторую глубину сланцеватых глин, перемешанных с песком, достигают до первого песка, содержащего нефть. За ним опять глинистые слои. Во втором песке нефти мало, и не только

[1] Подробности, касающиеся этих предметов, даны в книге, указанной выше; часть предмета, описанного в книге и в сообщении, была пояснена рисунками. Здесь же оставлены важнейшие сведения, могущие служить для ознакомления с состоянием нефтяного дела в Америке.

выход ее небольшой, но и нефть тяжела; в третьем песке добыча наибольшая, но в настоящее время нашли следы четвертого слоя, лежащего еще глубже.

Мы видели несколько образцов оттуда извлеченной нефти; она еще лучше и даже цветом бледнее, как наша бакинская белая нефть, и имеет такой же удельный вес (0.77).

Главная масса пенсильванской нефти добывается из третьего песка. Его достигают в северных частях бассейна на глубине не более 600 футов, а в средине течения Аллегани — на глубине, превышающей 1 000 футов от поверхности земли в низинах. Там и тут нефть одна или почти одна и та же, ее плотность около 0.8, или около 47° Боме. Однородность главной массы пенсильванской нефти особенно ясно видна из того, что она с давних пор и доныне дает после перегонки и очищения около $^3/_4$ своего веса или объема керосина.

Для перегонки нефти строятся прямо под открытым небом вертикальные или лежачие цилиндрические котлы, или кубы. К ним подходит железная дорога, и особенным насосом накачивают нефть прямо из вагонов в котлы. Котлы делаются громадные. Так, на заводе Атлантик несколько котлов вмещают сразу в себе по $2^1/_2$ тыс. бочек, т. е. около 10 000 пуд.; меньшие котлы — в 900 бочек. Топят каменным углем, и дымовой канал обходит нижнюю часть котла спирально вверх; в верхней части котла имеется пароотводная труба, чрез которую нефть идет в холодильник. Остаток перегонки в особом котле гонят на смазочные масла, но на больших заводах этим делом часто не занимаются. Есть особые заводы или части заводов, которые приготовляют смазочные масла.

Остатков, дающих смазочные масла, в пенсильванской нефти всего не более 15%, а у нас — около 60%. Потребление смазочных масл возрастает. Цена их выше керосина, и нашим промышленникам надо обратить особое внимание не на керосин, а именно на смазочные масла, ибо они всегда найдут себе сбыт в Европе.

Часто сетуют на нашу нефть, говоря, что она тяжела, дает мало керосина. Но в ней много отличного тяжелого масла, и его цена выше керосина, его потребление для разных целей должно возрастать. Необходимо это помнить и на тяжелые масла сосредоточить внимание.

Технические подробности о перегонке, об укупорке, перевозке, бурении, зависимости цен, выделении газов,

геологии местности и т. п., замеченные при осмотре завода Атлантик, завода г-на Тведле около Питсбурга, а также при обзоре добычи нефти в долине Бер-крика,[1] я воздерживаюсь описывать здесь потому, во-первых, что особенных замечательных новостей нет, а во-вторых, потому, что в книге, которую издаю, они найдут свое место. Упомяну только о двух обстоятельствах, которые кажутся мне особенно поучительными и достойными подражания. Владельцы земли редко занимаются бурением колодцев, но участвуют в барышах добычи, получая в виде арендной платы долю нефти, добытой на их земле, а именно: пятую, десятую, четвертую, смотря по местным условиям. Этот обычай дает простор предприимчивости, плодотворно делит выгоды, позволяет многим принять участие в выгодах, доставляемых нефтью, уничтожает монополию и едва ли не лучший из всех возможных способов пользования природными богатствами.

Другое обстоятельство весьма большой важности есть учреждение трубочных компаний (Pipe Company). Это капиталисты, много облегчающие правильность нефтяного дела в Пенсильвании. Они заняты доставкою добытой нефти от колодцев до станций железных дорог и сохранением запасов. От колодцев, где паровые насосы поднимают нефть в особые железные чаны, нефть по железным трубам, при помощи особых насосов, находящихся на станции трубочной компании, выкачивается в станционные резервуары и здесь измеряется. Владелец получает квитанцию и по ней продает нефть на бирже или где вздумает, а компания сдает предъявителю квитанции нефть из своих баков, помещенных около станций железных дорог. Сдается нефти процентов на 5 или на 7 меньше, чем принимается. Это — барыш компании за содержание насосов, за прокладку труб, за хранение в баках. Обе стороны сильно и правильно заинтересованы в ходе дела и попутно достигается множество выгод, понятных из сказанного выше.

Техническая выгода пересылки нефти трубами так очевидна, что еще в 1863 г., когда в Америке не было трубной пересылки, я предлагал такой способ в Баку. У нас условия перевозки в арбах в Баку и перегрузки при волжском устье таковы, что трубам предстоит играть важную роль. Пора, хотя ныне, начать у нас их устройство.

[1] Эти подробности были изложены при чтении и объяснены отчасти рисунками, но не излагаются здесь для того, чтобы не повторять напечатанного в книге: Менделеев: Нефтяная промышленность. 1877 г. * * Д. И. Менделеев, Соч., т. X, 1949. [*Прим. ред.*].

Не стану здесь вдаваться в подробности столь многочисленных вопросов, весьма важных для практики нефтяного дела, которые относятся до происхождения нефти и ее распределения внутри земли.

Тут еще многое не ясно. В готовящемся моем сочинении постараюсь рассмотреть дело с некоторою подробностью, а здесь ограничусь указанием на три обстоятельства первостепенной важности не только по отношению к теории, но и непосредственно в практическом смысле. Эти обстоятельства необходимо иметь в виду, занимаясь разведками на нефть.

Первое обстоятельство — неравномерность распределения нефти в близлежащих местах. Второе обстоятельство есть прямолинейное или к нему близкое направление, в котором встречаются обильнейшие выходы нефти в данной местности. Третье состоит в том, что эти прямолинейные направления почти параллельны направлению кряжей гор, всегда близких к нефтяным месторождениям.

Когда роют буровой колодезь для добычи нефти, никогда нет полной уверенности (есть только вероятность) в том, что получат нефть, хотя бы рядом, даже очень близко, нефть была бы и в изобилии. В Пенсильванин случалось очень часто так, что в расстоянии десятка сажен друг от друга и в одно и то же время, с одной глубины, в одном колодце есть много нефти, а в другом вовсе нет. Для того же, чтобы избирать надлежащее место, для начала бурения там пользуются такого рода правилом: богатейшие нефтяные местности расположены по известным прямым линиям, так что, если два даже далеко отстоящих колодца дают много нефти, то по кратчайшей соединяющей их линии встретятся еще богатые месторождения. Заметили, что эти прямые имеют направление к юго-западу, на 22° отклонения от меридиана места, и земля, расположенная по таким линиям, сейчас дорожает, лишь только где-либо откроют богатый колодезь. Направо и налево можно купить землю за 100 долларов акр, а по этому направлению — за 1000 долларов. Тут не смотрят на то, где приходится рыть: на высоком берегу, на острове, на холме или в долине, все-таки роют с вероятностью встретить хороший выход. И действительность оправдывает такой расчет в крупных чертах. Прежде, когда этого не знали, неудач было больше, чем ныне, и истощение колодцев наступало скорее, чем ныне, когда колодцы в среднем результате дают нефть около $4^1/_2$ лет. Это направление градусов на 20 от юга

к западу и есть общее направление Аллеганских гор. Как в Пенсильвании, так и в Индии около Рангоона и в других нефтяных местностях — всюду, близ нефтяного месторождения, ему параллельно тянется хребет гор.

Надо заметить, что и по тому выгоднейшему направлению, где надеются иметь обилие нефти, нет уверенности в том, что вырытый колодец непременно даст нефть. Это объясняется тем, что глинистый пласт, покрывающий нефтесодержащий песок, никогда не бывает совершенно горизонтален и однообразен; в нем есть возвышения, углубления и, следовательно, под этим пластом может быть или газ, или нефть, или вода.

Вода, нефть и газы заперты в песчаном пласте, как в губке, и располагаются таким образом, что газ по плотности своей находится вверху и, следовательно, в тех местах, где запирающий пласт приподнят, можно найти один газ, а там, где он опущен — одну воду; нефти же не получается ни там, ни здесь вовсе.

Позвольте мне теперь обратиться к изложению вопросов, касающихся основной цели путешествия, а именно: к указанию причин, почему произошли изменения в Америке цен на керосин и что значит, что цена его спустилась даже до того, что у нас, вместе с таможенной пошлиной — 55 коп. на пуд, керосин стал обходиться дешевле 2 руб. за пуд, как это было в 1874 г. Керосин стал спускаться в цене в Америке с 1870 г., и, можно сказать, последовательно опускалась цена до 1875 г. С этих пор она начинает повышаться. Причин, почему опустилась цена керосина и нефти, много. Перечислю важнейшие.

До тех пор, пока керосин и нефть платили акциз, американское правительство собирало ежегодно около 7 млн долларов пошлины. Налог был громаден, зато ценность керосина была равна сумме промышленных и торговых затрат и барышей, сложенной с ценой пошлины. Ту пошлину прямо или косвенно платили не одни американские, но и европейские потребители.

Между тем правительство отменило такой громадный сбор. Это сделали в 1868 г. по следующей причине: сначала вся нефть была обложена акцизом, и та, которая предназначалась для местного употребления, и та, которая предназначалась для вывоза; потом, когда надо было заботиться об сбыте увеличивающейся массы нефти, сделали так, что на внутренний керосин ввели акциз вдвое более, а с керосина вывозимого пошлину сняли. Величина акциза превы-

шала тогда самую цену нефти. А потому случаи злоупотреблений были многочисленны. Многие не шли на дело из-за того, что недобросовестность могла получать большую премию. Когда многие внутренние налоги и особенно подоходный налог были отменены, нефть освободилась вполне от правительственного обложения, и добыча стала свободною, конкуренция возросла, цены стали падать. Это полное освобождение нефтяной промышленности от налогов соответствует 1870 г. С тех пор галлон (около 7.2 русского фунта) керосина на ньюйоркской бирже упал с 25 центов до 13 центов, как это было в 1874 и 1875 гг.

Это — первая причина, почему ценность керосина убавилась; затем вторая находится в связи с первою. Когда сняли с нефти налоги, множество народа бросилось на нефтяное производство, и в южной части течения Аллегани стали открываться богатые источники.

Производство стало до того велико, что явилась надобность сбавить цену нефти, и ее сбавили до такого предела, что, собственно говоря, и выгоды-то уж не стало работать. Конечно, выгода была у того, кто случайно получил нефтяной фонтан или огромный выход нефти, но в сложности не было никакой выгоды для тех, кто принужден был продавать в 1874 г. нефть на месте добычи по 1, 2, 3 цента за галлон, что отвечает, примерно, по 8—20 коп. за пуд. Надо принять при этом во внимание, что в это время бурение велось уже глубокое, до 1000 фут, и уже стали исчезать прежние пресловутые выходы нефти — фонтанами; приходилось рыть много таких колодцев, которые уже ничего не давали; качать нефть надо было с большой глубины, а цены за работу были высоки. Скоро солидные промышленники увидели, что при этих ценах торговать нельзя. Учредились многие трубочные компании, и капиталисты задумали устроить стачку. В отчетах Ньюйоркской торговой палаты прямо говорилось, что были стачки, чтоб заставить поднять цену, но малосостоятельные мелкие предприниматели этого не допустили, потому что им необходимо было продавать тотчас, и продавали они по чем попало. Это потому было так, что добыча или предложение превышало спрос.

Статистические цифры, которые будут подробно даны в готовящемся моем сочинении, показывают ясно избыток добычи над потреблением. Это видно яснее всего из того, что в 1870 г. в запасах хранилось всего около 2 млн пуд. нефти, а в 1875 г. — около 30 млн. Значит, некуда было сбыть даже и по дешевой цене. Замечу при этом, что в

Пенсильвании ныне ведется полная отчетность касательно добычи нефти, продажи, цен, запасов и пр., так что движение промышленности никакому сомнению более не подлежит. Это же следует установить и у нас, и нефтепромышленники должны в своих же выгодах сами об этом позаботиться — сообща. Их интерес — двинуть дело, а оно может итти хорошо только при помощи публичного и ясного отчета; новые деятели примыкают к большому делу только тогда, когда им известно оно в подробностях, а нам именно и нужны многие новые деятели, чтоб двинуть наше нефтяное дело, могущее сильно соперничать с пенсильванским. Притом хорошая отчетность есть лучший регулятор цены, она необходима и торговцам, и потребителям.

Третья причина, понизившая цену нефти и керосина в Пенсильвании, начиная с 1870 г., состоит в открытии большого южного нефтяного бассейна, тянущегося по Бер-крику, начиная от городка Паркера. Хотя здесь пришлось рыть глубже, чем было прежде, а именно более 1000 футов, даже по 1500 футов, хотя здесь и меньше было тех богатых выходов единичных колодцев, какие встречались в долине Ойль-Крика, но работа была вернее и, главное — длительность колодцев гораздо дольше, чем было прежде. На севере 2—3 года был наиболее долгий срок, здесь часто 5—6 лет все еще идет добыча. Когда стали узнавать все эти обстоятельства, стало быстро возрастать число вырываемых ежегодно колодцев. Так, в 1872 г. вновь вырыто в Пенсильвании 1050 колодцев. Цены стали падать, стремление рыть колодцы убавилось, и в 1874 г. вновь вырыли только 450 колодцев.

Такое разумное отношение существует оттого, что все обстоятельства, касающиеся нефтяного дела, всем известны, печатаются в газетах; есть полные статистические сведения, дающие возможность знать состояние дела и меру выгодности в каждое время.

Так, в 1873, 1874 и 1875 гг. добыча была наибольшею, около 70 млн пуд. нефти в год. Число вырываемых вновь колодцев тогда достигло наименьшей величины, около 500 в год. Цена также спустилась до minimum, а именно: на месте в среднем — около 3 центов за галлон нефти, тогда как в 1869 г. была = 15, в 1870 = 10 центам. При этих ценах сырья в Нью-Йорке 1873—1875 гг. на бирже с укупоркою пуд керосина стоил около 1 руб. 20 коп., а временами цена спускалась до 90 коп. за пуд.

Выгод не было. Охота рыть колодцы пала. Хотя и медленно, все же масса нефти в старых колодцах убавлялась. Оттого с 1875 г. начинается единовременно следующее: добыча уменьшается, запасные склады также, цены растут, охота рыть колодцы также растет. Но роют ныне много, а выход мал. Нужны новые места, а таких не найдут. Вот причины, почему рост цены на керосин, наставший в 1876 г., обещает большие перемены в положении нефтяного рынка. Возвышение цен на нефть было бы еще быстрее, еслиб не было складов, которые, впрочем, за последние годы уже начинают понемногу убавляться. Имеются точные сведения, что в 1875 г. было 32 млн, а теперь уже 30 млн пуд., следовательно, не только то, что добывается, употребляют, но и то, что сберегали до сих пор.

Невозможно требовать, чтобы прежняя низкая цена керосина осталась надолго: в убыток не станут работать. Я не стану входить в подробности расчетов, но достаточно напомнить следующее: предпринимателю бурения — риск большой, выход нефти неверен и непродолжителен, а каждый глубокий колодец обходится около 6—7 тыс. руб. Если же и есть в нем нефть, то четвертую или пятую часть добытой нефти должно отдать владельцу местности, около 7% — трубочной компании, около 2% — страхование, необходимо содержать рабочих на колодцах; на капитал еще нужно сделать погашение и нести другие текущие расходы.

Если все это рассчитать, то окажется, что при такой цене, которая была в 1874 г. в Нью-Йорке, за сырую нефть без бочек (а именно около 5 центов за галлон) — это будет в убыток даже при том низком проценте на капитал, которым довольствуются ныне в Америке со времени сильного торгового и промышленного кризиса, начавшегося с 1873 г. Нефтяное дело — одно из неверных, а потому может хорошо и правильно итти, привлекать к себе только тогда, когда дает хороший барыш. Вот по этим причинам в 1876 г. начался рост цен керосина.

Изойдем же из той цифры, которую представляла цена нефти в мае месяце 1876 г., относя ее к нашим ценам. Я беру это время по той причине, что прямо на месте собрал справки, и вот в результате оказалось, во что должна была обойтись в мае месяце ценность керосина в Петербургской бирже вместе с накладными расходами. Расчет есть следующий: на бочку керосина в 8 пуд. (45 галлонов) требуется 58 галлонов сырой нефти, за которую надо было

заплатить на месте по 5 центов за галлон, следовательно, 2 доллара 95 центов, или 4 руб. 35 коп. Провоз до Нью-Йорка около 2 руб. 60 коп. Расходы и барыш рафинера, за вычетом цены остатков, около 1 руб. 15 коп. Бочка около 2 руб. 25 коп. и перевозка около 3 руб. 40 коп. за бочку до Петербурга. Портовые расходы и пошлины в таможне — 4 руб. 40 коп. А потому цена бочки около 18 руб. 50 коп., или за пуд, кладя торгового барыша на пуд по 15 коп., около по 2 руб. 50 коп. за пуд в складе, с укупоркою.

Низшей цены ждать нельзя; убавлять тут не из чего; разве, может быть, изобретут новые способы сообщения; тогда только сбавится цена, а пока экономить не из чего. Но как бы то ни было, хотя цена нефти в Нью-Йорке в настоящее время и растет против прежних лет, керосин у нас на бирже стоит дороже, чем бы следовало. Если в 1875 г., при цене керосина в Нью-Йорке в 12 центов за галлон, у нас была цена 2 руб. за пуд, при цене 25 центов в Нью-Йорке, как стоит ныне, цена пуда должна быть не выше у нас как 3 руб. 50 коп., много 4 руб., а она теперь, в декабре, у нас стала выше 5 руб. Это есть уже дело торговцев, сделавшихся недавно чуть не монополистами: они увеличили ценность керосина ввиду войны и возможного закрытия портов. В Петербурге лет 6 тому назад 16 торговых фирм выписывали из-за границы керосин. В 1874 г. многие торговые дома потерпели большие убытки на этом деле, и в настоящее время торгуют только 4 дома.

В результате этого рассмотрения вот какой вывод: нельзя думать, чтобы американский керосин мог быть дешевле того, что он был (т. е. дешевле 2 руб. за пуд с пошлиною и укупоркою, в складах); это немыслимо, хотя бы открылись самые богатейшие источники нефти. Ведь хоть один цент (8 коп. пуд) да возьмут же промышленники за галлон своей нефти, не даром же они будут продавать, а затем все накладные и прочие расходы составляют на пуд цену 1 руб. 75 коп. Следовательно, дешевле этой цены немыслимо иметь американский керосин. А пошел у нас в России в ход керосин в то время, когда ему была цена самая низкая, а именно тогда, когда у нас на бирже платили около 2 руб. за пуд, когда американцы продавали от огромного избытка добычи, чуть не в убыток.

В Америке нефтяные местности истощаются, следовательно керосин будет все дорожать. Следовательно, пока мы будем надеяться на американский керосин, до тех пор русский народ не будет иметь дешевого освещения, а ему,

в наши долгие сумерки, необходимо иметь это освещение, следовательно его нам надо изыскивать самим. Известно, что мы имеем давнюю добычу нефти на Кавказе, и легко видеть, что развитие там нефтяного промысла одно может способствовать получению в России дешевого керосина. Для развития нефтяного промысла на Кавказе до обширных размеров, удовлетворяющих потребности России, и даже для обширного вывоза за границу, нет естественных препятствий. Все препятствия устранимы; они только временно задерживают кавказское нефтяное дело и могут быть скоро устранены при дружном содействии промышленников и правительственных мероприятий.

Остальную часть этого сообщения я посвящаю указанию тех мер, которые, по крайнему моему разумению, должны содействовать развитию у нас нефтяного дела.

Прежде всего должно обратить внимание на то, что наше керосиновое производство обложено ныне акцизом.

На американский керосин его нет с 1870 г.

Сперва наши бакинские нефтяные промыслы были на откупу, а откупщику нельзя заниматься рациональным производством добычи нефти. Ему некогда было рыть колодцы, — над этим пройдет ведь полтора года или год по крайней мере, а его откуп чрез два-три года кончится, где же ему затрачивать на это деньги! Правда, что некоторые откупщики затрачивали на бурение, например г. Мирзоев, но многого и требовать было нельзя. Было мало нефти.

Но в 1872 г. откуп уничтожен, нефтяные местности были проданы в частное владение. Дело стало развиваться, и быстро. В 1872 г. добыто 1 500 тыс пуд. нефти, а в 1874 г. — более 5 млн пуд., и явилось более 100 перегоночных заводов. Но цены американского керосина стали быстро падать, а оттого пали и цены русского керосина.

Дело делали скоро, кой-как и при быстром падении цен не могли выдержать — много понесли убытков. Они произошли не от того, что нам дорого должен доставаться наш керосин, а оттого, что об удешевлении добычи, доставки, сбыта и перегонки просто никто не заботился. Дело и так казалось выгодным. Заботились об одном — поменьше заплатить акциза. Таково вообще свойство акцизных промыслов. Барыш впереди, а акциз надо заплатить тотчас. Цена нефти была по 5 и менее коп. за пуд, следовательно на пуд керосина около 15 коп; а таков же почти был и акциз. Значит, было о чем и хлопотать.

За откуп правительство получало ежегодно около 200 тыс руб.; нефти в то время добывалось 1 500 тыс пуд., что отвечает 500 тыс пуд. керосина. Колодцы проданы примерно за 3 млн руб.

Но правительство после того тотчас наложило акциз, правда, небольшой, но все-таки же акциз, который должны были платить те самые лица, которые уплатили уже 3 млн руб. и которым еще нужно было тратиться на то, чтобы развивать это дело. Все это, взятое вместе, привело к тому кризису, который появился мало-помалу в бакинской нефтяной промышленности в 1875 г.

Но как бы то ни было, дело уже показало себя, развилось сразу и значительно с 1872 г., так как с 1 500 тыс пуд. дошла добыча до 6 млн пуд. Цифра невелика, конечно, сравнительно с количеством американской нефти, но относительно, сама по себе, довольно значительна.

Наставший кризис остановил дело. Колодцы рыть перестали, потому что нефть, которую имели, сбывать было некуда. Неустроенное дело при падении цен и при акцизе не давало барышей, не привлекало новых лиц, потому что и прежние-то деятели были или без выгод, или с убытком. Перестали гнать нефть. Массы ее некуда было девать. Образовались целые озера нефти. Исчислено, что в 1875 г. бакинские колодцы могли дать 15 млн пуд., если бы все собирали, все колодцы выкачивали. Зачем было рыть новые колодцы, когда старые были не вполне эксплоатированы?

А без новых колодцев дело обещает уменьшаться. В чем же дело? Да только в том, что о доставке, укупорке, перегонке и сбыте не заботились, весь расчет вели на керосин, а он в те годы падал в цене и облагался акцизом.

Бакинские буровые скважины нужно считать всего десятками, даже не сотнями. А если мы сообразим, что в настоящее время по сведениям, полученным с разных сторон, нефть извлекается в Баку из 35 буровых скважин, и ее получается по меньшей мере 6 млн пуд., то выход этот можно назвать громадным; он поспорит с американским и его превзойдет. Там вырыто 12 000 скважин, притом на глубине более 1 000 футов; у нас — не более 400 фут. Из 4 000 ныне выкачиваемых колодцев пенсильванцы имеют около 70 млн пуд. нефти, следовательно на колодец приходится около 17 тыс пуд., а в Баку из 30 колодцев извлекается ежегодно 6 млн пуд., следовательно из каждого около 200 тыс пуд. 17 тыс. пуд. пенсильванской нефти дадут около 12 тыс. пуд. керосину, а 200 тыс пуд. бакин-

ской — около 70 тыс. пуд. керосину. Но при акцизе около 15 коп. с пуда керосина у нас надо уплатить с колодца в год средним числом около 10 000 руб. Сам колодец стоит не более того.

Итак, наши нефтяные месторождения не хуже, а даже лучше, судя по опыту, до сих пор бывшему, пенсильванских, но у нас пришлось дело добычи буровыми скважинами начинать при двух неблагоприятных условиях. Во-первых, тогда, когда в Америке сняли акциз, усилили производство и понизили цену, а, во-вторых, надо было платить еще у себя акциз. Но первое условие сглаживается: цены в Америке растут, а второе, станем думать, будет устранено, потому что в правительственных сферах видят уже, что наделал нефтяной акциз.

Но ни снятие акциза, ни возвышение цены керосина, ни существующая ввозная пошлина на американский керосин сами по себе не сделают наш керосин дешевым, не разовьют нашей нефтяной промышленности. Для этого нужно увеличение добычи, участие многих сил и введение таких способов и приемов, которые приличны большому делу, стремящемуся удешевить важный для народа продукт потребления и вступающему притом в соревнование с таким сильным промышленником, как Америка. Для достижения этого необходимо правильно поставить промышленную, техническую и торговую сторону нашего нефтяного производства.

В промышленном отношении важнее всего много сил сосредоточить сразу на одной местности, а не разбрасываться. После Баку, Кубани и Челекена все прочее пока надо оставить, а главное внимание устремить на Баку, где добыча обещает сразу наиболее верный результат. Там надо рыть много колодцев, потому что добыча во всяком случае зависит от числа колодцев. А чтобы нашлись охотники рыть колодцы, полезно владельцам участков сдавать их на аренду за известную долю нефти. Только участие многих предпринимателей может обеспечить добычу большой массы нефти и сделать наш нефтяной промысел самостоятельным, живым и важным для России, а чрез то и прочным.

Сами владельцы нефтяных участков уже затратились на их покупку, уже испытали тяжелое время кризиса — они не могут одни всего выполнить, одни поднять большую промышленность. А чтобы бурение шло успешно, необходимо озаботиться другим предпринимателям об организации

буровых артелей, об устройстве, продаже и фабрикации буровых приборов, словом, о технике самого бурения, об устройстве резервуаров и тому подобных снарядов, необходимых для правильного хода промысла.

В промышленно-техническом отношении особенно важно обратить внимание на прокладку труб для проведения нефти от колодцев к берегам моря, к заводам для перегонки, а также на таких местах, где поставка чем-либо затруднительна, например, на перевале в устьях Волги. Трубы сильно ускоряют и, главное, удешевляют пересылку, устраняют нагрузку и выгрузку, а потому во множестве случаев чрезвычайно выгодны; они могут быть особенно выгодными при большой массе прогоняемой чрез них нефти, а потому их устройство, как и все другие улучшения нефтяного дела, требуют *прежде всего* добычи большого количества нефти многими буровыми колодцами.

Затем, важнейшим техническим делом должна быть у нас большая выработка хороших сортов тяжелых масл и разыскание для них применения. Тяжелых масл в нашей нефти много, они дороже керосина и на них надо обратить большое внимание, довести их выработку до совершенства, найти им рынки, удешевить их до возможной меры.

Заводы для переработки нефти в керосин и тяжелые масла, по моему мнению, следует иметь не только в Баку, а преимущественно на Волге и вообще в центрах торговли и потребления, вблизи тех мест, где бочки дешевы и где их возврат возможен. Это важный вопрос относительно стоимости. До заводов нефть может итти трубами, водяными и железными путями, укупоренною в большие резервуары, а не в дорогие бочки.

Наконец, в технически-торговом отношении необходимо озаботиться о том, чтобы керосин и другие наши нефтяные масла фабриковались и продавались такого же достоинства, как и американские.

Ныне этого достигать нельзя. Акциз, наложенный на время гонки и емкость кубов, заставляет гнать по возможности скоро, а потому и плохо очищать.

Замечу, — и это немаловажно, — торговцы нефтяными продуктами должны быть не сами заводчики, бурильщики, владельцы нефтяных участков — им за всем не уследить, а торговое дело требует своей сноровки, своего капитала, своего уменья. Их необходимо приложить к нашей нефти, если желаем иметь дешевое освещение в наши длинные зимы, если хотим получить хороший барыш от природного

богатства завоеванного Кавказа и если желаем иметь новую большую отрасль промышленности, способную дать много продуктов для вывоза за границу и для внутренней торговли.

В Америке довели нефтяное дело до громадных размеров. Требование все растет еще, а добыча стала падать. Мы можем, если хорошо примемся за дело, восполнить недостающее, а потом с выгодой соперничать с Америкой, потому что наши нефтяные месторождения ближе американских к морям и водным путям сообщения, ближе к Центральной Европе, богаче выходами, и у нас заработная плата ниже американской. Если наши сорты нефти дают менее керосина, чем американские, то зато они дают больше тяжелых смазочных масел, более дорогих, чем керосин, и могущих его заменить во многих случаях даже для освещения. Притом, у нас еще и не рыли глубоко, а на глубинах только и находят те сорты нефти, в которых много керосина.

Отмена акциза и поднятие цен на американский керосин не должны закрыть нам глаза. Нефтяное дело на Кавказе обещает много, но требует хорошо направленных усилий, капиталов, знания и предприимчивости. При выполнении же этих условий едва ли в ближайшем будущем найдется в России другое, столь много выгод обещающее промышленное дело. Особенное внимание техников обращу под конец еще раз на разработку вопроса о тяжелых маслах нефти. Они годны не только на смазку, но и для освещения.

Вопрос о тяжелых маслах так важен для нашей нефтяной промышленности, что я желал бы обратить на него внимание многих, чтобы общими силами дать ему движение и разрешение.

Будем же надеяться, что акциз на керосин отменится,[1] что добыча нефти, наконец, станет привлекать к себе внимание капиталистов и техников и что чрез то русский народ получит свое дешевое освещение и новый предмет сбыта для заграничной торговли.

---

[1] С сентября 1877 г. правительство уже отменило акциз благодаря настоятельным представлениям г-на министра финансов.

Журнал Русского физико-химического общества, т. XII, 1880 г., стр. 361.

ВЫПИСКА

из протокола заседания отделения химии Русского физико-химического общества 2 октября 1880 г.

Д. Менделеев, от имени комиссии для составления положения о конкурсе на устройство ламп, заметив, что К. И. Лисенко отказался от участия в комиссии, прочел следующий проект положения премии В. И. Рагозина.

По предложению и на средства В. И. Рагозина при отделении химии Русского физико-химического общества открывается конкурс, с премиею в 750 металлических руб. для осветительных ламп, сожигающих тяжелые промежуточные нефтяные масла, т. е. такие части нефти, которые перегоняются после керосина (уд. вес от 0.79 до 0.82 при 20° Ц) и астралового масла (уд. вес от 0.82 до 0.85 при 20° Ц), но ранее смазочных масл (уд. вес выше 0.88) и имеют уд. вес от 0.85 до 0.88 при 20° Ц.

Цель конкурса состоит в том, чтобы содействовать распространению в общежитии освещения вышеупомянутыми тяжелыми маслами, имеющими ныне меньшее применение, чем керосин, но более, чем он, безопасными по отношению к пожару, в бакинской же нефти находящимися в значительном количестве.

Лампы, представляемые на конкурс, должны: а) быть возможно простого устройства, допускающего дешевизну их приготовления и простоту обращения (наполнения маслом, регулирования пламени, очищения и погашения); б) требовать стекол, если они ими снабжаются, только таких, которые имеются в обычной розничной продаже; в) сожигать без копоти и запаха тяжелые масла, по крайней мере, в пределе уд. веса от 0.865 до 0.875.

Срок представления ламп на конкурс назначается $\frac{1}{13}$ января 1882 г.

На конкурс должно быть представлено 3 экземпляра каждой лампы, из коих два назначаются для испытаний, а третий сохраняется как образец.

При лампах, представляемых на конкурс, должны быть приложены: а) возможно полное описание лампы (на русском или французском, или немецком, или английском языке); б) имя и полный адрес лица, представившего лампу, с обозначением адреса мастера, изготовлявшего для нее горелку; в) обязательство допустить к беспрепятственному всеобщему употреблению в России представляемую лампу, если она получит премию в 750 металлических руб. или же, если на лампу имеется привилегия в России, то указание цены, за которую владелец привилегии согласен ее уступить.

Примечание. При равенстве в прочих отношениях, лампы, не имеющие привилегии, пользуются преимуществом при назначении премии.

В январском заседании 1882 г. отделение химии Русского физико-химического общества избирает комиссию, состоящую не менее как из трех членов Общества, для испытания представленных ламп, и ее доклад будет обсужден, и премия в 750 металлических руб. за лучшую лампу назначена не позже мая 1882 г. Присуждение премии производится по большинству голосов наличных членов в заседании отделения химии Русского физико-химического общества.

Результат испытания будет объявлен в печатных протоколах отделения химии Русского физико-химического общества.

Лампы, удовлетворяющие условиям конкурса, но премии не получившие, удостоиваются, по определению отделения химии Русского физико-химического общества, почетного отзыва.

Если между лампами, представленными на конкурс, не окажется ни одной удовлетворительной, то конкурс возобновляется на другой срок.

Отчет комиссии об испытании ламп печатается в журнале Русского физико-химического общества.

В конкурсе могут принимать участие как русские, так и иностранные поданные.

Масло для ламп может быть получено в складах и у агентов товарищества В. Рагозин и К°.

Положение конкурса принято. Определено сделать распоряжение о доставлении его Химическим обществам в Берлине, Париже и Лондоне.

О безопасном освещении. М., 1883, стр. 9—14.

ПО ВОПРОСУ О БЕЗОПАСНОМ ОСВЕЩЕНИИ НЕФТЯНЫМИ ПРОДУКТАМИ*

На вопрос о том, какой род освещения нефтяными продуктами можно считать и по справедливости назвать «*безопасным освещением*» сравнительно с освещением обычным американским или бакинским керосином (вспышку дают при нагревании от 20 до 30°, много что до 35° Ц), считаю полезным сообщить следующий, по возможности обстоятельный и краткий ответ.

Пожарная опасность обычного керосина находится в прямой и непосредственной связи с тою температурою, при которой керосин начинает выделять из себя пары в таком количестве, что они, смешиваясь с воздухом и придя в соприкосновение с горящим предметом, сами вспыхивают. Эта характерная для каждой осветительной жидкости температура называется *температурою вспышки*. Если в условиях освещения осветительная жидкость будет нагрета до температуры выше вспышки, то пожар или взрыв лампы могут легко наступить, потому что от горящей лампы огонь чрез посредство паров легко может тогда передаться во внутрь лампы, в ней может произойти взрыв, как это происходит, например, при соприкосновении с огнем смеси осветительного газа и воздуха, и после того даже и жидкость может загореться всею массою. Так как опыт показывает, что при комнатном горении керосина в лампах, даже жестяных, от жара светильни влитый в нее керосин обыкновенно нагревается не выше 35° Ц, если окружающая температура комнаты будет даже в 20° Ц, то за безопасный керосин многие нередко признают такой, которого вспышка выше 35° Ц. Считаю уместным упомянуть, что американский

---

* Письмо Д. И. Менделеева в правление Товарищества нефтяного производства. [*Прим. ред.*].

и русский керосин редко удовлетворяют и этому требованию. Но его необходимо повысить еще на несколько градусов, если идет речь об освещении действительно безопасном, потому что в действительности керосин в лампе может подвергаться нагреванию до температуры выше 35° Ц. Это может случиться особенно в условиях театров и тому подобных мест, где сразу горит много близко друг к другу стоящих ламп, это нагревание может происходить от близости печей и других источников нагревания, а также и в жаркое время года. Поэтому, так как температура в 40° Ц есть крайняя, при которой жизнь человека может итти еще нормально в обычных условиях, то лишь керосин, имеющий температуру вспышки выше 40° Ц, можно считать безопасным для обычного комнатного применения, для условий же таких, как в театрах, банях, рудниках и тому подобных закрытых помещениях, где температура может подниматься местами и выше 40° Ц, за крайний низший предел безопасности осветительного материала достаточно принять вспышку выше 50° Ц. Материалов такого рода не может доставить американская нефть в сколько-либо значительном количестве, а потому западноевропейские ученые считают назначение вспышки выше 50°, хотя и весьма желательным, но недостижимым.

Русская же нефть может легко доставить массу именно такую, с высокою вспышкою осветительного масла. Считаю здесь уместным указать на то, что в декабре 1882 г. в заседаниях Русского физико-химического общества и императорского Русского технического общества сообщено мною, что обыкновенная бакинская нефть, правильно технически переработанная и очищенная, может доставить вместо 20—30% опасного керосина 40—50% такого осветительного масла, которое я предложил назвать «*бакуолем*» и которое, представляя вспышку от 50—70° Ц, горит в обыкновенных лампах и доставляет освещение вполне безопасное и общедоступное по дешевизне и легкости распространения. Сверх того, в качестве члена и председателя Русского химического общества, считаю также уместным указать здесь на то, что в 1880 г. наше общество объявило конкурс, а в 1883 г. выдало премию за лампу для освещения тем нефтяным маслом, которое в научной литературе носит название «промежуточного нефтяного масла» (потому что оно гонится на заводах после керосина, но раньше смазочных масл) и которое ныне стали называть «пиронафтом». Это масло в высокой мере безопасно, потому что вспыхи-

вает лишь выше 100° Ц, обыкновенно при 120—130° Ц. Г-н Кумберг, известный ламповый заводчик в С.-Петербурге, получил за представленную им лампу[1] премию, сумму на которую пожертвовал В. И. Рагозин, а потому ныне возможно освещение таким высокобезопасным маслом, и нельзя не посоветовать фабрикантам, учредителям театров, бань и т. п. применять именно этот род освещения как самый надежный по отношению к пожарной безопасности.

Ввиду сказанного и вследствие личного моего знакомства с многими продуктами Кусковского (близ Москвы) завода товарищества Русско-американского нефтяного производства, считаю возможным причислить к числу безопасных для освещения только следующие четыре из производимых на заводе сортов осветительных нефтяных продуктов:

1) Тот высший сорт керосина, который имеет уд. вес от 0.82 до 0.83 (при 15° Ц) и температуру вспышки выше 40° Ц. Его можно назвать безопасным керосином для комнатного освещения.

2) Астралин уд. веса от 0.83 до 0.855 при 15° Ц, у которого вспышка выше 50° и обыкновенно выше 60°.

3) Бакуоль уд. веса около 0.845 при 15°, вспышка от 50° до 70° Ц.

4) Пиронафт, или промежуточное масло, уд. веса от 0.86 до 0.87 при 15°, вспышка от 100 до 130° Ц.

Профессор и. СПб. Университета *Менделеев.*

[1] На конкурсе было 7 родов ламп. Лампы г-на Снессарева и г-на Абрагама получили почетные отзывы и могут быть с успехом применены для освещения пиронафтом.

ДОПОЛНЕНИЯ К ТОМУ XV

„ЗНАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ“, МЕЛКИЕ ЗАМЕТКИ

Протоколы заседаний Совета и. С.-Петербургского университета за вторую половину 1875—1876 акад. года, № 14, СПб., 1877, стр. 34—35.

ЗАПИСКА

об ученых трудах экстраординарного профессора Н. А. Меншуткина

(Читанная в заседании Совета Университета 22 марта 1876 г.)

Н. А. Меншуткин, что ни год, то произведет научную работу или несколько, и все они представляют хороший, самостоятельный и стоящий большого труда вклад в сокровищницу органической химии, и преимущественно в историю азотистых соединений. С 1864 г. по сие время видна та же неутомимость и усидчивость. Общее направление в работах Н. А. Меншуткина последних лет заставляет ждать, что он когда-нибудь соберется изложить историю азотистых органических соединений по тому плану, какой проглядывает в его последних работах. Профессорская деятельность Н. А. Меншуткина выражается не одним чтением курсов и изданием руководства по аналитической химии, а состоит преимущественно в трудной и весьма хлопотливой роли руководителя первых работ студентов в химической лаборатории. Устройство нашего обширного аналитического отделения лаборатории все на его руках вот уже лет семь. С самого основания Русского Химического общества Николай Александрович — его секретарь и редактор его журнала. Такого-то деятельного ученого и профессора, каков Н. А. Меншуткин, имеет честь рекомендовать Факультет на освободившуюся вакансию.

При сем прилагается перечень трудов Н. А. Меншуткина, явившихся на французском и русском языках в Записках Парижской и С.-Петербургской Академий, в Химическом журнале и в виде отдельных книг.

1864 г. О бета-эритрине и о рациональных формулах некоторых веществ, выделенных из красильных лишаев.

1865 г. О действии хлористого ацетила на фосфористую кислоту.

1865 г. О солях ацетопирофосфорной кислоты.

1866 г. О действии треххлористого фосфора на спирты.

Последние три работы вошли в состав диссертации. «О водороде фосфористой кислоты, неспособном к металлическому замещению, при обыкновенных условиях для кислот.

1868 г. О действии циановокислого калия на амидокислоты и производные их.

1869 г. Различие амидных групп в гидантоиновой кислоте; классификации уреидов.

Последние две работы вошли в диссертацию: синтез и свойство уреидов.

1870 г. Заметка о монохлор- и моноиодацетамидах (вместе с М. Ермолаевым).

1871 г. Амиды и анилиды янтарной кислоты, их свойства и взаимные отношения.

Заметка о сукцинанилиде.

Аналитическая химия (первое издание).

1872 г. О меркурсукцинамиде.

1874 г. О солях парабановой кислоты.

Заметка об оксалуровокислом калии.

Аналитическая химия (второе издание).

1875 г. О диметилпарабоновой кислоте и сукцинциановых эфирах.

1876 г. О метил- и этилсукцинимиде.

О составе диалуровокислых солей.

О тартронаминовой кислоте.

Ординарные профессоры *Д. Менделеев* и *А. Бутлеров*

Протоколы заседаний Совета и. С.-Петербургского университета за первую половину 1880—1881 акад. года, № 23, СПб., 1881, стр. 35—37.

ЗАПИСКА

об ученых трудах экстраординарного профессора А. А. Иностранцева

[К журналу заседания Совета С.-Петербургского университета от 20 октября 1880 г.]

Когда, после смерти П. А. Пузыревского и Э. И. Гофмана, А. А. Иностранцев входил в число преподавателей нашего Факультета, за ним уже были научные труды, но главное влияние на выбор оказали отзывы покойного П. А. Пузыревского, который считал А. А. Иностранцева одним из талантливейших своих учеников. Теперь налицо оправдание выбора. Полезно узнать это в то время, когда ныне А. А. Иностранцев предложен нашим Факультетом на открывающуюся вакансию ординарного профессора.

Живое, учеников родящее чтение А. А. Иностранцева, теоретический и практический интерес его научных работ и плодотворное участие в жизни нашего университета видны в следующих фактах, не допускающих иного толкования, кроме славного для нашего товарища. Он умел привлечь к своей специальности много молодых сил, и они стали, под его руководством, полезными работниками. В. В. Докучаев, В. К. Златковский, П. Ф. Лушко, Н. С. Поляков, Г. П. Потанин, Е. И. Слупский, П. А. Соломин, А. П. Сперанский, М. С. Тарасов, П. Ф. Шмальгаузен, П. Н. Венюков, Н. А. Соколов, Н. В. Кудрявцев и т. д.— будут свидетельствовать своими работами, публикованными в первых 10 томах трудов Общества естествоиспытателей, о значении научной подготовки, получаемой ныне в нашем университете по кафедре А. А. Иностранцева. Замечу при этом, что все дело преподавания геологии, геогнозии и палеонтологии ведет он один.

Кроме многих наблюдений и обобщений, сделанных при многочисленных геологических поездках по России за 10 лет, последовавших после магистерской (Геогностическое строение западного берега Ладожского озера) и докторской (Геологические исследования на севере России, 1870) диссертаций, А. А. Иностранцев публиковал ряд разнообразнейших по содержанию и важных, по сделанным открытиям, исследований. Для доказательства достаточно сказать, что между ними находятся работы чисто химико-минералогического свойства, как об новом видоизменении углерода, чисто петрографические, как о способе исследования непрозрачных минералов, о микроскопической структуре лав, доломитов и т. п., затем чисто геологические, как те, которые касаются его изучений Везувия, Повенецкого уезда Олонецкой губернии, искусственного образования ледников и т. п., наконец, палеонтологические, как о плеченогих в песчанике Ояти, и даже почти чисто антропологические, как о человеке каменного века, найденном Александром Александровичем около Ладожского озера. Объективным показателем большого научного интереса этих работ, новости приемов и результатов, достигнутых работами Александра Александровича Иностранцева может служить то, что не за давность научно-трудовой жизни, а за выдающиеся качества работ — наш еще, сравнительно, молодой ученый избран почетным членом Московского общества любителей естествознания и антропологии, почетным членом Харьковского общества любителей естествознания и членом Филадельфийской Академии Наук. Те же отменные качества работ и работника сделали его имя в России столь известным, что к нему стали обращаться с различными практическими задачами геологического характера, как, например, о железных рудах Олонецкой губернии, о добыче воды для Ливадии, о железных рудах Орловской губернии, о многих вопросах городского хозяйства С.-Петербурга. В руках А. А. Иностранцева наука сплелась с жизнью. Еще на-днях он ездил на юг и там занялся исследованием вновь найденных медных руд.

Служба А. А. Иностранцева всемирной науке и потребностям отечества выразилась, сверх всех достоинств его трудов, еще одним памятником, который теперь принадлежит нашему университету. У нас за стеной, о-бок с залом Совета, геологический кабинет, родившийся на руках нашего сравнительно молодого сочлена и уже достигший того, что равного ему нет для познания геологии России. Коллекция

горных пород и окаменелостей, собранная в последние годы и приведенная в образцовый порядок, заключает не только много единственных в своем роде образцов, но и дает возможность сразу в одном месте сличить и сопоставить образцы русских геологических образований как между собою, так и с иностранными сродными образованиями. В последнее время наши азиатские путешественники, гг. Пржевальский, Пясецкий, Певцов, Фритче, Северцев и Потанин, снесли к А. А. Иностранцеву все свои геологические запасы (им нужны были его определения) и приумножили тем и без того замечательное богатство кабинета. Один труд—организации всего этого собрания, — по силам только человеку, преданному всей душой своему делу и по плечу только крупному ученому. Если в десять начальных лет своей деятельности при нашем университете А. А. Иностранцев успел уже так много сделать, нам остается только желать, чтобы деятельность его продолжалась для пользы студентам, науке, изучению отечества и развитию в нем рудного дела. Их польза и есть ведь университетская.

Орд. проф. *Д. Менделеев.*

Протоколы заседаний Совета и С.-Петербургского университета за первую половину 1883—1884 акад. года, СПб., 1885, № 30, стр. 52—58.

ЗАПИСКА

об ученых трудах приват-доцента по физической географии А. И. Воейкова

В число самостоятельных кафедр Физико-математического факультета новый, то есть 1883 года, устав ввел кафедру физической географии. Долгое время ее занимал у нас Р. Э. Ленц, а с 1880 года, когда он вышел от нас, она остается незанятою, и чтения по ней ведутся с тех пор приват-доцентами.

Да и Роберт Эмилиевич читал не один этот предмет, а также и части чистой физики, потому что за то время кафедра этого основного предмета была обставлена лишь одною профессурою, тогда как ныне на ней два профессора (Ф. Ф. Петрушевский и П. П. Фан-дер-Флит). Можно подумать, что такое невыполнение устава, давшего научно-новую самостоятельную жизнь университетам, определялось тем, что Факультет и Совет находили возможным обратить на другой предмет имевшееся штатное место, или же можно думать, что долгое незамещение кафедры определялось отсутствием соответственных достойных знатоков дела. Оба такие предположения, однако, не отвечают действительности. Блестящие успехи в точном знании океанов и атмосферы делают ныне уже невозможным получение полного естественно-исторического и физико-математического образования без подробного изучения таких частей физической географии, каковы гидрология и метеорология, занимающие место, равное геологии, — она учит о твердой массе земли, а не об жидких и газообразных ее частях. А потому Факультет постоянно заботился о том, чтобы предметы эти были излагаемы слушателям в надлежащей подробности, соответствующей задачам высшего образования. И мы были счастливы, найдя в 1880 году такого прекрасного знатока предмета, каков г. Клоссовский, но могли предложить ему

пока не более как приват-доцентуру, а потом скоро должны были видеть с сожалением, что он удалился от нас, приняв профессуру в Одессе. Но почему же, спросите, ушел он так скоро от нас, зная, что все мы высоко ценили его знания и таланты? Почему же он не подождал открытия штатного места, уверенный по массе примеров, что в нашем университете таланты и труд научные суть единственные и верные аргументы возможного движения по степеням профессорства? Причина станет понятною для всех, когда узнают, что за то время также приват-доцентом поступил к нам Александр Иванович Воейков, а с ним г. Клоссовский, как знаем мы, его друзья, считал неподходящим конкурировать. Он принял предлагавшееся место в Одессе потому собственно, что имя Воейкова высоко уважается всяким истинным современным знатоком физической географии и метеорологии. Чтобы ясно демонстрировать это еще другим способом, считаю возможным высказать здесь то, что слышал в Риме на международном Метеорологическом конгрессе, где имел честь быть представителем нашего университета. Меня, не метеоролога по профессии, спрашивали не раз съехавшиеся в Рим корифеи этой науки: почему дело русской метеорологии, после смерти академика Купфера, не было передано в руки Воейкова, как общеизвестного знатока предмета? На такой совершенно естественный вопрос я не считал возможным ответить. Полагаю затем необходимым, сколько позволяет мое знакомство с предметом, объяснить причину такой известности А. И. Воейкова, как выдающегося русского ученого по метеорологии и гидрологии. Эти две области науки двинулись на новый путь во второй половине нашего века. Начинателями должно считать американца Мори, голландца Бейс-Баллота и шотландца Букана. До них, так сказать — для них, для абстрактных законов движения на земле масс воды и воздуха собирался долго кропотливый материал — природной статистики. Люди покорялись числу — были его рабами, выводили среднее, изучали частности, как до Кеплера делали в астрономии. Теперь стали понемногу обладать, синтезировать, предсказывать, прорезали в воде океанов новые пути торговле, вывесили новые флаги, предупреждающие бури, вперед открыли ветры, господствующие на недосягаемых высотах, течения на дне океанов. Указанные лица, охватив пассивную статистику метеорологии, придали общими законами всему предмету новое освещение, новый интерес. Ныне только дряхлеющее не при-

знает их. Не так было еще двадцать лет тому назад. Новаторов почти не признавали, их исследования считали чуть ли не популярным развлечением, а истинное дело науки полагали в сборе и своде фактов, как будто телу науки не надо души, как будто факт без отвлечения может образовать живой и деятельный организм науки. Воейков один из первых смолоду встал в ряды новых метеорологов. Природный талант сразу показал ему, где, с кем искать истину. Он с 1865 года, когда докторировал в Геттингене по метеорологической диссертации «об освещении (инсоляции) и лучеиспускании», все время работал именно по разным современным сторонам вопросов метеорологии и гидрологии. Список этих работ Воейкова помещен в приложении к моей записке. Первые труды Воейкова печатались в известиях императорского Русского Географического общества и в Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie. Дожди и грозы в зависимости от ветров России были главным предметом этих начальных трудов Воейкова. Тогда он уже успел не только объехать главные центры научного знания в Европе, но изучить на месте климат многих краев России. Так, еще в 1870 г. он объехал Кавказ и Каспийское море. Будучи же секретарем Метеорологической комиссии Географического общества, Воейков имел в руках массу сырого материала, собиравшегося в России. Он обработал и публиковал многие его части. Укажу только на один пример из работ этой категории, но лишь потому, что мне еще многое надо сказать впереди. В статье 1871 года (№ 54 в списке) «Barometrische Amplituden und Sturmbahnen auf dem älteren Continent» Воейков доказывает высоту и большое постоянство больших барометрических давлений в Восточной Сибири зимою, а это важно само по себе уже потому, что вся новая метеорология обосновалась на необходимости признания воздушных токов из мест большего давления в места с меньшим барометрическим давлением. Кроме того, на основании собранного материала климатологического свойства, Воейков заключил в этой статье, что Иркутск лежит выше над уровнем моря, чем считали до тех пор. Сделав соответственные гипотезы, Воейков даже определил его высоту примерно 1481 фут над уровнем моря. Сибирская нивелировка впоследствии подтвердила это число блестящим образом, найдя в действительности высоту 1503 фута, т. е. разность всего в сажени на 215 сажен. Это одно из блестящих, едва ли где-либо еще столь точно выполненных определений высоты при помощи метео-

рологических наблюдений в столь большом удалении от других уже нивелированных пунктов. Мне невозможно входить в другие подобные подробности обладания предметом и знания русских частностей, показанных Воейковым в его первых трудах, давших ему уже почетную известность. Надо еще указать, что среди них находятся и такие труды, как «О пассатах, [о] тропических климатах» (1872 г., в списке означено под № 60), которые указали уже всем специалистам, что от Воейкова должно ждать не одного изучения метеорологии России, но и новых общих вкладов в науку об атмосферных явлениях всего земного шара.

Дальнейшие труды Александра Ивановича ответили этим ожиданиям, не по случайности, а по особой его настойчивости, потому что он сознательно пошел на дело личного ознакомления с разнообразными климатами земли. Обширность нашей страны невольно расширяет взгляд людей, ее изучающих. С 1873 года Воейков совершил много далеких путешествий, чтобы узнать и испытать все типы климатов земли. 1873 год он провел в Северо-Американских Соединенных Штатах от Скалистых гор на западе до устьев Миссисипи на юге. В 1874 году он путешествует в Мексике и Гватемале, вдоль по западному берегу Америки, в Андах, в Чили и через Магелланов пролив едет в Монтевидео и Бразилию. Здесь его постигает болезнь, и он возвращается в Нью-Йорк. Там он кончает капитальный труд, начатый Коффином, остановившийся за его смертью и составляющий прямое продолжение работ Мори. Это трактат «Ветры земного шара» (Wind of the globe), сочинение, изданное знаменитым Смитсонианским институтом. В 1875 году Воейков уже в Индии и видит другие части тропиков. Проехав до марта Британскую Индию, он едет на Яву, затем через Гон-Конг в Японию. Конец года он посвящает изучению части этой страны, путешествуя и на сей раз не как турист, а как ученый, чему доказательства хранятся в анналах географии. Так, в Японии он измерил более 400 пунктов барометрически и дал картину климата ее островов. Таковы же и путешествия Воейкова в Америке. Так под № 102 в прилагаемом списке указана статья «Petermans Mittheilungen», содержащая описание его путешествия в Юкатан, а под № 103 помещено его «Reise von Oaxaca über Saconusco nach Guatemala». Места эти до тех пор мало кем посещались и научно не были обследованы. С 1878 года Воейков путешествовал и работал в России и с 1881 г. вступил приват-доцентом в наш университет.

Объёзжая земной шар, Воейков только попутно производил географические этюды, а цель была давняя, твердая и ясная: собрать и разобрать по новым началам науки данные о движениях вод и воздуха повсюду, чтобы охватить картину целого, весь круговорот воздушного океана, разносящего при своем движении тропические и полярные части атмосферы, влагу и тепло, сухость и холод по всей земной поверхности. Эту общую картину движений атмосферы дал Воейков впервые в особом сочинении «Die atmosphärische Circulation» 1874 г. Это не один общий обзор, это на новых началах основанный самостоятельный разбор частностей. Так, здесь установлено, например, новое понятие о большой оси европейского материка зимою, откуда давления уменьшаются, как на север, так и на юг, что принято с тех пор всеми. Здесь дан и общий свод сведений о круговороте в атмосфере всего земного шара. Ветер ведь несет с собой в новые страны данные условия, и где он начинается и чем кончается, «откуда и куда» несется эта туча, не может быть ясно иначе, как при охвате с высоты обобщения всей земли. Надо думать, что в печатаемом ныне обширном труде Воейкова «Климаты земного шара» общие его выводы и частное его знакомство с климатами всяких поясов земли явится в таком общем целом, к которому едва ли кто другой столь хорошо подготовлен эрудициею и путешествиями, как Александр Иванович. Стоит познакомиться с новейшими его статьями, перечисленными в прилагаемом списке, чтобы в этом убедиться. Так, в статье 1882 г., означенной в списке под № 85, Воейков, говоря о климате южного полушария, доказывает, что он холоднее северного, в противность Хану и другим, в статье же под № 109 устанавливает новые понятия о климате экватора и т. д. Это не моя личная уверенность в том, что Воейков разобрал дело климата не одной России, благодаря запасу у него в руках находящихся данных и благодаря его талантам. Вот, например, тот же австриец Хан (Hann), имя которого только что упомянуто и который справедливо считается давно одним из лучших знатоков метеорологии, в VIII томе Geographisches Jahrbuch, реферируя статью Воейкова о климате Соединенных Штатов (см. список № 77), говорит о том, что всякий, желающий получить основательное понятие о климате Северо-Американских Соединенных Штатов, обязан осведомиться о том в статье Воейкова.

Позвольте же мне надеяться, что теперь станет понятным, почему один из лучших наших метеорологов,

А. В. Клоссовский, устраняется сам от конкуренции с Воейковым, почему мне предлагают в Риме вопрос, на который нельзя отвечать, почему Воейкову дают золотые медали? Они не возвратят, однако, ему целого состояния, затраченного на десятки лет научных трудов и кругосветных путешествий, почему императорское Русское Географическое общество назначает его председателем своей постоянной Метеорологической комиссии, почему Британское Метеорологическое и другие общества избирают его своим почетным членом и, наконец, почему физико-математический факультет имеет честь предложить Совету на свободную ныне штатную вакансию А. И. Воейкова, почетного доктора Московского университета — доцентом по кафедре физической географии и метеорологии.

При сем прилагается список более ста сочинений А. И. Воейкова, изданных отдельно (А) и помещенных в специальных журналах (В).

[23 апреля 1884 г.] Профессор *Д. Менделеев.*

Протоколы заседаний Совета имп. С.-Петербургского университета за вторую половину 1874/75 акад. года, № 12, СПб., 1875, стр. 49—51.

ЗАПИСКА

об ученых трудах ординарного профессора С.-Петербургского университета по кафедре агрономии А. В. Советова

Между предметами разряда естественных наук в нашем университете есть только один прямо практический, прикладной и необязательный, это сельское хозяйство. Кафедру эту занимает А. В. Советов с 1859 г. и ныне, за выслугою 25 лет, он подлежит новому нашему избранию. Другой уставом определенный, необязательный прикладной предмет нашего разряда, техническую химию, заменила у нас, по определению Совета, теоретическая химия. Не случайно произошло это, а оттого, во-первых, что у нас нет важнее прикладной науки, как земледелие, и, во-вторых, оттого, что мы имеем авторитетного представителя ее, которого в свое время наш университет отнял у специальных земледельческих институтов и у других университетов. Для чтения необязательного предмета необходимы особые таланты, чтобы привлечь к этим чтениям слушателей, и без того заваленных множеством занятий в аудиториях, лабораториях и кабинетах. У г-на Советова, несомненно, есть эти особые таланты, потому что его аудитория всегда полна. Мы знаем много студентов, поступающих на наш разряд с целью заниматься потом земледелием, запасшись теоретическою подготовкою нашего разряда и воспользовавшись лекциями А. В. Советова. Их содержание получает живое значение, конечно, не от одной обширной эрудиции и ловкости рассказа, но от того, что личная практическая подготовка, почерпнутая А. В. Советовым в годы изучения остзейского, немецкого, бельгийского и среднерусского хозяйства, дала лектору то мерило, которое необходимо при оценке разноречивых и часто абстрактных сельскохозяйственных гипотез

и построений. Схоластические, если можно так выразиться, сельскохозяйственные системы, столь много стоившие их чистым последователям, говорю по личному опыту, А. В. Советов всегда разбирал по их достоинству, и оттого хозяева-практики оценили самостоятельные труды и разнообразные издания нашего профессора. Книги Советова раскупаются массами, начиная с его «Разведения кормовых трав», «Систем земледелия» и кончая такими практическими, частью оригинальными и частью переводными книгами, как то: «Сельское хозяйство» Пабста с дополнениями «О русском хозяйстве»; «О разведении свиней»; «О навозах» (Жирардена); «О земледелии для некоторых хозяев» (Бертранца) и многие другие. Имя Советова на сельскохозяйственной книге — порука хозяину, что книга дельная, полезная. Вышеупомянутое сочинение Советова «О разведении кормовых трав» с 1859 г. недаром разошлось в трех изданиях. То значение, какое А. В. Советов имеет в среде русских сельских хозяев, видно и в том, что он давно и бессменно председательствует в том отделении императорского Вольного экономического общества, которое занимается сельским хозяйством и где это общество заявляет себя более, чем в других отделениях, и в том, что он редактирует старейший сельскохозяйственный журнал «Труды Вольного экономического общества», и в том, что его же избирают секретарем Петербургского собрания сельских хозяев, где он ежегодно резюмирует успехи сельского хозяйства за прошедший год, и в том, что его же зовут во всякие комитеты по сельскохозяйственным вопросам. Он, по моему мнению, недаром единственный в России доктор сельского хозяйства.

Права А. В. Советова на такое исключительное положение признаются слушателями, товарищами по факультету, массою русских сельских хозяев и петербургскими их представителями, и потому в прямых интересах нашего университета удержать еще и еще такого профессора.

Профессор *Д. Менделеев.*

ДОПОЛНЕНИЯ К ТОМУ XXII

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Центральный Государственный исторический архив в Ленинграде, фонд 28, оп. 1, д. 193, л. 2.

3 марта 1894 г.
№ 30

Милостивый государь,

Степан Осипович!*

На письмо вашего превосходительства, касающееся истинного отношения между русскими и французскими единицами измерений, имею честь известить, что отношения сии ныне известны с точностью лишь до стотысячных, а именно суть следующие:

1 русский фунт — 0.409513 ± 0.000003 кг.[1]

1 русский (или английский) фут — 0.304798 ± 0.000004 м.[2]

В пределах здесь указанных (под знаком ±) погрешностей числа прилагаемых таблиц, изданных Министерством финансов (1891 г.), могут считаться достоверными, т. е. первые пять цифр различных отношений, в них указанных, должно считать верными. Верность 6-й цифры (т. е. миллионных долей) ныне пока еще сомнительна, но должно надеяться, что ее истинное значение будет установлено с должною точностью работами, предпринятыми в Главной Палате мер и весов.

Прошу, ваше превосходительство, принять уверение в совершенном почтении и готовности к услугам.

Д. Менделеев.

---

* С. О. Макаров. [*Прим. ред.*].

[1] Т. е. 1 русский фунт весит от 409.510 г до 409.516 г. Разность в 3 мг за 50 лет сему назад, когда определено отношение, была близка к пределу точности, ныне же можно определять точно сотые миллиграмма.

[2] Так, по Кетеру, 1 м — 39.37079 дюйма, а по Титману — 39.36980 дюйма, — разности в миллионных.

Центральный Государственный исторический архив в Ленинграде, фонд 28, оп. 1, д. 184, л. 5.

16 марта 1894 г.
№ 40

Его превосходительству В. И. Ковалевскому

М. г.,

Владимир Иванович!*

Считая приложенный при письме вашего пр[евосходительст]ва от 12 марта за № 3622 проект международной конвенции относительно электрических единиц, присланный французским посланником при письме от 22 ноября 1893 г., совершенно удовлетворяющим современным требованиям и нуждам электротехники, вообще полезным, имею честь сообщить, с возвращением приложений, что, по моему мнению, российское правит[ельст]во имеет полное основание присоединиться к международному соглашению, выраженному текстом конвенции, изложенным в деле на французском языке.

Примите, ваше пр[евосходительст]во, уверение в совершенном почтении и готовности к услугам

Д. Менделеев.

---

* В. И. Ковалевский — директор Департамента торговли и мануфактур. [*Прим. ред.*].

Центральный Государственный исторический архив в Ленинграде, фонд 28, оп. 1, д. 198, л. 10.

17 декабря 1894 г.
№ 202

В Д[епартамен]т торг[овли] и мануфактур

Главная Палата мер и весов, возвращая при сем прошение уполномоченных общества крестьян села Павлова Горбатовского уезда по кустарным делам Ф. М. Варыпаева и А. Г. Штанге, считает со своей стороны желательным учреждение в с. Павлове выверочного отделения для поверки и клеймения весовых коромысл, но только с тем, чтобы лицу, которому будет поручено настоящее дело, даны были средства для приезда в Петербург в Главную Палату для ознакомления со способами выверки мер и весов, и только после надлежащего экзамена было ему предоставлено место выверки в селе Павлове, так как только при таких требованиях, по мнению П[алат]ы, возможно упорядочение выверки мер и весов в России.

Об изложенном П[ала]та имеет честь донести Д[епартамен]ту мануфактур.

Управляющий Главною Палатою мер и весов

Д. Менделеев.

Центральный Государственный исторический архив в Ленинграде, фонд 28, оп. 1, д. 203, л. 7.

14 июня 1895 г.
№ 103

В Департамент Министерства народного просвещения

В ответ на отношение от 16 мая с. г. за № 10555 имею честь уведомить Министерство народного просвещения, что вследствие ходатайства моего г. министр финансов разрешил приобрести от Международного к[омите]та мер и весов концевой платино-иридиевый метр и потребную для уплаты за него сумму денег в количестве 10 087 франков внести в смету Д[епартамен]та торг[овли] и мануф[актур] на 1896 г.

Управляющий Главною Палатою мер и весов

Д. Менделеев.

Рукопись хранится в Музее им. Д. И. Менделеева Всесоюзного Научно-исследовательского института метрологии им. Д. И. Менделеева.

*В Департамент торговли и мануфактур.**

Между обязанностями, возложенными положением (пункт 2-а) на Главную Палату мер и весов, требуется «установление, с утверждения министра финансов, наибольшей погрешности, допускаемой в образцовых мерах, служащих для текущих поверок, как в Главной Палате, так и в губернских и областных поверочных учреждениях, а также наибольшей погрешности, допускаемой в мерах торговых».

В указанном отношении, принимая во внимание предположения совещания, созванного в январе 1896 г. при Де[партаменте] тор[говли] и мануф[актур], взять в ведомство казенных палат местную поверку торговых мер и весов, имею честь представить на утверждение его высокопревосходительства министра финансов следующие основные положения.

1. В образцовых нарезных и концевых мерах длины, служащих для поверок, производимых в Главной Палате, допускаются, при узаконенной нормальной температуре, следующие погрешности в расстоянии тех концов, по коим производится измерение:

	В копиях, служащих для обычных сличений	В основных прототипах
а) При длине меры в 1 аршин и менее	± 0.0005 дюйма	Достигается вся возможная ныне точность изготовления
б) При длине меры более 1 аршина до 1 сажени	± 0.0010 дюйма	
в) При длине меры более 1 сажени	± 0.0100 дюйма	

Примечание 1. Основные прототипы длины сопровождаются термометрами, выверенными по шкале водородного термометра с точностью до 0.01° Р. Копии мер длины сопровождаются такими же своими термометрами, выверенными с точностью до 0.02° Р.

---

* Рукопись, написанная неразборчиво, прочитана А. В. Скворцовым, заведующим Музея. [*Прим. ред.*].

Примечание 2. Выверка основных прототипов аршина доводится до той степени точности, какая допускается современным состоянием компарационных измерений, и во всяком случае вероятная погрешность выверки должна быть не более ±0.0001 дюйма. Выверка основных копий и их подразделений, применяемых в Главной Палате, должна быть доводима до точности по крайней мере ±0.0002 дюйма.

Примечание 3. Для основных прототипов аршина должен быть известен коэффициент расширения при нагревании от 0 до +30° Р, с точностью по крайней мере ±0.000002 на 1° Р. Для копий, подразделений и других мер длины, применяемых при сличениях, по крайней мере до ±0.000005 на 1° Р.

Примечание 4. Температурные и другие поправки, относящиеся к мерам длины и к их компарированию, должны быть вводимы при всех сличениях мер длины, производимых в Главной Палате, с тем, чтобы результаты всяких сличений мер длины, производимых Палатою, представляли при нормальной температуре погрешности, не превосходящие вышеуказанные пределы.

2. А) В образцовых нарезных мерах длины, служащих для текущих поверок в губернских и областных поверочных учреждениях, допускаются, при толщине делений от 0.008 до 0.0040 дюйма, следующие наибольшие погрешности в нанесении делений для нормальной температуры:

а) для мер длиною в 1 аршин и менее	±0.001	дюйма,
б) » » » более 1 аршина до 1 сажени	±0.002	»
в) » » » более 1 сажени	±0.020	»

Б) В образцовых концевых мерах длины, служащих для текущ[их] поверок в губернских и областных поверочных учреждениях, допускается погрешность в три раза бо́льшая, чем вышеуказанная (пункт 2-й) для концевых мер.

Примечание 1. Губернские и областные поверочные учреждения, применяя образцовые меры, принимают в расчет те поправки опыта, которые будут указаны Главною Палатою мер и весов, которая обязана возобновлять свои определения указанных мер каждые пять лет, для чего в губернских и областных учреждениях имеется двойной комплект образцовых мер длины, один из коих служит для поверок и по истечении $2^1/_2$ лет высылается для новой выверки в Главную Палату, которая обратно высылает присланн[ые] меры не позже как чрез 2 месяца после получения доставленных ей мер.

Примечание 2. Если в губернских или областных учреждени[ях] окажется случайная порча одной из образцовых мер, оная немедлен[но] отсылается в Главную Палату мер и весов для возобновления. Если в Главной Палате окажется, что присланная ей для новой выверки мера не отвечает условиям требуемой точности, она также возобновляется и новая мера высылается не позже как по истечении 6 месяцев после получения испорченной.

Примечание 3. Изготовление образцовых мер длины для губернских и областных повероч[ных] учреждений возлагается на Главную Палату, которая или изготовляет таковые меры в собственной мастерской или заказывает их у соответственных мастеров на средства, особо для сего отпущенные Главной Палате.

Примечание 4. Губернские и областные поверочные учреждения снабжают уездные и сельские поверочные учреждения, в случае их устройства, выверенными образцовыми мерами на счет местных средств и озабочиваются об повторении их поверки, руководясь допусками, означенными в пунк[тах] 2 и 3. Такие меры могут поступить в Главную Палату для поверки, но тогда оные поступают в очередь частных мер, выверяемых Палатою, и оплачиваются по установленной таксе.

Примечание 5. Образцовые меры длины, назначаемые для губерн[ских] и обл[астных] пов[ерочных] учрежд[ений], при выверке в Главной Палате снабжаются не только клеймом и узаконенным свидетельством, но и нарезною надписью, означающею год выверки, место назначения меры и поправку, которую при нормальной температуре представляет данная мера длины.

Примечание 6. В кажд[ом] губернском пове[рочном] учр[еждении] имеются по крайней мере следующие нарезные меры:

а) 2 аршина латунных с подразделениями на вершки,
б) 2 аршина стальных с подразделениями на вершки,
в) 2 фута медных с подразделениями на дюймы,
г) 2 сажени стальных с подразделениями на аршины,

и следующие концевые меры:

д) 2 сажени деревянных с подразделениями на футы,
е) 2 сажени стальные с подразделениями на сотые сажени,
ж) 2 аршина стальных с подразделениями на вершки,
з) 2 аршина деревянных с подразделениями на дюймы.

3. А) В торговых нарезных мерах длины допускается следующая мера погрешности:

а) при общей длине меры в 1 аршин и менее для конечных точек	± 0.05 дюйма на всю меру
б) при общей длине меры от 1 арш[ина] до 1 сажени	± 0.05 д[юйма] на каждый аршин
в) для землемерных цепей и тому подобных мер длиною в 5 сажен и более	± 0.5 дюйма на всю меру
г) для подразделений, находящихся на мерах длины, допускается в два раза бо́льшая погрешность, чем для конечных точек.	

Б) В торговых концевых мерах длины допускается погрешность в длине конечных расстояний, в три раза превосходящая вышеозначенную (А).

Примечание 1. Если при поверке в гу[бернских] или обл[астных] пов[ерочных] учреждениях] торговых мер длины окажется погрешность более вышеуказанной, то меры возвращаются для исправления с наложением особого штемпеля, который уничтожается после исправления. Денежный взнос, уплаченный при представлении меры для выверки, ни в каком случае возврату не подлежит.

4. Для образцовых гирь разных материалов, применяемых в Главной Палате, допускаются погрешности изготовления:

	Для копий, служ[ащих] для обыч[ных] сличений	Для основных прототипов
а) Для гирь, весящих в пустоте менее 1 фунта	± 0.03 доли	Достигается вся возможная ныне точность изготовления
б) Для гирь, весящих в пустоте 1 фунт	± 0.02 »	
в) Для гирь, весящих в пустоте более 1 ф[унта] и менее 1 пуд[а]	± 0.05 »	
г) Для гирь, весящих в пустоте более 1 пуда	± 0.10 »	

Примечание 1. Для того чтобы приведение веса образцовых гирь, применяемых в Гл[авной] Палате, к пустоте производилось с надлежащею точностью, для каждой из оных должен быть известен объем с точностью по крайней мере до $^1/_{1000}$ и при каждом взвешивании вес оного объема воздуха с тою же степенью точности, если сличение производится для определения веса гирь иной плотности.

Примечание 2. При пользовании образцовыми гирями вводятся все поправки, необходимые для определения истинного веса в пустоте.

5. Для образцовых гирь, применяемых в губернских и областных поверочных учреждениях, допускаются погрешности, в два раза превосходящие те, которые указаны в предшествующем пункте, и вес таких гирь определяется по отношению к пустоте.

Примечание 1. Правила, указанные в 1, 2, 3 и 4-м примечаниях к пункту 2-му, прилагаются и к гирям, служащим образцовыми в губер[нских] и област[ных] поверочных учреждениях.

Примечание 2. Для губ[ернских] и обл[астных] повероч[ных] учреждений заготовляются Главною Палатою в двух образцах три рода гирь: а) особый образцовый фунт из бронзы цилиндрической формы, служащий исключительно для главных исходных сличений губернскому или областному учреждению; такие гири как основные прототипы имеют истинный вес в пустоте; б) бронзовые гири с головками, представляющие истинный вес в обычном комнатном воздухе, имеющем относительный вес 0.0012, служащие в губ[ернских] и обл[астных] поверочных учреждениях для выверки торговых медных (латунных, бронзовых) гирь, и в) стальные гири с головками, служащие для сличений с чугунными, железными и стальными гирями, представляемыми в губ[ернские] и об[ластные] повер[очные] учреждения и представляющие истинный вес в воздухе, имею[щем] плотность 0.0012.

Примечание 3. При сличении торговых гирь губерн[ские] и област[ные] повер[очные] учреждения, применяя соответственно бронзовые или стальные гири, не производят поправок на взвешивание в воздухе.

6. В торговых гирях допускаются неточности, не превосходящие истинного веса, коему отвечают в воздухе:

а) гир весом менее 1 золотника	± 0.2 доли на гирю
б) » » от 1 зо[лотника], но менее 1 фунта	± 1 доля на гирю.

в) гири весом от 1 ф[унта], но менее 1 пуда .	±2 доли на каждый 1 фунт
г) » » от 1 пуда и более	±80 долей на каждый 1 пуд

7. Для торговых мер емкости сыпучих и жидких тел допускаются при выверке погрешности следующего размера, выражая оные погрешностью в весе вмещающейся воды при нормальной температуре:

Для мер, назначенных для жидких тел . .	±3 золотника воды на ведро и пропорционально сему на все иные меры
Для мер сыпучих веществ	±6 золотников воды на четверть и пропорционально сему на все иные меры.

Примечание. Для торговых мер, назначенных для определения жидких и сыпучих тел, допускается естественное изнашивание, зависящее от применения оных, в размере, в два раза превосходящем вышеуказанные допуски, но при новой периодической выверке означенных мер оные должны иметь вышеуказанную точность, иначе не подлежат штемпелеванию.

8. Образцовые меры емкости для жидких и сыпучих тел, назначенные для губернских и областных поверочных учреждений, должны иметь погрешность в 6 раз меньшую, чем означенная в предшествующем пункте.

Примечание. Сказанное в примечаниях 1, 2, 3 и 4 пункта 2 прилагается и к мерам емкости, которыми снабжаются губернские и областные поверочные учреждения.

9. Образцовые меры емкости для жидких и сыпучих тел, применяемые для поверки в Главной Палате, должны представлять всю ту меру точности, какая доступна при практическом изготовлении сих мер.

[1896 г.] *Д. Менделеев.*

Рукопись хранится в Музее им. Д. И. Менделеева Всесоюзного Научно-исследовательского института метрологии им. Д. И. Менделеева.

В деп[артамент] тор[говли] и ман[уфактур] *

Имея в виду, что, по мнению Совещания, состоявшегося при Деп[артаменте] тор[говли] и мануф[актур], выверку мер и весов, обращающихся в ежедневной практике, предположено сосредоточить в особых поверочных учреждениях, состоящих при губернских и областных Казенных Палатах, причем в особом совещании обсуждались и безубыточные для казны размеры платы, долженствующей собираться (за поверку) с вновь выпускаемых в продажу торговых мер и весов, равно как и за периодически повторяемую выверку в тех же губернских учреждениях, — считаю долгом обратить внимание на следующие стороны предмета.

1) Если, как предположено, периодическая поверка всех торговых мер и весов будет производиться чрез 3 года, очевидно, что число вновь выверяемых ежегодно мер и весов будет огромно и составит примерно (вместе с вновь производимыми) около половины всех имеющихся в империи мер и весов. При том размере таксы за поверку, какая предположена совещанием и соответствует примеру других стран, сбор этот составит источник казенных доходов, в общем, вероятно, достаточный для покрытия всех расходов, сопряженных с учреждением губернских и областных поверочных учреждений, тем более, что число фабрик, заводов, станций, торговых мест и т. п. заведений, долженствующих периодически возобновлять поверку, постоянно возрастает. Это соображение необходимо иметь в виду при тех неизбежных расходах, которые предстоят при обзаводстве казенными местными поверочными учреждениями, при их содер-

---

* Рукопись, написанная неразборчиво, прочитана А. В. Скворцовым, заведующим Музеем. [*Прим. ред.*].

жании и при ассигновании новых средств для расширяющихся обязанностей Главной Палаты.

2) Главная Палата, по положению об оной, пункт 2-в, должна заняться изготовлением точных копий с основных образцов, [которые] служат областным и губернским поверочным учреждениям, и периодической поверкою оных. Чтобы выполнить такую обязанность, необходимо своевременное ассигнование Главной Палате соответственных средств, ибо в суммах, отпущенных по штату для сего предмета, не могло быть ранее сего места по той причине, что местные поверочные учреждения состоят в ведомстве Министерства внутренних дел. Что касается до средств, потребных Палате для снабжения губернских и областных повероч[ных] учреждений, то они зависят прежде всего от числа предполагаемых учреждений, а, во-вторых, от быстроты, с которою будет произведено учреждение губернских и областных местных поверочных контор.

3) Губернские поверочные учреждения должны быть снабжены, во-первых, образцовыми мерами всех родов (длины, веса, емкости жидкости и емкости сыпучих тел), во-вторых, приборами, служащими для поверок. А так как поверок предстоит очень много и все образцы и приборы подлежат естественному изнашиванию и случайностям порчи, то я полагаю, что большая часть снабжений должна быть по крайней мере в двойном комплекте, который совершенно необходим ввиду того, что образцы должны, по сущности дела и по положению о Главной Палате, в ней периодически вновь выверяться, для чего будут отсылаемы в Палату, и в это время необходимо будет пользоваться другим экземпляром образцов, чтобы не происходило задержки в выверке торговых мер и весов. Что же касается до поверочных приборов, то опыт показывает, что чем деликатнее измерительный прибор, тем чаще с ним могут случаться обстоятельства, требующие починки опытными мастерами, что приводит к необходимости иметь по крайней мере двойное количество поверочных приборов в каждом местном учреждении.

4) Но, прежде чем приступить к заказу или к изготовлению в своей мастерской образцов и приборов для местных поверочных учреждений, когда будут отпущены необходимые на то средства, Главная Палата необходимо должна остановиться на выборе соответственных делу форм как образцов, так и приборов для местных поверочных учреждений. Для этой цели должно испытать на деле разные

формы образцов и приборов. Палата как учреждение новое, занимающееся доныне преимущественно возобновлением прототипов, должна была по сущности самого дела сосредоточить все свои силы и средства на снабжении этого учреждения необходимейшими образцами и приборами. Так, например, мы обзавелись весами необходимой наибольшей точности, но не имели возможности приобретать разные образцы весов, пригодных для губернских поверочных учреждений, где не требуется точность Палаты, но где зато требуется простота и прочность. Так и во всем ином, начиная с гирь и мер длины. Приступая к заказу образцов и приборов на многие губернские учреждения, необходимо остановиться на соответствующих формах, а для этого испытать многие из существующих или имеющихся в виду, чтобы не предъявить требований, недостижимо трудных или недостаточно испытанных. Для того чтобы в этом отношении не произошло задержки или, что того хуже, — случайности, определяемой излишнею поспешностью, необходимо ныне же выставить на вид, что течение сложнейших и основных дел по возобновлению прототипов и по устройству самой Палаты занимает ныне всех служащих в Палате (их, кроме меня, 3 инспектора, 1 поверитель, 1 механик и 3 лаборанта — всего 8 человек, из коих один или два заняты текущими поверками [поступающими от] посторонних [ведомств] и лиц, 2 при постоянных взвешиваниях, 2 при термометрии и близких к ней работах и остальные при компараторе), а потому изучение (а оно должно быть полным, чтобы быть по возможности правильным) новых разных образцов и приборов, и особенно установление их заказа не может быть быстро выполнено Палатою без остановки текущих основных ее дел, а потому потребует новых лиц, тем более необходимых, что одно лицо (инспектор) должно быть в поездках в разные места России, чтобы новое дело могло быть согласовано с текущим положением вещей. Поэтому уже ради возможности скорого начинания в деле снабжения местных учреждений, считаю необходимым усилить состав лиц Главной Палаты и снабдить ее средствами для заказа и выполнения соответственных приборов и образцов. При сем считаю долгом обратить внимание на следующее соображение.

Современное положение вещей требует, чтобы точность мер и весов, в торговле применяемых, была достаточно велика. Очевидно, что местные поверочные учреждения, назначенные заботиться о сем, должны быть сами обставлены

лучшими, чем торговля, и точнейшими образцами и приборами. Главная же Палата, долженствующая заботиться о соблюдении точности в сих местных поверочных учреждениях, должна, очевидно, сделать все необходимое для достижения всей возможной в современности точности. Если в торговле нельзя допустить фунт, у коего погрешность более 1 доли, то в местном поверочном учреждении необходимо требовать точность по крайней мере в сотых частях доли, а от центрального учреждения, проверяющего местные, должно требовать точности еще раз в сто большей. Иначе не будет должного соответствия между целым и частями и не может быть достигнуто желаемое. Своим долгом я считаю высказать все это с полною ясностью и потому так и действую, начиная мести лестницу сверху, т. е. занимаясь прежде всего возобновлением прототипов и доведением точности измерений в Палате *до всей* возможной строгости. Прервать эти дела нельзя, их конец ныне ясен, но он еще должен быть достигнут, а потому, для ускорения дела по отношению к снабжению местных учреждений, я полагаю необходимым усилить состав штатных лиц заведываемого мною учреждения.

5) Так как впереди (когда закончится возобновление прототипов) предстоит Палате озаботиться: а) по проверке действий местных поверочных учреждений, для чего в постоянных разъездах должны быть один или два инспектора, б) о постоянном надзоре за заготовляемыми для провинций образцами и приборами, для чего пойдет время еще одного инспектора, в) о периодической выверке образцов и приборов провинциальных учреждений, что вместе с соответственными сношениями наверное потребует еще отдельного лица, г) о выверке, и ныне постоянно происходящей, мер и весов, поступающих от посторонних ведомств и лиц, что должно возрастать, как только будут приложены меры к распространению в России верных мер и весов; на это потребуется время по крайней мере двух, если не трех, лиц Палаты; д) о расширении деятельности самого учреждения на поверку: термометров, барометров (и анероидов), единиц света, единиц электрических и т. п., на что необходимо по меньшей мере два компетентнейших лица из служащих в Палате, е) об испытании и подготовке лиц, назначаемых на должности местных поверителей, и еще, еще многим другим, не говоря уже об общем стройном и точном направлении всего этого дела, подлежащего суду не только начальства, но и всей публики (см. положение, статья 5), а также и компетент-

нейших ученых других стран, так как дело Главной Палаты такой страны, как Россия, подробно изучается всеми лицами, заинтересованными в успехах метрологии, [то] я считаю неизбежно необходимым первейшим долгом поставить наше новое учреждение во всех отношениях на высоту, отвечающую современности и ее улучшающую, где можно. На всю эту работу — после окончания возобновления прототипов, — по моим соображениям, необходимо иметь, кроме управляющего Палатою, по меньшей мере 7 штатных лиц, которые будут твердо поставлены в служебном отношении и, имея всю научную подготовку, могли бы посвящать делам Палаты все свое время и научную опытность. Ныне же штатных лиц, служащих в Палате по научным ее делам,[1] кроме управляющего (которому едва достает времени на руководство делом, на издание печатных годовых отчетов и на научные сношения и работы, совершенно неизбежные для Главной Палаты) только четверо (3 инспектора и 1 поверитель). Поэтому я считаю неизбежным, судя по практике трех протекших лет, ходатайствовать о том, чтобы при отнесении местной поверки мер и весов к ведомству Министерства финансов был расширен штат Главной Палаты следующим образом, а именно добавлено:

A) Два (сверх ныне трех) инспектора по 2900 руб	5800 руб.
B) Один (второй) поверитель	1800 »
C) На наем мастеров добавить[2]	2000 »
D) На лаборантов по найму добавить	2000 »
E) На усиление средств Палаты для командировок, печатания отчетов, делопроизводства и на приобретение приборов	2400 »
Итого в год	14 000 руб.

[1] Работы, как ныне производимые в Гл[авной] Палате при возобновлении прототипов, так и впредь предстоящие нашему учреждению, требуют не только большой научной подготовки и склонности, но и настойчивого и напряженного внимания, чего нельзя найти сразу, так что самое восполнение лиц, служащих в Гл[авной] Палате, представляет несомненные трудности. Я слышал от руководителей метрологических работ в Германии, Франции и Англии, что и там легко находить лиц, способных на работы в административных учреждениях, а для метрологических — очень трудно. Тех же, кто привык к этим работам, следует беречь всеми способами. Мне уже немного остается жить, и я должен оставить сумму лиц, могущих хорошо вести русскую метрологию.

[2] В виду того, что необходимы мастера, отлично знающие дело, и им (ныне 3 мастера имеются и живут в Палате) нет жилых помещений, так что придется двум новым платить по крайней мере по 900 руб. в год.

6) Сверх усиления этих штатных текущих средств Гл[авной] Палаты ей необходимо отпустить на каждое вновь учрежденное губернское или областное поверочное учреждение особые суммы, которые должно исчислять сообразно истинной ценности изготовления чрез заказ или в своей мастерской как образцовых мер, так и поверочных инструментов и их пересылку. Сколько это составит на каждую губернию, сказать ныне, без предварительного опыта и без выполнения вышеуказанной надобности в усилении штатных средств Палаты, невозможно.[1]

Но во всяком случае, хотя бы самые образцовые меры и стали изготовляться в мастерских Главной Палаты, на каждое губернское поверочное учреждение необходим комплект образцовых приборов ценностью по крайней мере на $1^1/_2$ — 2 тыс. руб. Такой расход, очевидно, будет пропорционален числу вновь учреждаемых провинциальных контор и не может быть вводим в штаты Гл[авной] Палаты, так как это расход единовременный.

7) Ныне, когда штатные средства Палаты не усилены так, как о том говорится в пункте 5-м, когда еще идут спешные и многосложные работы по организации самой Палаты и по возобновлению прототипов и когда требуется установить формы для образцов и приборов губернских поверочных учреждений, остается единственное средство ускорить ход дела — заказать и приобрести здесь и за границею многие образчики, чтобы остановиться на лучших. Для этой цели необходимо получить особые временные средства, так как для этого нельзя обойтись текущими средствами Гл[авной] Палаты, которых едва достает на ведение обычных и настоятельнейших дел Палаты. А именно: необходимо испытать по крайней мере 5 образцов весов, 5 компарационных приборов, до 100 образцов гирь разной формы и материала и до 20 образцов мер длины, назначаемых для губернских поверочных учреждений. Такой заказ потребует никак не менее $2^1/_2$ тыс. руб. единовременно на приборы и образцы и не менее

---

[1] Ныне придется на первое время заказывать многое на стороне, а это дорого и медленно. Как стеснены средства Гл[авной] Палаты относительно обзаводства необходимыми станками, видно из того, что хороший токарный станок (ценою около 2000 руб) Палата могла заказать только ныне (Притту и Витней в Америке), что делительную машину, гравировальный станок, хотя очень необходимые для работ в Палате, еще нет средств приобрести, что в мастерских Палаты вот уже 2 года работает лично мне принадлежащий токарный станок и т. п.

500 руб. на наем особого лаборанта, который специально занялся бы сличением и изучением этих образцов и приборов. Поэтому, в виду ускорения течения работ, необходимых для устройства губернских поверочных учреждений, покорнейше прошу или ходатайствовать о скорейшем усилении штатных средств Гл[авной] Палаты или, по крайней мере, ассигновать ей единовременно сверхштатную сумму в 3 тыс. руб.

Общая совокупность вышеизложенного определяется предполагаемым ныне переходом всего ведения выверки торговых мер в Министерство финансов, необходимостью периодической поверки торговых мер и весов и соображением о доходах, долженствующих поступить в казну за поверку торговых мер и весов. Если бы сии соображения претерпели изменения и не осуществились, что было бы, по моему мнению, в ущерб единообразию мер и весов в империи, то и вышеизложенные соображения должны были бы претерпеть соответственные изменения.

Если же осуществление мер, предлагаемых бывшим совещанием, не подлежит сомнению, — что было бы желательно для пользы дела, — то на испрашиваемые мною усиления средств Гл[авной] Палаты, как и на возобновление прототипов, должно взглянуть, как на неизбежную затрату, имеющую возместиться со временем и долженствующую содействовать единообразию мер и весов в империи.

Считаю под конец не излишним остановиться, хотя кратко, на том, какое отношение все предполагаемое имеет к могущей быть факультативно введенной в России метрической системе мер и весов, что, с своей стороны, я считаю очень полезным — при известном сочетании условий.

Прежде всего необходимо ясно видеть, что для перехода к факультативному принятию метрической системы неизбежно необходимо совершенно строгое в современном смысле соответствие существующих в России узаконенных мер с метрическими. Это и есть одна из целей, преследуемых при возобновлении прототипов. Следовательно, оно должно быть первоначально выполнено.

Затем необходимо видеть, что в стране, где поверка торговых мер и весов еще не твердо и окончательно установлена, нельзя затевать перемену системы мер и весов и даже факультативное принятие новой системы. Это мне

кажется столь ясным, что я останавливаюсь на сем только для того, чтобы определенно высказаться, при всей склонности к метрической системе, за то, что ранее ее допущения (а тем паче принятия) необходимо устроить хорошую поверку торговых мер и весов, если не во всей стране, то по крайней мере в большей ее части. Периодическая поверка торговых мер и весов должна дать притом и те немалые средства, которые необходимы для распространения метрических образцов по всей стране.

Наконец необходимо сознавать, что замена аршина — метром или фунта — килограммом не потребует коренных перемен в деле устройства местных поверочных учреждений, все, что надо будет сделать, будет тогда состоять в высылке им метрических образцов, а высылки узаконенных русских образцовых мер все же ни в каком случае избежать нельзя. Так уж лучше во всех отношениях сперва выслать одни, а потом другие образцы; оно и проще и вернее.

Итак общий план мне кажется ясным, как было и при устройстве Главной Палаты: сперва сделать все, что надобно для утверждения существующих образцов русских мер, найти и узаконить их точное соответствие с метрическими, затем установить выверку торговых мер и весов во всей империи, а затем, если высшее правительство признает полезным, допустить факультативное пользование метрическою системою для того, чтобы подготовить страну к принятию метрической системы, которая рано или поздно станет, по моему мнению, всемирною. Итти иначе, например, теперь же признавать метрическую систему, как хотели бы иные горячие головы, мне кажется не соответственным с важностью дела [и] могущим послужить ко многим затруднениям, касающимся принятия народом метрической системы, и вообще к [неразборчивое слово] т. е. не достаточно обдуманным. Стоя во главе нового учреждения, назначенного «для сохранения в государстве единообразия, верности и взаимного соответствия мер и весов» (пункт 1 полож[ения] о Главной Палате), я должен все сие высказывать, чтобы исполнить возложенную на меня обязанность.

Не мое дело изменять систему мер и весов в стране; это дело высшего правительства; но по букве и духу закона я считаю своею обязанностью высказаться в отношении условий сохранения единообразия (это и есть выверка мер во всех ее стадиях), верности (это и есть та возможная

точность, на которой я настаиваю) и взаимного соответствия (это и достигается возобновлением прототипов) мер и весов в России. Если условия работы в Главной Палате останутся те же, как ныне, она прежде всего будет продолжать и должна кончить первое из указанных ей дел — возобновление прототипов. Так следует итти, потому что этот путь правилен[...].

[1896] г.

Его высокопревосходительству
господину министру финансов

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕГО ГЛАВНОЮ ПАЛАТОЮ МЕР И ВЕСОВ: О МЕРОПРИЯТИЯХ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОБЪЕДИНЕНИЯ МЕР И ВЕСОВ В ИМПЕРИИ*

* В рукописи, хранящейся в Музее им. Д. И. Менделеева ВНИИМ'а им. Д. И. Менделеева, имеется помета Д. И. Менделеева: «Немедля прошу переписать, доставить завтра вечером непременно. Оставить поля». [*Прим. ред.*].

Согласно с Вашим требованием, имею честь изложить свое мнение о главнейших и ближайших способах осуществления задач Главной Палаты мер и весов.

Основную задачу этого учреждения, сверх текущих выверок разных мер и весов, представля[емых] для сей цели, составляет установление единообразия мер и весов в империи.

Для достижения такой цели первые годы необходимо было посвятить устройству нового дела и всей организации по возобновлению основных русских прототипов. Ныне, когда приближается конец этого сложного дела, во всех странах занимавшего многие годы, необходимо прежде всего в законном порядке утвердить новые прототипы и обеспечить их сохранность от всех возможных случайностей. Для этой последней цели устроено три одинаково и тщательно изученных фунта и три аршина из иридистой платины. Один фунт и один аршин должно узаконить как основной и главный прототип, который будет особо храниться в одной из безопасных кладовых Гл[авной] Палаты, дабы употреблять их лишь в особо исключительных случаях. Одну из основных копий фунта и аршина предположено хранить в одном из высших государ[ственных] учреждений, напр[имер] в здании Госуд[арственного] Совета или в Государств[енном] Архиве.

Эти копии чрез каждые 10 или 20 лет должны тщательнейше вновь сличаться с главными прототипами и с их вторыми главными копиями. Эти последние должны остаться в Глав[ной] Палате и служить исходом для всех других измерений. Такой, заранее предположенный, порядок необходимо узаконить, изменив для сей цели статьи... торгового устава.

Только при таких твердо, по закону установленных прототипах возможны дальнейшие мероприятия, имеющие: 1) единообразие измерительных единиц в России, 2) замены

их, факультативно или обязательно, метрическими единицами, 3) твердого установления иных мер, применяемых в промышленности, а именно: мер поверхностей, объемов сыпучих и жидких тел, газо- и водоизмерителей, измерителей электричества, давлений, силы света и температур, потому что все эти измерения прямо или косвенно связаны с основными прототипами. А потому в дальнейшем изложении я коснусь тех подготовительных мер, которые необходимы, по моему мнению, для достижения трех указанных целей, каждая из коих представляет немаловажные трудности и требует специальных узаконений.

Установление единообразия мер и весов в промышленности России

Наблюдения, произведенные чрез инспекторов Палаты во многих местностях России, показывают: 1) что клеймение новых мер и весов, удостоверяющее их законность, производимое ныне, по закону, в городских управах, не сегда (не во всех местах) обеспечивает надлежащую их исправность, тем более, что самые учреждения оборудованы случайными приборами и лицами, а законом установленной периодической их поверки не делается, 2) что раз заклейменые меры не подвергаются регулярной периодической поверке, а потому в практике встречаются, во-первых, нигде не клейменые меры и, во-вторых, клейменые, но от изнашивания очень неверные меры, и 3) что весь ныне существующий порядок выверки торговых мер заключает много неясного и требует коренного пересмотра.

По моему мнению, прежде чем узаконять общие для всей империи способы выверки торг[овых] мер, следует в виде опыта узаконить такие для немногих (5—6) определенных администр[ативных] округов, напр[имер]: Петербургского, Московского, Варшавского, Рижского и Одесского, и в каждом округе учредить особые Выверочные Палатки, назначенные исключит[ель]но для выверки и клеймения как новых мер, так и доставляемых для периодической выверки каждые 3 года, проектированной особым заседанием, бывшим в Д[епартамен]те т[орговли] и м[ануфактур]. Наблюдение же за тем, чтобы в торговле применялись исключительно клейменые и периодически выверяемые меры, возложить, как и предположено в особом заседании, бывшем при Д[епартаменте] тор[говли] и ману-

ф[актур], на податных инспекторов и лиц, коим они сию поверку поручат.

Чтобы объединить действия поверочных палаток и периодической выверки, следует только усилить число инспекторов (ныне всего 3) и поверителей (ныне всего 1) в Главной Палате, дабы они могли, разъезжая временно и нечаянно по округам, не только наблюдать за точностью клеймения, но и за распространением единообразных мер в торговле и промышленности. Для этой цели следует узаконить права инспекторов и поверителей внезапно производить выверку всяких мер, применяемых в империи. Сего права ныне не существует, а оно неизбежно для выполнения задачи, возложенной на Глав[ную] Палату.

Что касается до числа необходимых Главной Палате новых, дополнительных к существующим, инспектор[ов] и поверителей, то оно — после установления правильной выверки во всей империи — не может быть менее 10, считая на каждого из них сред[ним] числом по 3 губернии и местную поверку чрез 3 года, но на первое время, пока учредятся лишь немногие округа, я считаю достаточным 5 новых чинов, а именно: 2 инспектора и 3 поверителя, с назначением оным сверх жалованья по 600 руб. в год на разъезды.

Расход сей, как и другие (на основные образцы и периодическую их выверку для поверочных палаток, выдачу им клейм и проч.), сопряженные с установлением предполагаемого порядка, по моему мнению, должен быть возмещен поступлением в казну $^1/_3$ сборов, собираемых повероч[ными] палатками за клеймение. Величину сего сбора обсуждала особая комиссия при Департаменте торговли и мануфактур, и он при периодич[ески] повторяемой поверке может достигать нескольких сот тысяч рублей. Остальные же $^2/_3$ сего сбора, я полагаю, правильно предоставить в пользу поверочных палаток, не назначая в оные коронных чинов. А для того чтобы обеспечить (при надзоре инспекторов и поверителей Главной Палаты) правильность наложения законных клейм, не учреждая во всей стране нового сонма чинов, я полагаю предоставить право клеймения местным учено-промышленным учреждениям, подобным и. Русскому техническому обществу, имеющему отделения во многих гор[одах] Рос[сии], Московскому политехническому музею и т. п., устраивать поверочн[ые] палатки, обязав оные вести должную отчетность по всем клейменым мерам.

Получая за сие $^2/_3$ узаконенной за клеймение платы, учреждения эти, быть может, приобретут даже некоторые выгоды, а главное удовлетворят тем целям, для коих учреждаются, и потому могут расширять свои влияния и деятельность. Находясь же, с одной стороны, под контролем общественного внимания, а с другой — под наблюдением членов привлеченных к делу выверки обществ, такие поверочные палатки, наверное, поведут все дело столь правдиво и законно, как и особые учреждения, если бы оные были установлены при казенных палатах или иных правит[ельственных] учреждениях. Притом, следуя предлагаемому способу, можно рассчитывать на то, что нек[оторые] из поверочных палаток станут расширять и разрабатывать выверочное дело, что должно содействовать его правильному росту в стране.

Факультативное или [не]обязательное введение метрической системы

Считая, что рано или поздно весь мир перейдет к единообразным основным единицам мер и веса и выберет для сего метрические единицы, а потому полагая необходимым совершить всю возможную к сему подготовку, я полагаю, однако, что ранее распространения в стране поверочных палаток возможно сделать только следующее: 1) узаконить точное отношение узаконенных русс[ких] мер к метрическим, для чего при оканчиваемом возобновл[ении] прототипов принять все надлеж[ащие] меры, и 2) дозволить по закону факультативно (т. е. не обязательно, а по соглашению договаривающихся сторон) применять метрические меры. А чтобы сие последнее обеспечить с самого начала точностью, должно производить и выверку метрических мер, возложив оную на те же поверочные палатки, с правом наложения клейм по особой таксе. Но так как снабжение поверочных палаток метрическими образцами потребует их заготовки в Глав[ной] Палате, а на сие пойдут новые расходы и требуется надлеж[ащее] время, то, узаконив факультативное пользование метрич[ескою] системою, следует назначить 2-х годичный срок для представления таковых мер для клеймения и 3-х годичный — для требования клейм на таких мерах, а Главную Палату снабдить средствами для заготовки образцовых метрических мер для поверочных палаток. Расходы, с этим сопряженные, при поступлении в казну $^1/_3$ сборов по клеймению должны возвратиться с лихвою.

Выверка иных мер, кроме мер длины и веса

Меры емкости для сыпучих и жидких тел и землемерные меры находятся в простой зависимости от единиц веса и длины, а потому прямо должны подлежать выверке и клеймению наравне с сими последними в поверочн[ых] палатках, а потому они должны быть снабжены и надлежащими для сего образцами.

Иное дело в отношении к измерениям температур, давлений пара, электрической энергии, силы света и количества газа и воды, доставляемых потребителям. Здесь нет еще надлежащих узаконений, и выверка соответств[енных] приборов не может быть сразу введена, тем более, что она требует специальных и очень ценных приспособлений. А между тем в интересах развития промышленности и правильного потребления выверка подобных измерительных приборов совершенно в России необходима и ее недостаток может подать поводы к потере важных интересов, а потому в Англии, Германии и Австрии, а засим и в др[угих] странах при главных поверочных учреждениях страны уже установлены выверки: термометров, манометров, газомерителей, водомерных приборов, измерителей электрической энергии и световых эталонов, так как в промышленности особо нужны именно эти виды приборов.

Осмотрев в последние 2 года наиболее важные учреждения сего рода в Лондоне, Берлине, Вене и Париже и считая, что недостат[ок] подобных учреждений в России необходимо восполнить, я полагаю, что, утвердив в законном порядке необходимость учреждения подобной выверки, следует ее организовать при Главной Палате мер и весов. Но для осуществления сей меры необходимо начинать дело заранее, так как оборудование необходимыми приспособлениями требует и не малых средств и нескольких (не менее 3-х) лет для заготовки соответственных приспособлений. Так, например, возможность испытания электрических и водомерных приборов требует устройства двигателя в несколько сил и сильных насосов и динамомашин, для чего необходимо возвести особое здание в саду Глав[ной] Палаты мер и весов. По сделанным соображениям, такое здание обойдется не более 15 тыс. руб.; на соответственные приборы для одних электрических и водомерных приборов потребуется, по крайней мере, сумм около 20 тыс. руб. Для выверки манометров, термометров, светоизмерителей, волчков и газомерителей требуются также свои специальные

приборы, общая стоимость которых не может не превысить средств, назначаемых по ежегодной смете Глав[ной] Палаты, так как таких средств недостает даже для выполнения многих насущных задач, ныне возложенных на Глав[ную] Палату.

Совокупность настоятельных надобностей Главной Палаты

Из вышеизложенного вытекает необходимость следующих мероприятий, относящихся к выполнению задач, возложенных на Главную Палату мер и весов:

1) Необходимо немедленно учредить особую комиссию из представителей м[инистерст]в: финансов, внутр[енних] дел, юстиции, гос[ударственного] контроля и кодификационного отдела для составления и обсуждения проекта изменений и дополнений законов, касающихся мер и весов, назначив собрание оной лучше всего в Главной Палате мер и весов, дабы члены Комиссии получили возможность на месте убедиться во многих подробностях сложного дела измерений и выверки.

2) Снестись официально с и. Русским техническим обществом и Московским политехническим музеем и т. п. в отношении согласия оных на учреждение при них и их отделениях поверочных палаток на вышеизлож[енных] основаниях.

3) Войти с представлением в Госуд[арственный] Совет о расширении обязанностей, возлагаемых на Глав[ную] Пла[ату] мер и весов, причем ходатайствовать о назначении единовременно, в течение 3-х лет (1897—1899), 60 тыс. руб.: а) здание для машин в саду Гл[авной] Пал[аты], примерно 15 тыс. руб., б) электроизмерительные приборы, с двигателем, примерно 12 тыс. руб., в) в[одо]измерительные приборы с насосами, примерно 8 тыс. руб., г) газоизмерительные приборы, примерно 3 тыс. руб., д) поверочные приборы для манометров, примерно 3 тыс. руб., е) приборы для выверки термометров, около 3 тыс. руб., ж) приборы для измерения силы света, примерно 12 тыс. руб., з) приборы для выверки и клеймения волчков (ареометров) и других стеклянных измерителей, примерно 4 тыс. руб.

Подробную по сему смету (кроме здания) составить вперед невозможно, но указанные цифры сообразованы с собранными мною заграничными ценами и отвечают це-

нам, действительно уплаченным заграничными учреждениями, обзаводившимися подобными приспособлениями.

Здание желательно возвести в течение лета 1897 г., а потому испрашиваемую сумму покорнейше прошу распределить на 3 года, по 20 тыс. руб. в каждый. Заказы же необходимо сделать заранее (ибо заготовление приборов длительно), а потому скорость осуществления вполне определится сроками назначения соответств[енных] средств.

4) Но при расширении дел Гл[авной] Палаты, как постоянным надзором в провинциях за поверочными палатками и за торговыми мерами, так и выверкою вышеперечисленных разнообразных измерительных приборов, необходимо усилить сметные годовые средства Гл[авной] Палаты и число лиц, в ней служащих, как значится ниже. При сем я считаю возможным ограничиться на ближайшее время 6 новыми чинами Гл[авной] Палаты, а именно двумя инспекторами, тремя поверителями и одним штатным механиком, который необходим, когда в Палате будут действовать сложные и опасные во многих отношениях механизмы.

Вследствие расширения обязанностей Гл[авной] Палаты я считаю необх[одимым] ее годовые штатные средства увеличить в след[ующем] размере:

1) 2 инспекторам жалов[анье] и кв[артирные] по 2900 руб.	5800 руб.
Им на постоянные разъезды по провинции	1200 »
2) 3 поверителям жал[ованье] и квар[тирные] по 1800 руб.	5400 »
Им на разъезды	1800 »
3) 1 штатному механику жалованья и квартирных	2400 »
4) На текущее заготовление образцовых (русских и метрических) для поверочных палаток мер и повер[очных] приборов и на периодическую их выверку (пересылку и поправку)	6000 »
5) На увеличение числа наемных лаборантов, механиков, счетчиков и писцов, полагая 6 лаборантов и счетчиков и 2 механика, сред[ним] числом по 900 руб. в год и 300 руб. на писца	7500 »
6) На 4 добавоч[ных] служителя, на отопление, освещение и ремонт здания и машин	3000 »
	33 100 руб.

Такая текущая затрата, равно как и единовременный расход, озна[ченный] в пункт[е] 3-м, должны возвратиться казначейству двумя способами, не говоря о том, что упорядочение измерительных приборов отзовется общими выгодами, а именно, во-первых, из $^1/_3$ сумм, собираемых за периодическую выверку (клеймение), что должно принести всего не менее 300 тыс. руб. в год, если учрежд[ены] будут-

палатки в С.-Петер[бурге], Москве, Варшаве, Риге и Одессе, и, во-вторых, от дохода за выверку в Главной Палате электрических, водяных, газовых и световых измерительных приборов, термометров, манометров и волчков, так как за таковую выверку должно, как делается повсюду, взыскивать свою особую плату, соображения о которой своевременно и будут представлены Гл[авною] Палатою.

При сем считаю необходимым заметить, что в текущем 1896 г. на заготовку... наборов простейших измерительных приспособлений для провинциальных городов Государственный Совет отпустил 10 тыс. руб. единовременно (заказы уже сделаны) и что при расширении требований для провинций, как относительно метрических образцов, так и других приборов, испрашиваемые средства могут оказаться недостаточными, так как на сумму в 6 тыс. руб., вышеназначенную в 4-м пункте, можно будет лишь восполнять неизбежные текущие потребности в сем отношении, пользуясь уже имеющимися средствами Гл[авной] П[ала]ты.

[1896 г.]

Рукопись хранится в Музее им. Д. И. Менделеева Всесоюзного научно-исследовательского института метрологии им Д. И. Менделеева.

*В Департ[амент] тор[говли] и ману[фактур].**

По 3-й статье положения о Главной Палате мер и весов она должна получить указание о таксе, по которой оплачиваются поверочные работы, производимые в Главной Палате по желанию частных лиц.

В сем отношении имею честь представить некоторые соображения, могущие служить исходом для составления такой таксы и проект самой таксы. Этот последний соображен как с таксою, ныне существующею и предположенною бывшим совещанием для сбора за клеймение в местных поверочных учреждениях, так и с примером других иностранных учреждений, соответствующих Главной Палате мер и весов.[1]

Прежде всего необходимо выяснить, что для выверки торговых мер и весов должны существовать местные поверочные учреждения, взимающие сравнительно небольшую плату за выверку. Главная же Палата мер и весов, назначенная преимущественно для наиболее точных работ и для выверки основных прототипов и казенных образцовых мер и весов, не должна быть обременена ничем тем, что должно и может выверяться в местных поверочных учреждениях. Между обычными мерами и весами, подлежащими выверке в местных поверочных учреждениях, могут быть, однако, такие, которые требуют более точной выверки, например образцовые меры для мастеров, образцы гирь для фабрик и заводов и т. п. Но в сем случае, говоря вообще, не очень частом, во-первых, выверка становится гораздо более сложною, требующею не только повторенных определений,

---

* Рукопись, написанная неразборчиво, прочитана А. В. Скворцовым — заведующим Музея. [*Прим. ред.*].

[1] В виде примера привожу таксу** за выверку в Международном бюро мер и весов в Париже.

** Такса здесь не воспроизводится. [*Прим. ред.*].

как действий, совершенно не встречающихся в местных поверочных учреждениях (например, определение объема гирь, коэффициента расширения мер длины или емкости и т. п.), во-вторых, должны встречаться требования разнороднейшего характера по степени желаемой или необходимой точности (трудности же определения возрастают вместе с желаемою точностью), в-третьих, могут встречаться не узаконенные меры и весы (например, сотые сажени, караты для драгоценных камней, метрические меры, весы разных своеобразных систем и т. п.) и, в-четвертых, побочные приборы, например, термометры — при мерах длины, приборы для определения веса воздуха — при весах и т. п., а потому такса за поверку обычных мер и весов в Главной Палате должна быть во всяком случае много превосходящею таксу за выверку таких же вещей в местных поверочных учреждениях, и при том видоизменяться по количеству работы, требуемой для поверки. А так как предъявляемые частными лицами требования могут не соответствовать возможности, то я думаю, что было бы целесообразным, чтобы ранее выверки и внесения следующей за оную суммы в казначейство частные лица доставляли бы испытуемую меру и подавали в Главную Палату прошение о принятии представляемого предмета для выверки и в нем означили подробно, что они желают получить: простое ли удостоверение Палаты о том, что представляемый предмет удовлетворяет требованиям для торговых или образцовых (по примеру образцов, назначаемых для губернских поверочных учреждений) мер и весов, или же желают возможно полного изучения представляемого предмета. В этом последнем случае на прошении означается и просителю объявляется Палатою, какие добавочные определения будут сделаны для представленных мер или весов. Палата приступает к выверке прибора только после того, как проситель доставит квитанцию казначейства о сделанном им взносе по таксе и представленное поступает в очередь по срокам квитанций. Дабы не иметь напрасного обременения, я думаю, что от вышеуказанных прошений следует требовать оплаты соответственными марками, которые, в сущности, увеличивают поверочную таксу, а особенно если относятся к одному предмету, а не к совокупности однородных предметов.

Что же касается до выверки в Глав[ной] Палате каких-либо особых измерительных приборов, кроме тех, которые ниже перечислены, например, ареометров, термометров

анероидов, манометров, водоизмерителей, газомерителей, измерителей силы света, динамометров, электрических приборов, камертонов, хронографов и т. п., то я полагаю, что ныне, пока устройство Главной Палаты еще совершается и она не снабжена соответствующими измерительными приспособлениями, следует оные не принимать для поверки, хотя желательно, чтобы впоследствии мало-помалу вводились в Палате и поверочные работы сего рода.

Проект таксы за выверку в Главной Палате мер и весов

I. Для мер длины, при выверке и клеймении оных со степенью точности, допускаемой для изготовления образцовых копий, назначаемых для губернских поверочных учреждений, при нормальной температуре:

При определении только общей длины меры (из всяких материалов — концевой или нарезной), если оная имеет длину 1 дюйм, 1 фут, $^1/_2$ аршина, 1 арш. или 1 сажень, с каждой по . . . . . 5 руб.

При определении других, кроме крайних, подразделений на вышеуказанных мерах, сверх того за каждую черту на мере по . . . . . 50 коп.

При определении общей длины землемерных цепей длиною в 5 и 10 сажен, с каждой по . . . . . 1 руб.

При определении на оных подразделений, за каждое подразделение по . . . . . 10 коп.

При определении иных мер длины, чем вышеуказанные, за конечные точки каждой меры по . . . . . 10 руб.

За каждое подразделение на оной по . 1 руб.

Примечание. Если меры и подразделения оных окажутся по степени точности своего изготовления не удовлетворяющими точности, требуемой от образцовых для губерний мер, то на меру может налагаться штемпель торговой меры, если мера будет удовлетворять требованиям клейм мерам существующим.

II. Если для представляемых в Палату мер длины требуется определение меры погрешностей в нанесении делений при нормальной температуре, взимается плата в полтора раза большая, чем вышеозначенная в пункте I.

III. Если сверх того, что означено в пункте II, требуется определение коэффициента расширения меры длины для температур от 0 до 30°, плата удваивается противу той, какая назначена по пункту II.

Примечание к п[унктам] II и III. В означенных случаях клеймение не производится, а на мере гравируется текущий нумер и год и выдается письменное удостоверение, содержащее требуемые сведения.

Примечание к п[унктам] I, II и III. Меры длины, превосходящие 10 сажен для цепей или 1 сажень для цельных мер, а также и меры длины, меньшие чем в 1 дюйм, могут быть не приняты для выверки в Главной Палате. Клеймо или свидетельство для мер длины имеет силу только на 4 года.

IV. Для гирь при выверке и клеймении их с точностью, требуемою для образцовых гирь, высылаемых в губернские поверочные учреждения, когда проситель означает род материала гири:

За каждую гирю отдельно

Если вес оной менее 10 фунт., с каждой . . . . 50 коп.

Если вес более 10 фунт., с каждой . . . 1 руб.

Примечание 1. Если в гире имеются привинченные части или если имеются видимые пустоты, или если гиря не полирована — во всяком случае налагается только торговое клеймо, а не клеймо образцовых мер.

Примечание 2. Гири из иных металлов, кроме платины, латуни, бронзы, чугуна, железа и стали, а также из других материалов, кроме металлов, могут быть не приняты для поверки по сему пункту.

V. Если требуется определение истинного веса гири в безвоздушном пространстве с точностью, какая требуется от гирь для губ[ернских] пов[ерочных] уч[реждений], то за определение удельного и истинного веса гири уплачивается за каждую по 3 руб.

VI. Если при определении истинного веса гири требуется степень точности, назначенная для копий, применяемых в Главной Палате, за каждую гирю платится по 10 руб.

Примечание к [пунктам] V и VI. Гири, выверяемые по пунктам V и VI, должны быть полированы, не иметь винтов и иметь свои заранее нанесенные надписи или означения, по коим и выдается свидетельство.

Примечание к п[унктам] IV, V и VI. Клеймо или свидетельство для гирь имеет силу только на трехлетний срок.

VII. За поверку и клеймение равноплечных весов с надлежащими чашками, удовлетворяющих требованиям, назначенным для весов, применяемых для губернских повероч-

ных учреждений, за каждое коромысло, поднимающее не более 10 фунт., назначается . . . . . 3 руб.
Поднимающее более 10 ф[унтов], но менее 3 пуд 5 »
Поднимающее 3 пуда . . . . . 10 »

Примечание 1. Лица, представляющие весы для клеймения, должны означить в прошении предельную нагрузку, допускаемую на каждую чашку.

Примечание 2. Весы, поднимающие на чашку более 20 пуд., могут быть, по определению управляющего Палатою, не приняты для поверки в Главной Палате.

VIII. За выверку и выдачу свидетельства для весов всяких иных систем, кроме указанной в пункте VII, например за десятичные, сотенные, робервалевские и т. п., [взимается] в два раза более, чем означено в пункте VII.

Примечание 1. Представляемые весы должны иметь на коромысле и чашках соответственные надписи и нумера.

Примечание 2. Весы пружинные принимаются для выверки в Главной Палате не иначе как по особому разрешению управляю[щего] Пал[атою].

Примечание 3. В свидетельстве о выверке весов означается их устройство, поднимаемый груз и степень точности, какую дают весы при высшей нагрузке и без оной.

Примечание к [пунктам] VII и VIII. Клеймо и свидетельство для весов имеют силу только на два года.

IX. За выверку и клеймение мер емкости (для жидких и сыпучих тел), удовлетворяющих условиям образцов, применяемых в губернских поверочных учреждениях за каждую меру по . . . . . 3 руб.

X. За выверку мер емкости и за выдачу на оные свидетельства о мере точности, при определенной температуре, за каждую . . . . . 5 руб.

Примечание к [пунктам] IX и X. Клеймо и свидетельство на меры емкости имеют силу только на один год.

XI. За выверку крайних точек термометров, прилагаемых при других приборах и назначаемых для температур от таяния льда до кипения воды, с точностью до $^1/_{20}$° градуса, с каждого термометра по . . . . . 1 руб.

За выверку каждой, сверх того, промежуточной температуры по . . . . . 50 коп.

Примечание 1. Лица, представляющие при других приборах термометры для выверки, должны означить в прошении те особые знаки, нумера или клейма, которыми должен отличаться данный термометр от

сходственных с ним. Сверх того Гл[авная] Палата налагает на испытуемые термометры свои клейма, если окажется это возможным.

Примечание 2. Отдельные термометры, представляемые для выверки, принимаются только с особого каждый раз разрешения управляющего Палатою, впредь до организации специального отделения Палаты для выверки термометров.

Примечание к пунктам I—XI. Пересылка, укупорка и раскупорка приборов, представляемых частными лицами, совершается ими самими. После окончания выверки Палата извещает просителя и он обязан удалить из Палаты выверенный предмет не позже 2-недельного срока после отправки извещения, причем дает на первоначальном прошении расписку в обратном получении представленного предмета. При выверке особо точных или мало прочных предметов, с разрешения управляющего Главною Палатою, может присутствовать доверенное лицо со стороны просителя.

[1896 г.]

Proceedings of the Royal Society of London, 1896, LIX, 143—155.
Перевод И. Н. Морозовой и М. И. Тютиковой под ред. доц. Г. Д. Кокош.

О ВЕСЕ КУБИЧЕСКОГО ДЕЦИМЕТРА ВОДЫ ПРИ ЕЕ НАИБОЛЬШЕЙ ПЛОТНОСТИ

Д. И. Менделеев, действительный член королевского общества. Получено 16 октября 1895 г.

Исследования Георга Шукбура Эвелина (George Schuckburgh Evelyn), опубликованные в 1798 г.[1] после новых измерений, сделанных капитаном Кетером (Kater),[2] а также после принятия всех поправок в соответствии с современными знаниями о весе литра воздуха и о расширении воды, дали в результате, что вес 1 куб. дм воды при ее наибольшей плотности (4° Ц) *в пустоте* равен 1000.56 г.[3] Но в этих исследованиях отдельные определения показывают разницу в ± 0.27 г, а так как использованная вода была недостаточно чистой (плотность около 1.0005), вышеназванный результат должен рассматриваться как недостаточно точный и несомненно с большим превышением ее действительного веса. Тем не менее, из этих определений, если принять плотность воды, использованной Шукбуром,[4] как упоминалось выше, может быть сделано заключение, что вероятный вес = = 1000.06 ± 0.14 г, что подходит очень близко к действительному весу кубического дециметра; небольшая разница, по всей вероятности, проистекла от недостаточной точности измерений температуры около 62° Ф, при которой велись взвешивания.

---

[1] Phil. Trans, 1798, стр. 133.
[2] Phil. Trans., 1821, часть II, стр. 316.
[3] Все эти поправки сделаны в статье Д. И. Менделеева * (в России) во *Временнике* (Бюллетень) Главной Палаты мер и весов, часть II, стр. 11—19. См. Журнал Русского физико-химического общества 1895 г.
[4] Шукбур, Phil. Trans. 1798, стр. 155.
* Д. И. Менделеев. Соч., т. XXII, 1950, стр. 105. [*Прим. ред.*].

Хорошо известно, что при установлении метрической системы в конце XVIII ст. вес килограмма был объявлен равным *в пустоте* весу кубического дециметра воды при ее наибольшей плотности. Для этой цели Лефевр-Жино (Lefèvre Gineau) сделал исчерпывающее исследование, о котором Траллес (Tralles) сделал доклад 31 мая 1799 г., впервые опубликованный в «Base du Système Métrique» (том III, стр. 558—580) в 1810 г. Первоначальные наблюдения Лефевра-Жино, однако, до сих пор не опубликованы. Из материала, данного в докладе Траллеса, Брох (M. Broch) в 1873 г.[1] нашел после введения необходимых поправок, что вероятный вес, выведенный из экспериментальных данных, лежит в пределах от 999.913 до 999.947 $\pm$ 0.020 г. Я сам сделал новую обработку[2] материалов, данных Траллесом и Жино, и получил результат 999.966 $\pm$ 0.03 г. Но этому результату мы также не можем придавать особого значения, главным образом, по трем следующим причинам:

1. Первичные наблюдения Лефевра-Жино не известны.

2. Цилиндр, примененный Лефевром-Жино в многочисленных (в общем 48) взвешиваниях при $+$ 0.3° Ц, имел специальную маленькую трубку, обеспечивающую связь внутренней части цилиндра с наружным воздухом. Следовательно, существовала конденсация водяных паров на внутренних стенках цилиндра.

3. Не дано точных указаний о методах очистки воды, в которой производились взвешивания; но, принимая, что вода, один раз перегнанная без особых предосторожностей (как показывает опыт), очень часто имеет удельный вес до 1.0002, принимая его для чистой воды за единицу, мы должны считать, что действительный вес будет меньше, чем вес, полученный из исследований Лефевра-Жино.

Из вышеупомянутых определений мы должны сделать вывод, что вес кубического дециметра воды *в пустоте* при 4° Ц не больше, чем 999.96 г, и едва ли меньше 999.76 г.

Из всех определений, сделанных в течение настоящего столетия, только определения Купфера (Kupffer) и Ченея (Chaney) были выполнены при всех возможных условиях, необходимых для получения надежного результата. Эти условия следующие: прямые сравнения гирь и мер с основными образцовыми гирями и мерами, точные поправки термометров и особенная забота в получении совершенно чи-

---

[1] Procès-verbaux d. Comité international, 1873—1874, стр. 122—140.

[2] См. сноску 3 на стр. 571.

стой воды, которая перед опытом кипятилась, чтобы удалить растворенный воздух.[1] Я поэтому рассматриваю эти определения, вводя в них все поправки по способу, соответствующему нашей настоящей практике и относительно которых я считаю здесь необходимым сделать следующие заявления. Я предположил:

1) 1 м = 39.3700 ± 0.0001 английских дюйма, как это следует из совокупности надежных сравнений Кетера, Кларка (Clark) и Титтмана (Tittman). Нужно вспомнить, что русский дюйм, согласно закону, равен английскому дюйму, и что 1 куб. дюйм равен 16.38716 куб. см или 0.01638716 куб. дм.

2) 1 фунт (avoirdupois) = 453.59243 г, как мы видим из недавних определений Ченея; отсюда 1 гран = 0.647989 г.

3) Один русский фунт = 409.5120 ± 0.0005 г, как явствует из того, что Купфер дает 409.51156 ± 0.00072, а предварительные взвешивания, сделанные в Главной Палате мер и весов в 1894 г., дают 409.51236 ± 0.00022 г. Поэтому одна доля (русский фунт содержит 96 золотников по 96 долей) равна 0.0444349 г.

4) Для чистой воды (свободной от растворенного воздуха) я принял, что изменение уд. веса (при 4° Ц равного 1), как зависящего от температуры t° Ц, выражается следующим равенством:

$$S_t = 1 - \frac{(t-4)^2}{1.9\,(94.1+t)\,(703.5-t)}, \qquad (1)$$

выведенным мною[2] из целого ряда лучших определений между −10° и +200°, сделанных до 1891 г. при употреблении выверенных ртутных термометров, какие применялись Купфером и Ченеем.

Здесь я считаю необходимым упомянуть, что при обычных температурах ртутные термометры дают более высокие показания (t), чем показания водородного термометра (обозначим его температуру через T); разность $t-T$ очень различна, будучи при 20° от +0.1° (*для французского стекла* verre dur) до +0.25° (обычное легкоплавкое стекло). Выражая температуру по шкале водородного термометра через T и применяя самые последние определения Тизена (Thiesen),

[1] Благодаря растворенному воздуху плотность воды уменьшается на миллионные доли, как я показал в моей работе «Исследование удельного веса водных растворов», 1887 г., стр. 383. Мэли и Марек (Wiedem. Ann., 1891, том 44, стр. 172) в настоящее время нашли, что относительная плотность воды, содержащей воздух, при 0° C = 0.9999975, при 10° C = 0.9999968, при 20° C = 0.9999996 и при 30° C = 1.

[2] Phil. Mag., 1892, стр. 99.

Мэли (Maly), Марека (Marek), Шела (Scheel) и Шапюи (Chappuis) для температур от 0° до $T = 30°$, я получил[1] следующую зависимость, которой хорошо удовлетворяют лучшие определения

$$S_t = 1 - \frac{(T-4)^2}{122420 + 1130.2\,T} \qquad (II)$$

Но уд. вес воды S_t мы должны взять по формуле I, а не по формуле II, так как Купфер и Ченей дают температуры по шкале ртутного термометра без приведения к водородному термометру. Как пример, мы даем следующие сравнения:

Ртутный термометр (I)

$t = 10°$ Ц	$S_t = 0\ 999738$
$t = 15°$ Ц	» $= 0.999152$
$t = 16^2/_3°$ Ц $= 62°$ Ф	» $= 0.998890$
$t = 20°$ Ц	» $= 0.998272$

Водородный термометр (II)

$T = 10°$ Ц	$S_T = 0.9997308$
$T = 15°$ Ц	» $= 0.9991319$
$T = 16^2/_3°$ Ц $= 62°$ Ф	» $= 0.9988681$
$T = 20°$ Ц	» $= 0.9982348$

5) Вес литра сухого воздуха, свободного от углекислоты, при 0° и давлении 760 мм, согласно моим выводам[2] из исправленных данных Реньо (Regnault), Йолли (Jolly), Ледюка (Leduc) и Рэлея (Rayleigh), равен $e_0 = g\ 0.131844 \pm 0.0001$ г, где g — ускорение силы тяжести в метрах (принято для Лондона 9.8126, для Парижа 9.8100 и для Петербурга 9.8188). Допуская 0.04% углекислоты, мы имеем для Петербурга $e_0 = 1.2948$ и для Лондона $e_0 = 1.2940$. При упругости водяного пара в воздухе $= h$ мм, барометрическом давлении при $0° = H$ и температуре t, я принял, что вес литра воздуха

$$e = e_0 \frac{H - 0.37\ h}{760(1 + 0.00367\ t)}.$$

Во всех вышеупомянутых предположениях мы, конечно, имеем некоторые ошибки, но все они, взятые вместе, в крайнем случае, не могут превзойти больше, чем децимиллиграмма веса кубического дециметра воды.

Подробное описание большого ряда определений, сделанных Купфером, мы находим во 2-м томе его мемуара

---

[1] Временник Главной Палаты, часть II, 1895, стр. 9.*

[2] Временник Главной Палаты, 1894 г., часть I, стр. 86 **.

* Д. И. Менделеев, Соч., т. XXII, 1950, стр. 113. [*Прим. ред.*].

** Д. И. Менделеев, Соч., т. XXII, 1950, стр. 97. [*Прим. ред.*].

«Travaux de la Commission pour fixer les mesures et les poids de l'Empire de Russie» (С.-Петербург, 1841 г.). Купфер применил 2 латунных цилиндра, объем которых, найденный как среднее из ряда измерений, имеет при $t = 13^1/_3°$ Р $=$ $= 62°$ Ф $= 16^2/_3°$ Ц: для малого цилиндра $V_1 = 24.17753$ куб. дюйма (*loc. cit.*, стр. 133), для большого цилиндра $V_2 =$ $= 49.89931$ куб. дюйма (*loc. cit.*, стр. 250).

Коэффициент расширения примененной латуни не был в действительности определен Купфером, а поэтому для приведения объемов к температурам, близким к $16^2/_3°$ Ц, я использовал результаты Физо (Fizeau). По коэффициентам линейных расширений (в градусах Цельсия) мы находим для объемов

$$v_t = v_0 = (1 + 0.00005337t + 0.00000003t^2)\ldots \qquad (III)$$

поэтому для коэффициента кубического расширения

$$\left(\frac{\delta V_t}{\delta t}\right) \text{ при } 16^2/_3° \text{ Ц} = 0.00005437 \text{ на } 1° \text{ Ц},$$

или 0.00006796 на 1° Р.

Объем обоих цилиндров при $t°$ Р будет:
для малого цилиндра $V_{1t} = 24.17753 + 0.001643\ (t - 13^1/_3)$,
для большого „ $V_{2t} = 49.89931 + 0.003391\ (t - 13^1/_3)$.

При определениях диаметров и высот малого цилиндра мы редко находим, чтобы наибольшая разность между отдельными измерениями достигала до 0.00014 дюйма. Из средних результатов большого количества измерений мы должны предположить, что ошибка в определении объема не больше, чем ± 0.00168 куб. дюйма, или меньше, чем $\frac{1}{14391}$ часть всего объема, которая для куб. дм соответствует 0.069 г. В измерениях большого цилиндра, при диаметре около 4″, была получена бо́льшая точность, так что средняя ошибка линейных измерений была меньше, чем 0.00005 дюйма; поэтому ошибка в объеме была меньше, чем 0.000190 куб. дюйма, соответствуя относительной ошибке меньшей, чем $\frac{1}{26263}$, или для 1 куб. дм меньше, чем 0.038 г.

Мы должны поэтому ожидать бо́льшей точности от определений с помощью большого цилиндра, чем от тех, в которых был применен малый цилиндр.

Хотя я сделал с подобной подробностью исправления всех данных Купфера, в дальнейшем рассуждении я буду принимать в соображение только данные, полученные с по-

мощью большого цилиндра, особенно потому, что во всех случаях, относящихся к взвешиваниям, они устойчивее и симметричнее, т. е. изменения веса неизменно следуют за изменениями температуры.

С большим цилиндром (как и с малым) Купфер сделал много рядов чередующихся взвешиваний в воздухе и в воде. Он первый применил обычную, один раз перегнанную воду и потом воду, которая была приготовлена специально для него хорошо известными химиками Гессом (Hess) и Фритцше (Fritzsche). Сообразно всем испытаниям эта вода казалась чистой. Перед опытом ее кипятили, чтобы удалить растворенный воздух. Только данные, полученные для чистой воды, имеют самое важное значение. Из данных, полученных с водой, первоначально примененной, мы можем только заключить, что ее плотность по отношению к плотности чистой воды = 1.000128, если мы исходим из исправленных взвешиваний большого цилиндра. Мы предполагаем поэтому, что вес куб. дм перегнанной один раз воды может оказаться больше, в пределах до дециграммов.

Вес большого цилиндра в воздухе был определен из 35 взвешиваний, подразделенных на 6 рядов; средние результаты каждого суть:

Количество взвешиваний	Средний наблюденный вес (в произвольных единицах) A[1]	Отсчет по барометру при 0° (в дюймах)	Исправленная температура (в градусах P)	Разность показаний термометров психометра (в градусах P)	Купфер том II. (стр.)
10	25560.9621	29.81	12.30	—	275
5	25561.0171[2]	29.77	13.45	3.17	280
5	25560.8851	29.98	12.30	3.61	284
5	25560.6791	29.97	12.20	2.80	289
5	25560.4155	30.45	13.30	3.00	293
5	25560.7482	29.90	13.40	—	307

[1] Для взвешиваний Купфер применял рабочий фунт D с его выверенными подразделениями и только в конце своего исследования, как показано позднее, установил соотношение этого фунта с образцовым русским фунтом N; в результате оказалось, что A = 1.00000933 доли русского фунта.

[2] В вычислении среднего для этого наблюдения в отчете Купфера имеется опечатка или ошибка: напечатано 2 фунта, 74 золотника, 35.0171 доли, а должно быть 2 фунта, 74 золотника, 25.0171 доли = = 25561.0171 A.

Так как результаты очень близки друг к другу, мы можем взять среднее значение: вес в воздухе 25560.7884 А, $H_0 = 29.98$ дюйма $= 761.48$ мм; h (упругость водяного пара при влажности 61%) $= 8.26$ мм; $t = 12.825°$ Р $= 16.03°$ Ц. Отсюда, найдя e (вес литра воздуха) $= 1.2205$ г, или вес куб. дюйма воздуха $= 0.4501$ А, объем цилиндра $= 49.898$ куб. дюйма и объем гирь $= 8.156$ куб. дюйма (уд. вес гирь $= 8.51$, поэтому объем 3134 А гирь $= 1$ куб. дюйму), мы имеем для веса цилиндра в *пустоте* $P_2 = 25579.5725$ А.[1] Так как произвольная единица веса А, как мы увидим позднее, имеет вес, очень близкий к значению доли фунта, т. е. около 44.4 мг, и так как ошибка взвешиваний Купфера не меньше, чем 0.7 мг, мы можем допустить, что ошибка в P_2 будет ± 0.012 А, а в среднем результате будет получена ошибка даже меньше.

Закончив все свои взвешивания, Купфер (*loc. cit.* стр. 342) определил отношение веса произвольной единицы А, с помощью которой были сделаны взвешивания, к весу образцового русского фунта, и после внесения всех необходимых поправок он пришел к заключению, что А была немного тяжелее, чем доля истинного веса, а именно: А $= 1.00000933$ доли. Поэтому $P_2 = 25579.81$ доли.

Купфер сделал 27 взвешиваний большого цилиндра в воде, которая хотя и была перегнанной, но, как оказалось впоследствии, не была вполне чистой. Все эти взвешивания я пересчитал[2] и даю здесь только конечный результат, указывающий, что при $13^1/_3°$ вес вытесненной воды (сведенный к взвешиваниям в *пустоте*) равен 18382.00 доли, т. е. очевидно больше, чем вес (18379.19 доли) того же самого объема совершенно чистой воды, приготовленной Гессом и Фрицше. После получения этой воды Купфер сделал в ней 20 новых полных взвешиваний этого же самого цилиндра, располагая их в 5 рядов, по 4 взвешивания в каждом. Средний результат мы даем здесь не в порядке сделанных взвешиваний, а в порядке наблюденных температур воды, так что изменение соотношения между весом и температурой (t)

---

[1] Купфер находит, что вес в пустоте равен 25580.7751 или 25580.5302, принимая вес литра воздуха по Био (Biot) и Араго (Arago), которые дают его больше, чем он должен быть. По этой причине результаты Купфера выше.

[2] См. сноску 3 на стр. 571.

менена действительно чистая вода и употреблены все средства для получения правильного результата, но это значение также более вероятно, чем все другие результаты, полученные Купфером.[1] Оно соответствует чистой, хорошо прокипяченой воде и бо́льшему из цилиндров, примененных им; так что все данные здесь показывают более ясное единообразие, чем в других определениях Купфера.

Этот результат из наблюдений, сделанных 45 лет тому назад русским метрологом, получает особенное значение вследствие опубликования в 1892 г. в Phil. Trans. (том 183, стр. 331—354) исследований веса куб. дюйма воды, сделанных в 1888 г. современным английским метрологом Ченеем, так как последний не только старался получить совершенно чистую воду (и прокипяченую, чтобы удалить растворенный воздух), не только использовал приборы и методы, старательно испытанные, но также взял цилиндр и шар значительно больших размеров, чем самый большой, примененный Купфером.[2] Особенно большими размерами (около 9 дюймов в диаметре и высоте) отличается цилиндр C, объем которого при $62^\circ\,\Phi = V_{62} = 572.80365$ куб. дюйма. Цилиндр был сделан из бронзы, и мы имеем для него, следуя определениям Физо:

$$V_t = V_0 (1 + 0.00005106\, t + 0.0000003\, t^2),$$

где t — выражено в градусах Цельсия, или, если мы исходим от V_{62} и используем шкалу Фаренгейта, мы имеем:

$$V_t = V_{62} [1 + 0.00002890\, (t - 62) + 0.000000009\, (t - 62)^2] \ldots (\text{IV}).$$

---

[1] Таким образом после полных расчетов других определений Купфера, я получил для веса *в пустоте* куб. дюйма воды при $13^1/_3^\circ$ Р следующие данные:

для малого цилиндра,	первая вода	— 368.389	доли
» » »	чистая »	— 368.377	»
» большого »	первая »	— 368.371	»
» » »	чистая »	— 368.326	».

[2] Кроме цилиндра C и шара S Ченей также сделал измерения с кварцевым цилиндром Q. После получения от Ченея некоторых дополнительных данных, относящихся к этим измерениям, я сделал полный расчет и нашел для куб. дециметра воды при ее наибольшей плотности вес 999.374 грамма. Этому числу я не мог приписать сколько-нибудь важного значения, так как объем Q очень мал, только 23.04 куб. дюйма, и так как кварц очень медленно принимает температуру окружающей среды.

Взвешивания в воздухе дали:

Вес в воздухе (в гранах)	Температура воздуха (в °Ф)	Барометр при 0° (в дюймах)
183676.336	57.5	29.98
.259	57.3	29.98
.248	60.1	30.22
.302	58.2	29.34
Среднее . 183676.286	58.27	29.88

Удельный вес гирь был 8.0298. Допуская влажность=66.7%, мы имеем для веса литра воздуха 1.2216 г, или вес куб. дюйма 0.3089 грана, и поэтому вес C *в пустоте* P_0= = 183825.243 грана.

Шесть взвешиваний в воде, расположенных в соответствии с температурой воды, дали:

[№№ п.п.]	Температура воды (в °Ф)	Кажущийся вес C в воде (в гранах)	Температура воздуха (в °Ф)	Барометр при 0° (в дюймах)
1	56.38	39109.87	56.5	30.22
2	57.61	39090.50	56.8	29.38
3	58.00	39125.00	58.2	29.34
4	58.10	39109.85	57.2	30.15
5	58.87	39091.84	56.0	30.14
6	61.42	38141.86	59.5	30.30

Для того, чтобы найти вес вытесненной воды, сначала был вычислен вес куб. дюйма воздуха (столбец 1), и таким же образом был найден действительный вес C в воде (столбец 2). После этого вычитанием из P_0 весов P_t вытесненной воды (столбец 3) при температуре $t°$ Ф (столбец 4) по этим данным, зная удельный вес воды S_t (столбец 5), был вычислен вес P воды при средней температуре 58.4° Ф по формуле:

$$P_{58.4} = \frac{P_t \cdot 0.999201\, V_{58.4}}{S_t \cdot V_t},$$

где 0.999201 уд. вес воды при 58.4° Ф; $V_{58.4}$ — объем C при той же температуре (по формуле IV) и V_t — объем C при температуре $t°$ Ф.

[№№ п. п.]	Вес куб. дюйма воздуха (в гранах)	Действ. вес C в воде (в гранах)	Вес вытесненной воды при t, P_t (в гранах)	Температура (в ° Ф)	Уд. вес воды при t	Вес вытесненной воды при 58.°4 Ф. $P_{58.4}$ (в гранах)
	1	2	3	4	5	6
1	0.314	39103.82	144721.42	56.38	0.999335	144704.64*
2	0.305	39084.62	144740.62	57.61	0.999262	144735.13
3	0.303	39119.16	144706.08	58.00	0.999233	144703.46*
4	0.312	39103.84	144721.40	58.10	0.999224	144718.90
5	0.313	39085.81	144739.43	58.87	0.999162	144743.04
6	0.312	39135.84	144689.40	61.42	0.998895	144733.66

Значительные разности в числах последнего столбца показывают, что в большинстве наблюдений имеются воздушные пузырьки, о которых Ченей (*loc. cit.* стр. 347) особо упоминает при обсуждении взвешиваний. Так как пузырьки воздуха уменьшают вес C в воде, т. е. несомненно увеличивают вес воды, то следует доверять весу только в 2 взвешиваниях (отмеченных звездочкой), №№ 1 и 3, где пузырьков не замечено или их было очень мало, и я поэтому для вычисления беру только эти два взвешивания. По ним средний вес воды при $58.4°\,\Phi - P_{58.4} = 144704.05$ грана, но так как объем C (по формуле IV) при этой температуре $V_{58.4} = 572.744125$, мы имеем, что вес куб. дюйма воды при $58.4°\,\Phi = 252.6504$ грана. Уд. вес воды при этой температуре равен 0.999201, из чего следует, что вес *в пустоте* куб. дм воды при ее наибольшей плотности (4° Ц) равен 999.8414 г.

Этот результат, который близко подходит к результату (999.8495 г), выведенному из самых лучших наблюдений Купфера, показывает одновременно, что метод, выбранный нами, дает пригодные результаты. Это подтверждается определениями, сделанными Чэнеем при помощи медного шара S, имевшего диаметр около 6 дюймов. Объем его V_{62} при $62°\,\Phi = 112.669406$ кубических дюйма и, в согласии с формулой III,

$$V_t = V_{62}[1 + 0.00003018\,(t - 62) + 0.000000009\,(t - 62)^2].$$

Пять очень близко сходящихся взвешиваний S в воздухе дали средний вес 28409.913 грана при средней температуре $t = 59.21°\,\Phi$, $H_0 = 30.27''$; следовательно, вес 1 куб. дюйма

воздуха = 0.3123 грана, а вес S *в пустоте* = 28440.778 грана. Пять взвешиваний в воде дали, согласно наблюдениям Ченея и моим расчетам:

[№№ п.п.]	Температура воды t в °Ф	Кажущийся вес S в воде при $t°$ (в гранах)	Вес вытесненной воды при t (в гранах) P_t	Вес вытесненной воды при 56.20°Ф согласно формуле V, $P_{56.2}$ (в гранах)
1	54.58	—27.02	28467.80	28466.07
2	54.72	—27.01	28467.79	28466.21
3	56.63	—24.70	28465.48	28466.11
4	57.60	—23.72	28464.43	28466.11
5	57.48	—23.65	28464.50	28466.29

Числа столбца 5 вычислены таким же самым образом, как для цилиндра C, а именно согласно формуле:

$$P_{56.2} = \frac{P_t \cdot 0.999369 \cdot V_{56.2}}{S_t V_t}. \qquad (V)$$

Близкое совпадение между всеми полученными значениями $P_{56.2}$ показывает, что все данные для S заслуживают полного доверия, факт, который Ченей также полностью признает, и мы, следовательно, берем за общее среднее: $P_{56.2} = 28466.16$ грана.

Объем S при 56.2° Ф $= V_{56.2} = 112.64972$ и, следовательно, вес *в пустоте* куб. дециметра воды при 4° Ц = 999.8546 г.

Так как этот результат близок к двум предшествующим, то мы можем взять общее среднее из трех, давая каждому из них вес пропорционально произведению числа взвешиваний и объему вытесненной воды, что пропорционально массе взвешиваемой воды.

	Число взвешиваний, n	Приблизительный объем (в куб. дм), P	Произведение nP.	Вес куб. дециметра воды при 4°, *в пустоте* (в граммах)
Большой цилиндр Купфера	20	0.818	16.36	999.8495 × 9
Цилиндр C, Ченея . .	2	9.39	18.78	999.8414 × 10
Шар S, Ченея	5	1.84	9.20	999.8546 × 5

Из этих данных мы находим, что самый вероятный вес, *в пустоте*, куб. дециметра воды при ее наибольшей плотности равен 999.847 г. Хотя вероятная ошибка этого результата достигает лишь миллиграммов, будет наиболее правильно предположить, что верное значение лежит в пределах от 999.85 до 999.82 г, потому что метод гидростатического взвешивания, до сих пор применяемый, не гарантирует полного отсутствия воздушных пузырьков. Но совпадение результатов Купфера и Ченея дает уверенность, что вероятный вес не больше, чем 999.85 г, но возможно немного меньше, около 999.84.

Принимая вышеупомянутое значение 999.847, мы имеем:

Температура по шкале водородного термометра		Вес воды *в пустоте*[1]		
в °Ц	в °Ф	куб. дециметра (в граммах)	куб. дюйма (в англ. гранах)	куб. дюйма (в русских долях)
0	32.0	999.716	252.821	368.686
4	39.2	999.847	252.854	368.734
15	59.0	998.979	252.635	368.414
$16^2/_3$	62.0	998.715	252.568	368.316
20	68.0	998.082	252.407	368.083

Пока не будут выполнены новые и более точные исследования о расширении воды и ее весе в данном объеме — рассмотренные результаты должны считаться наиболее точными по сравнению с теми, которые до сих пор опубликованы.

---

[1] Здесь не принимается во внимание сжатие воды, т. е. предполагается, что вода находится под давлением в 1 атмосферу; но отсюда при $t°$ Ц (от 0° до 30°) объем уменьшается приблизительно на $50—0.22\,t$ миллионных частей. Мы имеем в действительной пустоте, при 0°, вес куб. дециметра = 999.666 г, при 20° около 998.036. Следовательно, вес куб. дециметра воды достигает 1000 г при давлении 4 атмосферы, но *в пустоте* при всех температурах вес воды меньше, чем килограмм.

Центральный Государственный исторический архив в Ленинграде, фонд 28, оп. 1, д. 216, л. 1—3.

29 октября 1897 г.
№ 143.

В Департамент торговли и мануфактур

Согласно ходатайству моему перед его высокопревосходительством г-ном министром финансов от 11 апреля 1894 г. за № 63, Департаментом торговли и мануфактур внесена была в смету на 1896 г. сумма в размере 1500 руб., предназначенная для издания на русском языке отчета о возобновлении прототипов. Сумма эта до настоящего времени еще не израсходована вследствие того, что проверочные работы и чертежи приборов только теперь приближаются к концу и могут последовательно сдаваться для напечатания в типографии г-на Демакова. Посему покорнейше прошу Департамент торговли и мануфактур сделать распоряжение о внесении типографии г-на Демакова в кредиторский список казны на будущий 1898 год на всю разрешенную на этот предмет сумму, именно 1500 рублей для уплаты оной типографии Демакова в счет работ, ценность которых (за бумагу, набор, печатание и гравирование чертежей) несомненно должна превзойти вышеуказанный (1500 р.) размер, особенно ввиду необходимости публикования французского перевода составляемого издания. Это последнее необходимо не только по примеру прежнего издания (1841 г. академиком Купфером), но и ввиду того, что примененные ныне нами при взвешиваниях способы представляют немало самостоятельного значения и возбуждают интерес в метрологических ученых кругах. Поэтому я предполагаю, ради сокращения расходов по двойному печатанию всего издания, таблицы (т. е. многочисленные числовые данные и рисунки), которого должны повторяться в них обоих, печатать одно издание на русском и французском языках сразу (в двух колоннах для текста, с общими для обоих текстов таблицами). Вследствие сего и по причине необходимости увеличения размеров текста и таблиц (сравнительно с предполо-

жением 1894 г.) расходы на издание, которое предполагалось только на русском языке, должны значительно возрасти.

По собранным доныне сведениям, издание на русском языке заняло бы от 30 до 50 печатных листов, в числе коих около половины займут таблицы, и издание при печатании 600 экземпляров обойдется от 2000 руб. до 2500 руб. Если бы издать особое французское издание, то его ценность была бы не менее этого, так как пришлось бы внести особый расход на гонорар за перевод. Если же издание сделать сразу на русском и французском языках, то при печатании 600 экземпляров и уплате за перевод ценность издания едва ли превзойдет 3000—4000 руб., так как на бумаге и таблицах получится большая экономия, и все издание займет от 50 до 60 печатных листов.

Вследствие вышеизложенного покорнейше прошу Департамент торговли и мануфактур:

1) Сохранить кредит в 1500 руб. на напечатание отчета по возобновлению прототипов, отпущенный по смете 1896 г., еще на год, до ноября 1898 г.

2) В смету на 1899 г. включить дополнительный кредит на сумму от 1500 до 2500 руб. (более точный размер расходов выяснится в начале 1897 г.).

О чем своевременно буду иметь честь войти с особым ходатайством.

Управляющий Главною палатою мер и весов

Д. Менделеев.

Центральный Государственный исторический архив в Ленинграде, фонд 28, оп. 1, д. 222, л. 17.

25 апреля 1898 г.
№ 73.

Его превосходительству В. И. Ковалевскому.

Милостивый государь,
Владимир Иванович!

На письмо вашего превосходительства от 24 сего апреля за № 232 имею честь сообщить, что все самостоятельно выработанное в Главной Палате мер и весов устраивалось доныне лишь в единичных экземплярах, совершенно необходимых для текущих работ Палаты, а потому не может быть из нее отлучено на выставку даже временно, притом большинство предметов, могущих иметь международный интерес, отличается такою деликатностью устройства, что я считаю рискованным посылать подобные предметы далеко от Палаты. Самые же важные, по новости дела, предметы прямо закреплены и имеют особое значение только среди полной обстановки нашего учреждения.

А потому я полагал бы наиболее благоразумным не выставлять на всемирную выставку никаких подлинных предметов из Главной Палаты мер и весов. Все, что можно было бы сделать в этом отношении, может состоять из модели наших основных приспособлений для взвешивания и компарирования. На устройство такой модели потребуется расхода не менее 1000 руб., и если Министерство финансов может их ассигновать, то мы примем все средства для того, чтобы модель передала с полной ясностью главные особенности наших приспособлений, не встречающихся в других учреждениях, подобных нашему.

Прошу, ваше превосходительство, принять уверение в совершенном почтении и готовности к услугам.

Д. Менделеев.

Документ хранится в Рукописном отделе Государственной ордена Ленина библиотеки СССР имени В. И. Ленина.

Высокоуважаемый

Константин Петрович!*

В записке профессора В. В. Болотова,** полученной от вашего высокопревосходительства, с удовольствием вижу подтверждение мысли, с которою явился к Вам, принося с собою сочинение американца Ньюкомба[1] и высказываясь за своевременность поднятия вопроса о стилях, когда в Париже (1900 г.) соберется конференция для суждения о делении времени. Однако, к прискорбию, записка профессора Болотова не содержит указаний на возможность доставить победу относительной истине и направить умы на искание нового, более безупречного стиля, чем современные: восточный, {и}*** западный {или} александрийский (ныне абиссинский). Мне и теперь, после прочтения указанной записки, кажется, что было бы полезно открыто поговорить о недостатках западного стиля, чтобы объяснить несвоевременность перемены восточного на западный и чтобы подготовить путь к более разумному, к которому одному и стоит присоединяться, исполняя как мысль Никейского собора, так и заветы христианской образованности, чуждые сентиментальности и биржевых интересов. Если бы можно было достичь соглашения сперва в скромном домашнем кружке, а потом в комиссии из духовных и гражданских представителей, то, я полагаю, можно было бы успокоить

* Письмо к К. П. Победоносцеву — обер-прокурору святейшего Синода. [*Прим. ред.*].

** См. прил. IV и V к «Журналу Комиссии по вопросу о реформе календаря в России» от 31 мая 1899 г. (стр. 27—49, изд. Русского Астрономического общества). [*Прим. ред.*].

*** В фигурные скобки заключены слова, вычеркнутые Д. И. Менделеевым. [*Прим. ред.*].

[1] Примечательно, что в русском переводе астрономии Ньюкомба выпущено указанное мною место, недвусмысленно говорящее в пользу восточного стиля.

многие умы и взять инициативу в русские руки, готовя неизбежное будущее, так как рано или поздно масса увидит недостатки западного стиля и будет искать более совершенного. К «русскому» стилю, если он будет хорошо обдуман, легче пристанут все, чем к григорианскому или юлианскому, потому что оба они явно имеют недостатки, а Россия заняла в мире место, близкое к центральному, ее голос услышат и послушают. Притом дело не идет, да кажется и не должно итти, о том, чтобы тотчас изменять стили, а лишь о том, чтобы подготовить умы к необходимости более совершенного стиля, чем западный (или «новый»), а главное о том, чтобы открыто выяснить беспочвенность порывов к западному стилю, несомненно существующих у многих русских, недостаточно ознакомленных с предметом.

Повергая эти соображения на Ваше усмотрение, со своей стороны я покорюсь Вашему решению, будучи уверен, что оно примет во внимание такие интересы минуты, которые мне, при моих чисто кабинетных занятиях, совершенно не знакомы.

Глубоко преданный, готовый к услугам, искренно сочувствующий

21 октября 1898
Забалканский, 19.

Д. Менделеев.

Proceedings of the Royal Society of London. 1898, LXIII, p. 454—459. Перевод И. Н. Морозовой и М. И. Тютиковой под ред. доц. Г. Д. Кокош.

ОПЫТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ ВЕСОВ

Д. И. Менделеев, действительный член королевского общества. Получено 9 июня. Прочитано 9 июня 1898 г

В 1893 г. в Петербурге была создана Главная Палата мер и весов, как центральное учреждение России для поверки различного рода образцовых мер. Будучи назначен директором вышеупомянутого учреждения, я прежде занялся изготовлением оборудования для точных взвешиваний, благодаря чему были введены некоторые улучшения в обычные методы. Подробное описание можно будет найти в официальном отчете о возобновлении русских образцов мер веса и длины.

Результаты работы показывают, что на весах нашего института мы в состоянии найти разницу между двумя платиноиридиевыми килограммовыми гирями одним единичным взвешиванием с точностью до ± 0.02 мг и системой взвешиваний до ± 0.002 мг с вероятной погрешностью, равной нескольким десятитысячным миллиграмма.

Мы имеем несколько таких весов; те, которые чаще применяются, созданы хорошо известными весовыми фирмами Рупрехта и Неметца в Вене. Некоторые важные улучшения были сделаны к этим весам, особенно в направлении уменьшения влияния наблюдателя. Получив такие результаты в точности взвешиваний, я использовал их не только для сравнения образцов мер веса, но также в опытном исследовании колебаний весов, помогая собрать некоторый материал не только для изучения весов различных систем и конструкций вообще и трения призм, но особенно для того, чтобы найти действие тяжести и момента инерции на такой маятник, каким являются точные весы. Если мы примем во внимание время одного колебания (от 30 до 60 се-

кунд), то найдем, что наши весы соответствуют синхронным математическим маятникам, имеющим длину, равную от 1000 до 3000 м. Исследования в этом направлении еще не закончены, но одна часть полученных результатов находится теперь в печати, и я бы хотел сообщить выдержки членам королевского общества.

Перед тем как перейти к делу я должен упомянуть, что много сотен наблюдений периодов колебаний и отсчетов по шкале весов были сделаны моими друзьями и помощниками, особенно Ф. П. Завадским, В. Д. Сапожниковым, а также А. Н. Доброхотовым, К. Н. Егоровым, Мюллером, Озаровской и Эндимионовой. Их деятельное содружество сильно способствовало успеху опытов, и я много обязан им за проверку многочисленных расчетов, которые это исследование вызывало.

В упомянутых исследованиях наблюдались следующие данные.

1. Отсчеты шкалы l_n наблюдались чрез оптическую трубу после отражения от зеркала, прикрепленного к коромыслу весов, l_1 — первый отсчет. Одно деление шкалы соответствует в различных весах углу от 0.5 до 4 мин. Отсчеты брались с погрешностью 0.05 деления, что близко согласуется с вероятной погрешностью в l.

Для каждого ряда из 4 или 5 отсчетов определялись положение равновесия L_n и амплитуды r_n, получаемые как разности между l_n и L_n. Отношение между r_n и r_{n+1} названо в дальнейшем декрементом D_n.

2. Время прохождения чрез положение равновесия T_n определялось частично с помощью хронографических часов, частично цилиндрическим хронографом Марея; приведение к точному астрономическому среднему времени было сделано сравнением с нашими образцовыми часами (Hohwü 31), которые проверялись по сигналам Пулковской астрономической обсерватории.

Из наблюденных T_n выводилась средняя продолжительность (в секундах среднего времени) одного колебания, т. е. от l_n до l_{n+1}.

3. k — число миллиграмм, соответствующее одному делению шкалы.

4. e — вес в миллиграммах литра воздуха внутри витрины весов, полученный согласно отсчетам по термометру ($\pm 0.003°$), барометру и психрометру Ассмана.

5. p — вес нагрузки на каждой чашке, выраженный в граммах.

6. P — вес всей движущейся массы весов и нагрузки в граммах.

7. v — объем нагрузки в миллилитрах. Он же оказывает влияние на t_n и D_n, а мы и изучали изменение D_n и t_n.

I. Изменение D и t в зависимости от величины одного колебания, $R_n = l_n - l_{n+1}$, или амплитуды, $r_n = (L_n - l_n)(-1)^n$.[1]

Продолжительность одного колебания, если все без исключения другие условия были постоянными во всех шести исследованных весах, *уменьшается с уменьшением* колебаний, или *амплитуды*. Эти изменения были не только во много раз больше, чем погрешности отсчетов, но во много сот раз превосходили поправки времени одного колебания, которые были выведены из обычной формулы для уменьшения колебаний маятника, приведенного к бесконечно малым амплитудам.

Уменьшение времени одного колебания самым простым способом может быть представлено в первом приближении формулой:

$$t_n = t_0 \beta^{-n}, \qquad (1)$$

следовательно,

$$T_n = Q - U\beta^{-n},$$

где

$$U = \frac{t_0}{\log.\,\mathrm{nat}.\,\beta^{n*}} \text{ и } Q = T_0 - U.$$

Ясно видно, что D *уменьшается с уменьшением амплитуды* r_n, для чего достаточно наблюдать 4 отсчета. Экспериментальный закон уменьшения D в первом приближении может быть представлен формулой:

$$D_n = d + \alpha r_n,$$

где d — предел декремента в случае бесконечно малой амплитуды и α — постоянный коэффициент, который во всех исследованных весах колеблется между 0.0010 и 0.0002. Наблюдения, относящиеся к t_n и D_n, были сделаны в очень большом числе и все подтвердили выше данный результат.[2]

---

[1] r_n очень близко к $\frac{1}{2}R$, но я предпочитаю давать D и t в отношении к r_n, потому что при этом методе малые ошибки в L_n исчезают.

[2] Подробности смотрите в вышеупомянутом официальном отчете.

* log·nat·обозначает логарифм при основании *e*. [*Прим. ред.*].

Следовательно,

$$r_n = \frac{r_0}{\frac{\alpha r_0 \cdot d^n - 1}{d-1} + d^n},$$

или $\frac{1}{r_n} = K : d^n - N$, где $N = \frac{\alpha}{d-1}$, а $K = N + \frac{1}{r_0}$.

Ранее подобного рода факты относительно t и D кратко упоминались,[1] но им было уделено мало внимания. Но в наших очень многочисленных наблюдениях эти факты выделяются так ясно и несомненно, что и в обычных простых маятниках мы должны предположить существование подобных отклонений, на которые, только благодаря их малости, не обращали внимания наблюдатели. Я начал исследование простого маятника в этом направлении.

Так как D и t меняются с амплитудой r_n, то следующие D и t будут даваться для случая, когда $r = 15$ делений, и будут обозначаться D_{15} и t_{15}.

II. Изменение D_{15} и t_{15} с изменением нагрузки

Время t_{15} во всех весах уменьшается с уменьшением нагрузки и k.

а) Для одного рода весов — очень быстро, как, например, для весов Рупрехта:

	1	2	3	4
p	0 г	105 г	430 г	563 г
P	1234 »	1440 »	2099 »	3358 »
D_{15}	1.0136	1.0180	1.0217	1.0244
t_{15}	27.3 сек.	28.5 сек.	38.3 сек.	48.2 сек.

б) Для других весов значительно медленнее, как для весов Неметца:

	1	2	3	4
P	1147 г	1359 г	2213 г	3442 г
k	0.0192 мг	0.0234 мг	0.0481 мг	0.0670 мг
D_{15}	1.0321	1.0392	1.0337	1.0313
t_{15}	30.5 сек.	32.8 сек.	33.3 сек.	33.7 сек.

Декремент D_{15} в некоторых весах с увеличением нагрузки (а) увеличивается, как в вышеупомянутых весах Рупрехта или (б) уменьшается, как в весах Колло, предназначенных для нагрузки 40 кг на каждую чашку.

[1] Сравните Мейер (Meyer). 1871, Меркадие (Mercadier). 1876, Тизен (Thiessen). 1886, и др.

$\frac{p \text{ г}}{409.5 \text{ г}} =$	0.	1.	2.	4.	8.
P . . . . 29.879 г	38.069 г	46.259 г	62.640 г	95.402 г
D_{15} 1.0459	1.0316	1.0259	1.0172	1.0103
t_{15} . . . . 55.9 сек.	53.0 сек.	49.3 сек.	43.5 сек.	35.9 сек.

В этом случае изменения D в отношении к p соответствуют в первом приближении гиперболе с асимптотой = 1 или (*c*), представляя как бы комбинацию предшествующих (*a*) и (*b*).

III. Изменение D_{15} и t_{15} с изменением чувствительности весов $1/k$

Если k увеличивается, а все другие условия остаются те же самые, тогда D_{15} и t_{15} уменьшаются, как, например, для весов Неметца ($P = 2213$ г):

k	0.034 мг	0.055 мг
t_{15}	37.3 сек.	30.6 сек.
D_{15}	1.0363	1.0286

IV. Изменение времени одного колебания в зависимости от трения призм на трех подушках

Когда чашки и движущиеся части, употребляемые для подвески их, сняты, и коромысло весов колеблется одно, трение имеется только на средней призме, и время одного колебания уменьшается, как это наблюдается у вышеупомянутых весов Колло и Рупрехта.

Для последних мы нашли:

	с чашками, но без нагрузки	одно коромысло
P	1231 г	678 г
k	0.0310 мг	0.0290 мг
t_{15}	27.3 сек.	15 сек.
D_{15}	1.013	1.007

Если в весах Неметца сняты чашки с коромысла, и мы положим на место средней агатовой подушки (призма сделана из кремня) подушки того же самого размера, но различного материала, мы найдем изменение во времени колебания. Из 32 колебаний в каждом случае мы получили следующие средние результаты ($P = 2178$ г):

Материал средней подушки	Время одного колебания t_{15} (в сек.)	D_{15}	k
Закаленная сталь	33.3	1.034	0.043
Агат	32.7	1.031	0.044
Медь	25.4	1.065	0.071
Рог	18.2	1.115	0.093

Отсюда можно сказать, что время одного колебания в последнем случае составляет $^1/_2$ того времени, когда применяется агатовая подушка, хотя нагрузка и положение центра тяжести были одинаковые в обоих случаях.

Следовательно, опыт показывает большую зависимость времени одного колебания, декремента и чувствительности от трения призм, хотя обычно принимается, что t и k прямо не зависят от трения. Дальнейшие опыты продолжаются, особенно в направлении изучения изменений, найденных в значении декремента.[1]

V. Изменение t и D в зависимости от размеров горизонтального сечения нагрузки

Если мы положим на чашки весов Рупрехта два платиноиридиевых русских фунта (цилиндры, высота и диаметр которых равны и вес 409.5 г), мы найдем $k = 0.033$ мг, t около 44.4 сек., а D около 1.0175. Заменив эти гири двумя пластинками площадью поперечного сечения 914 см^2 (того же самого веса 409.5 г), мы получим t около 39.7 сек., а D около 1.0240.

VI. Изменение t и D с изменением объема нагрузки

VII. Влияние изменения плотности воздуха e и

VIII. Внутреннее трение газа, в котором происходят колебания

Опыты будут продолжаться и расширяться, и я надеюсь получить результаты, которые прольют больше света на мало исследованные стороны вопроса о колебаниях весов, которые рассматриваются как физический маятник особых свойств.

Некоторые результаты будут, вероятно, приложимы к обычному физическому маятнику. В настоящее время я не хотел бы делать теоретических обобщений.

[1] См.: Бесселъ и Ф. Бейли (Bessel, F. Baily). 1832 г. Pendulum Experiments.

Revue Générale de Chimie pure et appliquée, 1899, *t. I, p. 100—102.*
Перевод проф. В. Г. Махровского.

ТОЧНЫЕ ВЕСЫ; ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ КОЛЕБАНИЙ

Д. Менделеев, профессор химии С.-Петербургского университета, Управляющий Главною Палатою мер и весов, член-корреспондент Французской Академии наук

Главными предметами настоящего исследования являются амплитуда качания r, декременты амплитуды D, время t и разные источники погрешностей.

Под амплитудой понимается разность между отсчетами положения равновесия и положения наибольшего отклонения (элонгация) коромысла весов, т. е. одно полуколебание его. Для исключения случайных погрешностей я определял истинное положение равновесия, которое могло и не соответствовать нулю шкалы, путем осреднения.

Пусть L — истинное значение положения равновесия колебаний, не зависящее от какой-либо погрешности; соответственно числу отсчетов, имеем

при 3 отсчетах: $L = {}^1/_4\left[l_1 + 2l_2 + l_3 - \frac{(l_1 - l_3)^2}{l_1 - 2l_2 - l_3}\right]$,

при 4 отсчетах: $L = {}^1/_8\left[l_1 + 3l_2 + 3l_3 + l_4\right]$,

при 5 отсчетах: $L = {}^1/_{16}\left[l_1 + 4l_2 + 6l_3 + 4l_4 + l_5\right]$

При истинном значении равновесия L, таким образом определенном, элонгации получают по формуле

$$L = l_n + (-1)^n r_n,$$

где r_n — амплитуда, наблюденная и исправленная так, как это я объясню позднее. Кроме того необходимо учитывать

временные пертрубации, вызванные внешними воздействиями и обнаруживаемые по разности двух чисел r_n и $\frac{r_{n+1}-r_{n-1}}{2}$.

Уменьшение амплитуды D рассматривается как отношение. Его наиболее простой формулой является:

$$D=\frac{r_n}{r_{n+1}}$$

На практике принимают:

$$D=\sqrt[2m]{\frac{r_{n-m}}{r_{n+m}}},$$

где r_{n-m} и r_{n+m} — амплитуды — немного раньше и немного позже [данного] наблюдения.

Погрешность определяется формулой:

$$\Delta=\delta\frac{D(1+D)}{2r}+d'(L),$$

где Δ — погрешность декремента амплитуды, δ — погрешность отсчета элонгаций и $d'(L)$ погрешность в положении равновесия.

В первоначальных вычислениях D предполагался постоянным и не зависящим от амплитуды. Наблюдение показывает, что он уменьшается вместе с амплитудой. На практике приходится пользоваться формулами с эмпирическими коэффициентами. Если d — декремент не наблюдаемый, соответствующий бесконечно малому колебанию, который обыкновенно для точных килограммовых весов заключается между 1.01 и 1.06, пользуются формулой:

$$D_n=d+\alpha r_n,$$

где α теоретически равно $\frac{dD}{dr}$ и практически находится в пределах 0.0002 и 0.0012.

Для определения амплитуд пользуются также формулой

$$r_n=\frac{1}{Kd^n-N},$$

где K принимается равным $N-\frac{1}{r_0}$ и N — равным $\frac{\alpha}{d-1}$.

Время [колебаний] t уменьшается с амплитудой. Оно не может быть вычислено по формуле, применяемой для маятника:

$$t = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}\left(1 + {}^1/_4 \sin^2\frac{\alpha}{2} + {}^9/_{64}\sin^4\frac{\alpha}{2} + \ldots\right);$$

оно значительно больше чисел, получаемых по этой формуле, так, например, 1.046 вместо 1.000006. Необходимо пользоваться формулами с эмпирическими коэффициентами. Если ограничиться одной сотней качаний, то, обозначив время начального размаха t_0 и надлежаще выбрав коэффициент β, меняющийся в пределах 1.0001 и 1.001, будем иметь $t_n = \frac{t_0}{\beta^n}$.

Я пользовался и другими эмпирическими формулами, но должно заметить, что в большинстве случаев убыль времени одного размаха тесно связана с убылью амплитуды и что D, которое легко наблюдается, должно служить для проверки всех прямых наблюдений, относящихся до времени одного размаха.

Все погрешности, каковы бы они ни были, вычисляются и проверяются по способу наименьших квадратов.

Я использовал большое число произведенных опытов, чтобы сделать интересные побочные наблюдения.

Если каким-нибудь механическим устройством сместить центр тяжести весов, то декремент D и время t изменяются прямо пропорционально чувствительности весов, т. е. обратно пропорционально числу k делений шкалы, соответствующему весу 1 мг.

Если смещение центра тяжести получается от увеличения нагрузки, которая вызывает изгибание коромысла, то t и D убывают или возрастают независимо один от другого, смотря по весам.

Если снять подвески, на которых подвешены чашки, то t и D всегда уменьшаются, каково бы ни было действие, производимое уменьшением нагрузки.

Если увеличивается горизонтальная проекция взвешиваемых предметов, то t и D увеличиваются, но всякое изменение объема этих предметов или сопротивления, связанного с их формой, не оказывает воздействия, если оно не изменяет веса или горизонтальной проекции.

Изучая влияние сопротивления окружающей среды, я пришел к интересным результатам. Если воздушным насосом разрядить вокруг весов воздух, то t мало изменится,

но D заметно уменьшится. Предположим теперь, что производят качание весов в воздухе, разреженном до плотности водорода, потом в этом газе при нормальном давлении; если сравнить результаты, то обнаружатся разные изменения декремента и следует сделать вывод, что влияние трения в два раза меньше в водороде, чем в воздухе, разреженном до плотности водорода.

Исследуя поправки, относящиеся до ножей весов, я заметил, что вещество подушки, на которую они опираются, влияет на D, t и на чувствительность весов. В соответствии с уменьшением твердости в следующем порядке: закаленная сталь, агат, мягкая сталь, латунь, медь, рог, эбонит, K изменяется от 0.043 мг до 0.193 мг, t от 33 сек. до 15 сек., D от 1.029 до 1.252. Я не мог уточнить, вызываются ли эти изменения цилиндрической формой [закругленностью], принимаемой ножами, или родом молекулярной деформации в подушке, но существование их несомненно, и это исследование неожиданно привело к введению новой поправки в теорию маятника — поправки на влияние подушки. Поэтому для маятника период колебания следует брать больший, длину меньшую и g меньшее, что не допускалось до настоящего времени.

Таковы главные результаты, какие я получил. Но опыты будут продолжаться.

Декабрь 1898
С.-Петербург
Главная Палата
мер и весов

Центральный Государственный исторический архив в Ленинграде, фонд 28, оп. 1, д. 248, лл. 26—28.

25 апреля 1900 г.
№ 287

В Департамент торговли и мануфактур

Возвращая при сем отношение Ковенской городской управы за № 2610, присланное на заключение в Главную Палату мер и весов при отношении Департамента торговли и мануфактур от 19 сего апреля за № 12982, по вопросу о разрешении Городской управе производить поверку и клеймение кварт, полукварт и четверть кварт, Главная Палата имеет честь уведомить Департамент, что ввиду положения о мерах и весах, высочайше утвержденного в 4 день июня 1899 г., вошедшего в действие с 1 января 1900 г., наименьшей законной мерой емкости для сыпучих тел назначена мера в $^1/_2$ гарнца, посему Палата не находит возможным разрешить Ковенской городской управе изготовить $^1/_4$, $^1/_8$ и $^1/_{16}$ образцового гарнца с целью выверки и клеймения кварт, полукварт и четверть кварт, употребляемых по сие время Ковенской губерниею в торговле молоком, молочными продуктами, семенами и другими сыпучими телами. По мнению Главной Палаты, для сохранения единообразия мер и весов в империи кварта, $^1/_2$ кварты и $^1/_4$ кварты должны быть совершенно изъяты из торговли, так как продажа молока может быть легко производима с помощью частей ведра ($^1/_{16}$, $^1/_{32}$, $^1/_{100}$ и $^1/_{200}$ ведра), а продажа молочных продуктов, семян и других сыпучих тел в объемах, меньших $^1/_2$ гарнца, должна быть производима на вес.

Управляющий Главною Палатою мер и весов

Д. Менделеев.

М. Ф.
УПРАВЛЯЮЩИЙ
ГЛАВНОЮ ПАЛАТОЙ
МЕР И ВЕСОВ

3 ноября 1901 г.
№ 706

Центральный Государственный исторический архив в Ленинграде, фонд 22, оп. 2, д. 1715, лл. 4—6.

Его превосходительству В. И. Михневичу.

Милостивый государь,

Владимир Иванович!

Судя по письму вашего превосходительства от 1 сего ноября № 6056 и по приложенной к нему выписке из письма начальника Главного управления неокладных сборов и казенной продажи питей от 17-го минувшего октября за № 896 видно, что г. начальник, не говоря прямо об этом, желает видоизменить примечание к ст. 16 Положения о мерах и весах 4 июня 1899 г., гласящее: «Выверка и клеймение спиртомеров, сахаромеров, снарядов для определения температуры вспышки керосина и других специальных приборов, служащих для учета акциза, а также питейных мер, предназначенных для учреждений Главного управления неокладных сборов и казенной продажи питей, относятся к предметам ведения Технического комитета сего Главного управления», а именно он желает:

1) Чтобы г. товарищ министра финансов, заведующий делами по части торговли и промышленности, сделал соответственное распоряжение Палате мер и весов о том, чтобы приборы, применяемые при выверке акцизных предметов, «которые имеют значение торговое», как, например, колориметры[1] и аппараты Абеля-Пенского, выверялись в Главной Палате мер и весов, и

2) Чтобы впредь, согласно заключению Главного управления неокладных сборов и казенной продажи питей, поверка ареометров и приборов, применяемых при испытании нефтяных продуктов, если они имеют назначение собственно для учета акциза, производилась при Техническом комитете

[1] Вероятно речь идет о колориметрах, ибо мне не известно, чтобы при торговле акцизными предметами применялись калориметры.

Главного управления и чтобы сии приборы были отличаемы от приборов, применяемых при торговле продуктами, обложенными акцизными сборами.

На таковое мнение г-на начальника Главного управления неокладных сборов и казенной продажи питей считаю долгом прежде всего напомнить, что вышеприведенное примечание к ст. 16 Положения о мерах и весах вставлено в сие Положение лишь по прямому требованию Департамента неокладных сборов и что по смыслу сего примечания вышеуказанного разделения акцизных и торговых приборов без изменения самого примечания никоим образом сделать нельзя. Это видно особенно из того, что г. начальник желает, чтобы Палатою проверялись приборы Абеля-Пенского, а таковые приборы относятся к «снарядам для определения вспышки керосина» (как значится в примечании), и потому такие снаряды должны выверяться, по закону, в Техническом комитете Главного управления. То же самое следует сказать и о колориметрах, которые, казалось бы, надлежит отнести к числу «других специальных приборов», применяемых для акцизных продуктов.

С своей стороны я ничего не имею противу разделения вышеуказанных приборов на две категории: акцизных и торговых приборов, но при этом имею честь указать, во-первых, на то, что без изменения примечания к ст. 16 Положения о мерах и весах это не может быть сделано и, во-вторых, на то, что для выверки торговых приборов, подобных колориметрам и снарядам Абеля-Пенского, в Главной Палате доныне не сделано никаких приспособлений.

Что касается до перемены закона, т. е. примечания к ст. 16 Положения о мерах и весах, то его можно было бы сделать при предстоящем изменении сего Положения, предварительно надлежащим образом обсудив в особом совещании редакцию того примечания, дабы не иметь впоследствии никаких недоразумений в отношении к приборам, выверяемым Техническим комитетом и Главною Палатою, особенно же ввиду того, что по ст. 16 (п. 5) Положения Палата обязана выверять волчки (очевидно, не относящиеся к числу спиртомеров и сахаромеров), а г. начальник Главного управления полагает, что проверка ареометров (это те же приборы, что и волчки) относится к ведению Технического комитета. Я не желал бы впредь иметь какие бы то ни было недоразумения, особенно по той причине, что Главная Палата при своем дальнейшем устройстве имеет в виду организацию особой лаборатории для выверки волчков.

Но так как Главная Палата находится еще в периоде устройства и организации своих специальных лабораторий, причем должна поставить на первом плане выверку таких приборов, как термометры, электрические приборы, водомеры, газомерители, измерители силы света и манометры, имеющие большое значение в торговле, то организовать и устроить лаборатории для выверки приборов, подобных волчкам (ареометрам), колориметрам, калориметрам, аппаратам для вспышки (напр. Абеля-Пенского) и т. п. Главная Палата ныне положительно не может за недостатком помещения, лиц и средств, так как в настоящее время все силы Палаты направлены на устройство новых лабораторий — электрической, манометрической, астрономической, газоводомерительной и т. п.

По этой причине, если в законодательном порядке действительно будет изменена редакция, а потому и смысл примечания к ст. 16, и если Главное управление будет требовать, чтобы Палата безотлагательно выверяла «значительное число» торгово-акцизных приборов, я буду считать необходимым ходатайствовать о немедленном назначении особых средств как для устройства специальных лабораторий (для колориметров, калориметров, приборов Абеля-Пенского и т. п.), так и для особого инспектора и лаборантов, которым эти дела будут поручены, ибо в настоящее время для каждого инспектора и для всех лаборантов Главной Палаты и без того имеется масса новых работ, связанных с выверкою электрических, термометрических, водо- и газомерных и тому подобных приборов. Вследствие сего, если Главное управление будет настаивать на выверке в Палате значительного числа некоторых приборов, доныне выверявшихся в Техническом комитете, и придет к соглашению о новой редакции примечания к ст. 16, я буду покорнейше просить в законодательном порядке испросить увеличения штата Главной Палаты одним старшим инспектором (годового оклада 2900 руб.) и тремя лаборантами (с окладом каждому средним числом по 900 руб. в год).

Ввиду всего вышесказанного я полагаю, что если Главное управление будет настаивать на своем предложении, то необходимо немедленно: 1) составить комиссию из членов Главной Палаты и Технического комитета для нового редактирования примечания к ст. 16, дабы успеть внести изменение его в Государственный совет при пересмотре Положения о мерах и весах и 2) немедленно же вместе с тем представить в Государственный совет об увеличении штата Главной

Палаты одним старшим инспектором с окладом в 2900 рублей и 3 лаборантами с общим годовым окладом в 2700 руб. и 3) законодательным же порядком выяснить, должна ли будет или нет Главная Палата при выверке колориметров, калориметров, приборов Абеля-Пенского и т. п. взимать в пользу казны сборы, ибо ныне по закону полагается взимать в пользу казны сборы со всех приборов, представляемых в Главную Палату не только частными, но и правительственными учреждениями.

Прошу принять уверение в совершенном почтении и готовности к услугам.

Д. Менделеев.

М. Ф.
УПРАВЛЯЮЩИЙ
ГЛАВНОЮ ПАЛАТОЮ
МЕР И ВЕСОВ

19 ноября 1903 г.
№ 1591

Центральный Государственный исторический архив в Ленинграде, фонд 22, оп. 2, д. 1740, лл. 50—51.

Милостивый государь,

Михаил Михайлович!

В ответ на письмо от 15 сего ноября за № 7010* имею честь сообщить вашему превосходительству, что в приложенном проекте циркуляра министра внутренних дел я предлагаю сделать следующие редакционные изменения. Во-первых, вместо слов: «по сведениям, полученным лицами и учреждениями, производившими ревизии торговых мер и весов в разных городах империи, выяснилось, что в большинстве аптек имеются гири, недостаточно точные и т. д.» написать: «по сведениям, полученным чинами Главной Палаты мер и весов и поверочными палатками, производившими ревизию торговых мер и весов в разных городах империи, выяснилось, что в большинстве аптек имеются меры и весы, недостаточно точные и т. д.» и, во-вторых, в конце циркуляра выкинуть слова: «кроме весов и мер, изъятых от клеймения (прим. к ст. 529 Уст. Врач. Св. Зак., т. XIII изд. 1892 г.)».

Первое изменение определяется тем, что выверка в аптеках производилась чинами Главной Палаты и поверочных палаток, и весь вопрос возбужден из-за того, что ими найдено в действительности. Второе изменение в циркуляре желательно вследствие того, что примечание к ст. 691 Уст. Торг. Св. Зак., т. XI, ч. 2 изд. 1893 г., введенное также в виде примечания к ст. 529 Уст. Врач., отменено, вместе с самою

* Данное письмо Д. И. Менделеева к М. М. Федорову — управляющему отделом торговли Министерства финансов — является ответным на отношение последнего от 15 ноября 1903 г. следующего содержания: «Милостивый государь, Дмитрий Иванович! Препровождая при сем сообщенный в Отдел торговли проект циркуляра, предположенного к рассылке Медицинским департаментом, в виду поступившего к нему сообщения Главной Палаты, имею честь покорнейше просить ваше превосходительство уведомить меня, не встречается ли с вашей, милостивый государь, стороны каких-либо замечаний по содержанию упомянутого проекта». [*Прим. ред.*].

691 статьей высочайше утвержденным 18 марта 1902 г. мнением Государственного совета (п. 5).

С своей стороны считаю долгом высказать, во-первых, то, что в общежитии принято признавать аптечные взвешивания образцом точности (нередко говорят: «верно, как в аптеке»), а потому урегулирование аптечных взвешиваний должно поставить на один из первых планов в деле объединения мер и весов в империи. Во-вторых, считаю долгом высказать вашему превосходительству, что циркуляр от имени министра внутренних дел, содействуя вышеуказанному объединению мер и весов, по моему мнению, должно считать явлением полезным и важным для осуществления предначертаний Министерства финансов, а так как общий дух и форма этого циркуляра вполне отвечают намеченной цели, то я был бы рад, если бы Министерство финансов категорически высказало полное согласие и даже благодарность Министерству внутренних дел за сообщение циркуляра.

Прошу принять уверение в совершенном почтении и готовности к услугам.

Д. Менделеев.

М. Т. и П.
УПРАВЛЯЮЩИЙ
ГЛАВНОЮ ПАЛАТОЮ
МЕР И ВЕСОВ.

2/1. 1906 г.
№ 1.

Документ хранится в Музее им. Д. И. Менделеева Всесоюзного Научно-исследовательского института метрологии им. Д. И. Менделеева.

*Его высокопревосходительству В. И. Тимирязеву.**

Милостивый Государь,

Многоуважаемый

Василий Иванович!

Так как Положение о мерах и весах, предоставляя заботу об единообразии мер и весов управляющему Главной Палаты, а исполнение действительной выверки мер и весов лицам, не состоящим на государственной службе, и только по ст. 735 Уст. Торг., изд. 1903 г., пользующимся правами служащих, ставит все поверочное дело в империи в совершенно особые условия, то мне кажется не только уместным, но и отвечающим устроению Министерства торговли и промышленности, обсуждение вопроса о том, не будет ли наиболее целесообразным предоставить по возможности все части дела местной выверки мер и весов исключительно владению управляющего Главною Палатою. В настоящее время множество спешных дел, требующих немедленного решения, должны восходить на разрешение Отдела торговли, чрез что нередко получаются затруднения к осуществлению их. В виде примера последнего времени укажу на то, что происходит в настоящее время по отношению к устройству поверочной палатки в г. Ярославле. Ее устройство, по постановлению Государственного совета, назначено с 1 января 1906 г. В виду сего в самом начале декабря сего года, а именно 1-го числа, я испрашивал разрешения на открытие палатки с 1 января и для цели подыскания соответственного помещения послал в г. Ярославль инспектора. Инспектор давно возвратился, подыскав соответственное помещение,

* Министр торговли и промышленности. [*Прим. ред.*].

но ответа о разрешении открыть Палатку с 1 января не получено поныне, т. е. до 30 декабря; хозяин же помещения требует скорого ответа для того, чтобы произвести надлежащий ремонт или сдать помещение в иные руки. В этом последнем случае пришлось бы вновь посылать инспектора для подыскания нового помещения. Отдел торговли, с одной стороны, требует полной сметы расходов Ярославской палатки, а с другой — не дает разрешения на ее открытие с 1 января и предлагает чрез присланное ко мне лицо отсрочить открытие, которое, в сущности говоря, предопределено высочайшим повелением и должно неизбежно задержаться до получения разрешения на открытие, до найма и ремонта помещения, до отправки надлежащих приборов, до их установки и новой выверки, до назначения старших и всех прочих поверителей, до найма служителей, приобретения мебели, топлива и т. п., чего нельзя предпринять без разрешения.

Все это составляет такие практические обстоятельства, которые при полном знакомстве с делом и своеобразном ходе его в таких особых учреждениях, какими являются поверочные палатки, следовало бы вполне предоставить распоряжению управляющего Главною Палатою мер и весов, на которого возложена по ст. 754 Уст. Торг., изд. 1903 г., главная ответственность по упорядочению мер и весов в империи. Пока учреждались первые палатки, не только дел было меньше по самому существу, но и настоятельность скорого выполнения дел не так выступала, как выступает это ныне, когда стало при помощи внезапных ревизий несомненным огромное количество незаконных мер и весов, обращающихся в торговле и промышленности. Для ускорения течения всех дел по предмету выверки всех измерительных приборов я считал бы наиболее полезным образовать особое, более самостоятельное, чем ныне, Управление мер и весов, которое, в сущности, законом 4 июня 1899 г. уже предвидено. Практически дело сводится к тому, чтобы на основании примера прошлых лет совершенно определенно перечислить те немногие случаи, в которых управляющий Главною Палатою должен действовать не по прямому смыслу закона, а с разрешения министра торговли и промышленности. Так как меры и весы применяются и выверяются не только в торговых, но и в промышленных заведениях, казенных учреждениях, на железных дорогах и т. п., то мне кажется, что Главную Палату мер и весов не следовало бы считать исключительно по Отделу торговли, а особым Отделом,

непосредственно ведомым министром торговли и промышленности, тем более, что существенную задачу в будущем должно видеть в установлении местных русских производств всех мер и весов. Отнесение ведомства мер и весов к Отделу торговли представляется в некоторых отношениях мало соответствующим коренным задачам учреждения мер и весов, несмотря на то, что выверка большинства мер и весов имеет большое значение в торговле. Притом Главная Палата мер и весов, составляя в своем основании учреждение научного характера, столь же мало относится к Отделу торговли, как и к Отделу промышленности или к Отделу учебных учреждений Министерства торговли и промышленности, а в прежнее время все дело мер и весов считалось по Горному ведомству, к которому относится лишь очень отдаленным образом. К делам, требующим разрешения министра торговли и промышленности, должно причислить, например, назначения чинов Главной Палаты и т. п., которые по закону утверждаются Министерством, а все вопросы, касающиеся местных поверочных палаток, их отделений, командировок инспекторов, назначения запасных поверителей и проч., по которым доныне испрашивается разрешение Отдела торговли, казалось бы, следовало предоставить управляющему Главною Палатою, у коего, помимо многочисленной переписки с Отделом торговли, имеется много дел по сношению с местными властями и частными лицами, обращающимися с ходатайствами, относящимися до мер и весов, а между тем по существу дела управляющему Главною Палатою мер и весов, как человеку науки, о чем ясно упоминает даже закон (примечание к ст. 731 Уст. Торг.), следует главное свое попечение обращать на научные стороны дела установления единообразия мер и весов, как это следует даже из многих примеров иностранных государств, особенно Германии и Англии. В Германии главное учреждение мер и весов (Physikalische-technische Reichsanstalt) подчинено непосредственно парламенту. Испрашиваемое мною точнейшее выделение ограниченного числа дел, для которых требуется разрешение министра торговли и промышленности, всецело зависит, повидимому, от усмотрения вашего высокопревосходительства, потому что в сем отношении ясных указаний в законе доныне не существует.

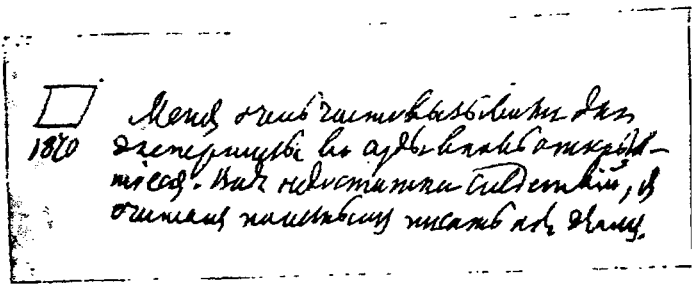
Приняв посильно участие в установке на законную почву всего дела мер и весов и в организации первых, так сказать, примерных, поверочных палаток в разных местностях империи, представив в разные времена проекты распространения

выверки мер и весов на всю империю и успев достигнуть уже некоторых результатов для упорядочения мер и весов в части обширной империи, я осмеливаюсь ходатайствовать о вышеизложенном не только ввиду того, что опыт показывает необходимость упростить формальные стороны дела мер и весов, но и ввиду того, что ваше высокопревосходительство сыздавна принимали участие в судьбах русской метрологии. То, что я решаюсь ныне испрашивать, мотивируется также тем обстоятельством, что вновь образованное вверенное вам Министерство торговли и промышленности должно для успешного выполнения своих сложнейших задач озаботиться об урегулировании множества частностей, подлежащих его ведению, а в их числе урегулирование мер и весов в империи занимает совершенно особое положение. Те лица канцелярского производства, которые доныне заняты делами, относящимися к мерам и весам, могут быть, по всей видимости, более производительно применены к производству множества дел, предстоящих для вновь организованного министерства. Основным мотивом, побуждающим меня обратиться к вашему высокопревосходительству, служит практически очевидная для меня канцелярская волокита, происходящая от многих бумаг, идущих из Главной Палаты в Отдел торговли и обратно, так как по существу от такой переписки, за все время после учреждения Главной Палаты, не произошло никаких явных улучшений, а замедления получались многократно и существуют и ныне.

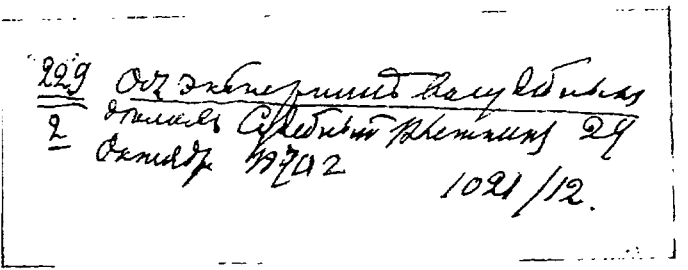
Прошу принять уверение в совершенном почтении и готовности к услугам.

Д. Менделеев.

РАЗНОЕ



1870 Меня очень часто вызывали для экспертизы в суды, вновь открывшиеся. Видя недостатки следствий, я считал полезным писать об этом.



229/2 Об экспертизе в судебных делах. Судебный Вестник, 29 октября 1870 г.

1021/12.

«Судебный вестник», № 291, 29 октября 1870 г.

ОБ ЭКСПЕРТИЗЕ В СУДЕБНЫХ ДЕЛАХ

(Письмо к редактору)

М. г.! В отчетах об уголовных процессах весьма часто встречается фраза: «Затем эксперты дали свое заключение». Она основана на ложном представлении о роли экспертов в наших уголовных судах, как я имею возможность о том судить, бывши экспертом при разбирательстве двух уголовных процессов, где был примешан вопрос об отравлении. Дать заключение возможно только при следующих условиях: 1) когда обстоятельства дела заранее известны; 2) когда предметы, подлежащие экспертизе, были действительно подвергнуты исследованию и 3) когда есть возможность в действительности дать свое заключение. В практике наших судов, сколько то мне известно, эксперт не имеет возможности сделать заключение по той причине, что ему не сообщают предварительно никаких данных по делу, ему не дают никаких предметов для исследования, ему даже не дают возможности высказать свое суждение по тем обстоятельствам, какие он узнает во время самого судебного следствия.

Процедура экспертизы состоит в следующем: к данному судебному разбирательству эксперта вызывают к определенному часу, приводят к присяге, садят в комнату для свидетелей, затем приводят к допросу, читают ему протокол химического или медицинского исследования (при этом даже еще не говорят, кто произвел его) и заставляют отвечать на вопросы, предлагаемые председателем, прокурором, защитниками и присяжными заседателями. Если эксперт, на основании полученных данных, желает высказать свое мнение о совокупности полученных сведений, то его приглашают держаться по возможности ближе к тому именно вопросу, который перед тем был ему предложен. Было бы утомительно описывать все то, что замечено было мною

при двух разбирательствах, в которых я сам присутствовал (в делах Зона и Пятковой), но достаточно привести для характеристики, например, следующий факт. В том и другом деле были произведены исследования ядовитых веществ и меня, как эксперта по химии, спрашивали: что я думаю об этих исследованиях, протокол которых был предварительно прочитан? Должно заметить, что, вероятно, при этом не ясно представлялось то обстоятельство, что в исследованиях всего важнее собственный глаз и наблюдение. Написать об исследовании можно или кратко, или чересчур подробно, но, во всяком случае, нет никакой возможности судить по описанию о том, верно ли или неверно произведена была экспертиза. Так, например, при открытии мышьяка в протоколе обозначаются те химические пробы, которые были произведены для этой цели, но не принято обозначать, — да едва ли есть в том и необходимость, — какие для того были употреблены реагенты и средства, а, однако, от этого может зависеть точность или неточность исследования. Так, например, при открытии мышьяка, можно взять для производства испытания серную кислоту, содержащую уже мышьяк. Я этим вовсе не хочу сказать, чтобы в тех исследованиях, которые мне пришлось слышать, были пропуски или недосмотры, подобные этому; я говорю только о возможности подобного рода случаев и желаю в особенности указать на то, что эксперту нет возможности судить о правильности или неправильности экспертизы, когда он сам ее не производил и при ней не присутствовал; а потому вопрос, который всегда предлагается эксперту: что́ он думает об этом исследовании? — ставит его постоянно в положение весьма неудобное. Говоря точнее, он должен был бы каждый раз говорить в этом случае, что отвечать на этот вопрос он не имеет никакого повода. Но если описание, как это и было в двух случаях, представившихся мне, было достаточно подробно (и, конечно, верно), то по такому уклончивому отзыву эксперта могло бы составиться весьма неправильное и вредное для течения дела представление о вероятной неверности экспертизы, потому что уклончивое заключение всегда, как мне кажется, дает повод предполагать скорее отрицательный, чем утвердительный отзыв. Дело в том, что для суждения об экспертизе суду нужно призвать прежде всего того химика или врача, который производил самую экспертизу, и тогда, если бы осталось какое-нибудь сомнение в экспертизе, можно было бы разрешить его, тогда как в нынешней обстановке дела реши-

тельно нет никакой возможности достигнуть этого и приходится потому говорить, что, «судя по описанию, ничего нельзя сказать против экспертизы». Такой ответ, в сущности, ничего не говорит, и прокуратура и адвокаты могут при этом пользоваться такою неопределенностью в суждениях эксперта, тогда как нередко вся сущность процесса состоит именно в точном дознании правильности или неверности экспертизы.

Всего же поразительнее, мне кажется, в нынешнем положении экспертов то обстоятельство, что экспертов заставляют отвечать только на вопросы, предложенные сторонами. Эти вопросы, конечно, кажутся существенными для сторон, но нередко не имеют действительного значения при специальном знакомстве с предметом, и эксперт мог бы много помочь делу, если бы ему дозволили развить свое представление об обстоятельствах дела, т. е. если бы, поставивши его даже в общие условия свидетелей, и к нему обратились с таким же вопросом, с каким обращаются к каждому свидетелю, которого спрашивают: «что вы можете сказать по поводу подлежащего дела?». Эксперту не дают такого вопроса, и если он начинает развивать свой образ представления, то его останавливают и это, мне кажется, — конечно, не преднамеренно — ведет только к уклонению от истины, а не вызывается необходимостью ее достижения в суде.

Приноравливаясь к настоящему положению экспертизы в суде, мне кажется, было бы необходимым:

1) Ознакомить эксперта предварительно с обстоятельствами дела. Это даст возможность эксперту навести предварительно справки, сделать некоторые опыты, которые могут близко касаться хода дела, и, что́ всего важнее, дозволит дать некоторое определенное суждение, основанное на специальном знакомстве с предметом. Так, в последнем разбирательстве желали знать, сколько мышьяка может раствориться в таком-то количестве чая? Но разве можно помнить все числа, выражающие растворимость тел? Притом растворимость в воде и настое чая неодинаковы. Если бы я знал этот вопрос заранее, я мог бы сделать опыт, навести справки — а теперь пришлось отказаться от ответа. Между тем, иногда точное решение подобных вопросов может значительно уяснить обстоятельства дела.

2) Мне кажется, следует экспертов с самого начала допускать к присутствию на судебном разбирательстве. Это делается ныне, когда того потребуют стороны, но такая

мера, мне кажется, не должна быть исключительною, а постоянною. Так, в деле Пятковой мы, эксперты, присутствовали на разбирательстве, а в деле Зона нас не допустили к нему и об нем мы ничего не знали до самого момента призыва в залу заседания, что было в 1-м часу ночи, после целого дня сиденья в замкнутой свидетельской комнате. Я не вижу пользы от подобного сиденья и думаю, что роль эксперта и его положение отличны во многом от положения свидетеля. Различие здесь состоит в том, что одно лицо прикосновенно к делу, а другое вовсе не имеет к нему прикосновенности, и эксперт, прикосновенный к делу, конечно, не может быть в суде терпим. В свидетельской комнате есть возможность из частных разговоров познакомиться с ходом и обстоятельствами дела, но такое знакомство с делом едва ли имеется в виду, когда приглашают экспертов для выслушания их мнения.

3) Мне кажется, что эксперты должны иметь право, при посредстве сторон или председателя, разрешить некоторые представляющиеся им вопросы во время самого судебного следствия. По закону не дается права экспертам давать вопросы свидетелям, но если ход дела в действительности требует некоторых специальных сведений, которых стороны, конечно, не имеют, если они нуждаются в экспертах, то мне кажется необходимым дать призванным лицам возможность уяснить себе некоторые обстоятельства, а иначе их заключения могут весьма сильно страдать от случайного подбора тех данных, которые дают им как материал для произнесения мнения по известным частям дела. В этом отношении мне представляется следующий порядок дела, как наиболее способный привести к истине: я думаю, что должно было бы при прокурорском надзоре и при сословии адвокатов иметь специальных лиц, могущих направлять прокуроров и адвокатов на специальные вопросы, являющиеся при разбирательстве. Не могущие знать всех технических сторон, эти лица обращают наибольшее внимание при разбирательстве нередко на такие обстоятельства, которые не имеют значения для существенных, специальных сторон дела, а если бы они могли предварительно посоветоваться со специалистами, они бы, конечно, обратили внимание на некоторые упускаемые ими существенные стороны дела. Такие консультанты-эксперты могли бы призываться к делу вместе с посторонними экспертами, и тогда бы можно было из заключения нескольких компетентных лиц извлечь определенные выводы.

4) Но всего важнее, при существовании даже всего предыдущего, я считаю предоставление экспертам права высказать свое мнение о специальных вопросах, для которых они приглашены. Направляя их ответы только на те предметы, которыми интересуются стороны, суд лишает себя возможности взглянуть на обстоятельства дела с той точки, которая представляется иногда наиболее важною для эксперта. Конечно, эксперт не есть ни судья, ни защитник или обвинитель, но, тем не менее, если его призывают, то надобно дать ему право высказать мнение о тех предметах, для суждения о которых он призван, а без этого роль эксперта и польза, ожидаемая от специальных его знаний, значительно убавляются ко вреду истины, которая отыскивается в суде. Надобно не забыть при этом, что эксперта также приводят к присяге, как и свидетелей, и требуют от него истинных показаний, а истину-то и не дают ему ныне возможности высказать.

Вполне убежденный в том, что неудовлетворительность нынешней экспертизы происходит только оттого, что лица, руководящие делом, не вникли в положение экспертов, я прошу Вас поместить эту заметку в вашей специальной газете не как средство для осуждения, а как голос лица, желающего, чтобы к благам современного суда не примешивалось ни малейшей тени неудобств и невыгод, проистекающих, конечно, прежде всего от недостаточного знакомства с практическими сторонами еще нового у нас дела. Явись у нас уголовное дело сложного характера, требующее точной экспертизы, — эксперты, в нынешнем положении, не помогли бы отысканию истины, хотя и вполне желали бы это сделать.

28 октября 1870 г. Проф. *Д. Менделеев.*

Центральный Государственный исторический архив в Ленинграде, фонд 776, оп. 8, д. 13, л. 1.

В Главное управление по делам печати заслуженного профессора, действительного статского советника Д. Менделеева.

Прошение

Желая издавать в С.-Петербурге ежедневную бесцензурную газету под названием «Подъем», имею честь покорнейше просить о разрешении мне такого издания.

Главною целью предполагаемой газеты я поставлю всестороннее разъяснение живых вопросов, относящихся к промышленному развитию России, ибо в нем вижу естественный и надежный путь к дальнейшему преуспеянию отечества и способ к улучшению благосостояния всех слоев народа. Также содержание газеты я считаю необходимым и полезным докончить общедоступным и сжатым изложением как текущих событий общественной жизни и политики, так и важнейших успехов науки, литературы и художества, чтобы предлагаемое чтение, отвечая основной цели, удовлетворяло бы любопытству и любознательности подписчиков. Все самостоятельные статьи свои и сотрудников я предполагаю помещать с полною подписью фамилий, а заимствованные — с указанием источников, чтобы чрез это, по возможности, обеспечить достоинство содержимого.

На основании вышеизложенного, покорнейше прошу разрешить в газете «Подъем» нижеследующие отделы:

1) Законодательные и правительственные известия.

2) Статьи по внутренним делам России, особенно же касающиеся промышленности и народного благосостояния.

3) Телеграммы.

4) Статьи по иностранной политике.

5) Корреспонденции внутренние и заграничные.

6) Научная, литературная, художественная и техническая летопись, с критикою.

7) Беллетристика.
8) Фельетон, мелкие известия и смесь.
9) Биржевая и вообще экономическая хроника.
10) Объявления.

К выпуску газеты предполагаю приступить с 1 сентября сего 1890 г.

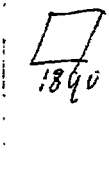
Годовую подписную цену газеты «Подъем» предполагаю назначить не выше 15 руб. с пересылкой, но покорнейше прошу дозволить мне, лишь после разрешения газеты, выйти с особым извещением пока о точном размере цен, которые будут назначены за газету при подписке на различные сроки, так и о типографии, в которой газета будет печататься.

Покорнейше прошу дозволить мне быть редактором и издателем предполагаемой газеты «Подъем».

29 марта 1890 г.
С.-Петербург.

Д. Менделеев.

Дмитрий Иванович Менделеев
жительствует на Васильевском Острове.
Университет, кв, 3.



1890 Отказавшись быть председателем, я охотно взялся быть редактором, чтобы явно показать свою симпатию к трудам, но не к почестям.

218 Предисловие к трудам VIII съезда 1890 г.
3
1020/17

Труды VIII съезда русских естествоиспытателей и врачей в С.-Петербурге от 28 декабря 1889 г. до 7 января 1890 г. СПб., 1890, стр. LXXIX—LXXXIV.

РЕДАКТОРСКИЙ ОТЧЕТ *

Согласуясь с предварительным своим заключением с решением большинства секций 3-го общего собрания съезда, Распорядительный комитет немедленно по окончании съезда решил:

1) В издание трудов VIII съезда включить записку секретаря о деятельности съезда, протоколы и речи общих и соединенных собраний, протоколы и, по мере возможности, подлинные статьи, сообщенные в секционных заседаниях, а также список членов съезда; 2) ходатайствовать чрез министра народного просвещения о восполнении средств, необходимых для издания большой массы научного материала, поступившего на съезде; 3) озаботиться о скорейшем издании трудов съезда, и потому просить (чрез публикацию в газетах и чрез личное сообщение) лиц, еще не доставивших свои сообщения, поспешить их высылкою; 4) напечатать издание съезда в количестве 3000 экземпляров для выдачи членам (около 2200 экземпляров), для рассылки лицам, содействовавшим успеху съезда, и для продажи; 5) авторам статей и речей, помещенных в трудах съезда, выдавать особые оттиски бесплатно, но с тем, чтобы расход на сей предмет был регулирован и не превосходил определенной незначительной суммы; 6) редакцию специальных отделов (по 11-ти секциям) поручить лицам, заведывавшим секциями, или тем членам съезда, которым они сочтут необходимым передать; 7) общую редакцию

---

* На корректуре, хранящейся в Музее им. Д. И. Менделеева при Ленинградском Государственном университете им. А. А. Жданова под № 1020/17, имеется помета Д. И. Менделеева: «Это корректура. Труды VIII съезда, издаваемые под моей редакцией, и это мой отчет. См. Труды VIII съезда. Д. Менделеев». [*Прим. ред.*]

вверить проф. Д. И. Менделееву с тем, чтобы предполагаемое издание представило деятельность съезда с возможною полнотою во всех отношениях и с тем, чтобы редактор, соображаясь со средствами, имел право исключать и сокращать доставляемые ему статьи; 8) назначить для напечатания трудов съезда ныне же 3500 руб. впредь до разрешения дополнительных средств, если таковые будут получены.

Предварительное собрание заведывающих секциями выяснило, что имеющийся и предполагаемый материал должен занять никак не менее 120 печатных листов обычного шрифта и может достигнуть до 150 листов, а потому, при оценке листа примерно в 60 рублей (15 рублей набор, 10 рублей печать и корректура, 30 рублей бумага на 3500 экземпляров и 5—10 рублей на рисунки, таблицы и формулы), для издания трудов потребуется сумма от 7 до 9 тыс. руб., если будут избегнуты ценные рисунки, с ними же от 8 до 10 тыс. руб. Такой предварительный расчет показывал, что полное издание трудов VIII съезда не может быть завершено до отыскания средств, превосходящих те денежные суммы, которые были в распоряжении Комитета,— даже при расчете на продажу некоторого числа экземпляров. А между тем, хотя Комитет тотчас же начал ходатайствовать о необходимых для издания средствах, нельзя было ждать скорого в сем отношении решения, требовалось же, по существу дела, скорейшим образом публиковать научные результаты съезда, так как при современном ходе научного движения своевременная публикация исследований не только гарантирует авторские права исследователей, но и свободу в продолжении начатых работ.

С своей стороны, получив от Комитета доверие в отношении к полноте и своевременности выхода трудов съезда, я должен был, не дожидаясь медленного течения дел о суммах, потребных для печатания, тотчас приступить к изданию наличного материала и в этом отношении соблюсти много дорогих интересов съезда. На основании этого я принял следующие решения, касающиеся внешней стороны издания, до его формы и стоимости:

1) Избрать столь плотные шрифты для наборов, чтобы, не теряя в содержании, по возможности выиграть в ценности бумаги и печати. 2) Все важнейшее (а именно: протоколы, речи общих собраний и т. п.), что было уже однажды напечатано в летучем, временном «Дневнике съезда», печатать наиболее мелким шрифтом (петитом), дабы сократить

расходы на издание. Избежать же перепечатки таких статей, которые являлись ранее того в печати в «Дневнике съезда» или в других изданиях, было невозможно, не только потому, что предполагаемое издание должно было представить деятельность съезда с надлежащей полнотой, но и потому, что «Дневник», как летучий листок, печатался в ограниченном количестве экземпляров, вполне истощавшихся и представляющих спрос у самих членов съезда и в публике. 3) Протоколы и статьи каждой из отдельных секций печатать с особой нумерацией, чтобы можно было приступить к изданию некоторых отделов не медля, не дожидаясь окончательного скопления всего материала, долженствующего быть помещенным в трудах съезда. Такое решение представило еще ту выгоду, что по мере появления статей и средств для их издания представлялась возможность дополнять каждый отдел соответственным образом. 4) Кроме того, что было необходимее всего для предполагаемого издания (отчет секретаря, список членов и протоколы), следовало начинать с того, что оказывалось готовым к печати; при этом, однако, нельзя было избежать некоторой неравномерности в объеме отделов, но эта неравномерность, в известной степени, соответствовала не полной одинаковости числа сообщений, их объема и содержания, бывшей в действительности на различных секциях. Поэтому пришлось не поместить некоторые статьи, доставленные позднее прочих, а те отделы (химии, ботаники и агрономии), которые ранее успели собрать материалы для трудов съезда, расширить. 5) Для помещения оставшихся не напечатанными статей, в случае появления достаточных на то средств, издать сверх первоначального, ныне издаваемого тома, еще дополнительный, но в первом издании совокупить все общее и существеннейшее, для чего имелся уже в руках редакции надлежащий материал.

Решив таким образом одну сторону предмета, я был особо озабочен исполнением той части возложенного на меня поручения, которая состояла в требовании от являющегося издания — выражения, с возможной полнотой, всех частей деятельности съезда. Научный дух, оживление, подъем сил, словом, весь внутренний интерес съезда не поддается тому объективному изложению, которое требуется придать предстоящему изданию, ибо эти виды пользы съезда, составляя цель и причину их распространения у всех народов, не укладываются в рамку изложения предметов научного свойства. А между тем на встречах, в беседах, даже в поездках и обедах, сочувственных заявлениях и прениях только и возможно уловить истинную причину того, что после съездов направление и деятельность многих участников приобретают новые оттенки, а вся совокупность научной деятельности, лишаясь разрозненности, становится более цельной и оживленной. Если данное сообщение при чтении производит известное впечатление, то, выслушанное, оно действует иногда во много раз сильнее, особенно при той свободе изложения и при той общей обстановке, которые сопровождали научные сообщения

в действительности на съезде. Хотя, например, экскурсия на Обуховский сталелитейный завод, при упоминании о ней, проскользнет незаметной в объективном изложении, но в действительности она оставила у всех участников неизгладимое и весьма полезное во всех отношениях впечатление. Так и во всем. Всего этого, наиболее существенного для понимания цельности впечатления и значения частей, нельзя передать в издании, посвящаемом VIII съезду. Но все же оно, как я понимаю предмет, должно сохранить в себе не только память о съезде, не только понятия, числа и выводы, на нем сообщенные, но и самый его образ, ту внутреннюю связь и энергию, которыми оживотворялась совокупность его отдельностей. Так в сухом скелете сохраняется для могущего читать вся жизнь отжившего организма. Предлагаемая книга должна служить именно для этой цели, чтобы по ней, как по остающимся костям, будущие естествоиспытатели могли представлять себе прошлый образ того оживления, которое представляло сущность, дух и цель съезда. Вследствие этого, при редактировании трудов съезда, я имел прежде всего в виду сохранить неприкосновенными важнейшие связующие части съезда. За таковые должно почитать отчеты об общих и соединенных заседаниях, собиравших наибольшее количество участников сразу, затем отчеты о деятельности распорядительного комитета и Бюро съезда, так как в них отразились в том или ином виде все главные события съезда, и, наконец, протоколы секционных собраний, ибо они воспроизводят основной материал занятий съезда. Все эти стороны съезда включены в предлагаемое издание во всей той полноте, с которой они поступили в редакцию.[1]

Что же касается до специальных статей и исследований, сообщенных по секциям, то при большом их количестве и богатстве содержания мое положение оказалось весьма щекотливым, потому что статей, одобренных к печати членами съезда, заведывавшими секционными собраниями, оказалось гораздо более того, что позволяли напечатать имеющиеся и предполагавшиеся средства. Поэтому я с вели-

---

[1] Капитальные и всем памятные сообщения профессоров Клоссовского и Чельцова, сделанные на соединенном собрании членов Физико-химического общества и съезда, к великому сожалению, не поступили в редакцию, но, конечно, будут публикованы и дополнят содержание «Общего отдела» для тех, кто пожелает охватить весь интерес общих и соединенных собраний съезда.

ким прискорбием, по необходимости, должен был применить данное мне право поместить лишь часть того, что имелось в руках. При выборе статей, на основании простейших соображений о стоимости печатания, были устранены прежде всего самые обширнейшие из статей, особенно же из поступивших в редакцию позже других, когда уже началось печатание и когда уже истек тот срок, к которому по требованию Распорядительного комитета должны были быть доставляемы все статьи, назначавшиеся для печатания. Во-вторых, пришлось не поместить таких статей, которые присылались авторами условно — для напечатания или в Трудах съезда, или в одном из научных журналов и изданий.[1] Наконец, в-третьих, я не имел возможности поместить в Трудах съезда тех сообщений, которые следовало напечатать не иначе, как с большими, дорого стоящими таблицами рисунков.[2] Не могу без прискорбия и совершенно особого ощущения писать о том, что положение вещей привело меня к необходимости отказывать из-за множества материала и по недостатку средств в печатании оригинальным русским исследованиям в области естествознания.[3] Мне хорошо па-

[1] Журнал Русского физико-химического общества и Ботанические известия, издаваемые ботаническим кабинетом С.-Петербургского университета, а также Труды имп. Вольного экономического общества, имп. Географического общества и др. содержат часть тех же статей, которые помещены в этом издании, но картина съезда потеряла бы много в своей полноте, если бы я решился избегать подобных повторений. Притом многие статьи явились в печати после того, как они были уже напечатаны для Трудов съезда. Приступая к печатанию с февраля 1890 г., я мог его закончить только тем числом, которое стоит в конце этого отчета. Притом авторы сообщений имеют очевидное право, сообщив свое произведение съезду, помещать его там, где считают это полезным для тех целей, которые побуждают к научным трудам.

[2] Цинкографические клише двух гипсометрических карт России были доставлены самим генералом Тилло, что и дало возможность украсить труды VIII съезда этим ценным приложением и что заставляет меня выразить здесь глубокую признательность А. А. Тилло. Таблица, сопровождающая сообщение академика Фаминцына, была приготовлена уже заранее для «Дневника», а потому стоит только бумагой и печатью. Расходы по рисункам, приложенным к отделу физики, приняты Физическим отделением Русского физико-химического общества.

[3] Число речей, являющихся в отделе общих и соединенных собраний, вместе с числом специальных речей, печатаемых в этом издании после секционных протоколов, не превосходит 120, общее же число всех научных речей и сообщений, сделанных на съезде, равно 415. Недостаток средств не только заставил редакцию прибегнуть к выбору лишь части из доставленных статей, основываясь на их размерах, на отсутствии рисунков и на тому подобных внешних выводах, но и был причиной того, что многие авторы или вовсе не доставили свои сооб-

мятно время, когда таких исследований было у нас еще очень мало и когда для напечатания этих, сравнительно редких, научных работ средства всегда легко было иметь. Только тогда, когда проживаешь подобные изменения, когда приходится их взвешивать и сравнивать с богатством давно существующих съездов (например Британской ассоциации) — становятся очевидными те успехи, какие сделала у нас точная наука в истекшее тридцатилетие, и те заботы, которые лежат на современных русских естествоиспытателях по отношению к материальному обеспечению дальнейшей судьбы съездов и научных трудов, на них сообщаемых. Продлится ли и впредь такой скорый рост естествознания в России, будет ли он замедляться или ускоряться — на то свидетелями останутся Труды съездов естествоиспытателей и врачей. Конечно, прискорбно, что не все заявленное могло быть помещенным в отчете о VIII съезде, но все же статьи, являющиеся в излагаемом издании, особенно при сличении их числа и содержания с тем, что занесено в протоколы заседаний, покажут тот уровень, которого достигло естествознание в России в восьмидесятых годах текущего столетия. И в этом, помимо прямого значения научных исследований, должно видеть ту пользу, какую

щения для печати в Трудах съезда, или, доставивши, взяли обратно для помещения в других специальных изданиях. Таким образом, хотя предлагаемый сборник дает некоторую возможность судить о съезде, но он очень далек от того, чтобы исчерпать весь общественный и научный интерес VIII съезда русских естествоиспытателей и врачей, как самый съезд не может считаться полным выражением научных сил русского естествознания, потому что очень многие первоклассные его представители не могли прибыть на праздник русской науки, куда они послали вместо себя своих учеников и сотрудников. Считаю, с своей стороны, не излишним упомянуть здесь о том, что русские съезды много бы выиграли в своем значении, если бы у нас [...] учредился обычай избирать на будущий съезд президента всего съезда и председателей секций и если бы эти лица открывали заседания речами, сообщающими взгляды избранников на текущие вопросы науки по соответственным ее областям. Опыт показывает, что не в случайных отдельных заявлениях, а в этих «речах» первоклассных ученых и в докладах специальных комиссий, расследующих вопросы, возбужденные съездами, сосредоточивается научный пульс собраний в такой же мере, как в личном сближении собратов по науке. Опыт русских съездов и ожидаемое, согласно предложению проф. Богданова, учреждение «Русского научного братства», как постоянного представителя съездов, вместе с заботами о средствах для такой русской ассоциации, вероятно, приведут к подобному же способу дальнейшего сложения сил русского естествознания, потому что в делах науки, обеспечивающей свободу мнений, главенство признанных начал и всестороннего исследования составляет основу законов ее силы и поступательного движения.

имеет возможно полное издание Трудов VIII съезда естествоиспытателей и врачей. Будем надеяться, что будущие съезды предъявят еще большее развитие точных наук в России и что указания VIII съезда послужат к тому, что найдутся впредь достаточные средства для того, чтобы не остались под спудом все достойные и современные труды русских естествоиспытателей, потому что дело наших съездов, хотя еще и молодое, уже составляет не одну только попытку, но дело русских и общенародных успехов на поприще достижения истины и блага.

Считаю необходимым закончить свой отчет некоторыми подробностями, относящимися до всех частей предлагаемого издания и счетом типографских и всех иных расходов, к нему относящихся.

Отчет о начале, течении и окончании VIII съезда, помещенный в начале книги, написан секретарем съезда профессором В. В. Докучаевым, которому в обработке данных помогали члены Бюро и студент *П. В. Отецкий* (он же и корректировал).

Список членов VIII съезда составлял *П. Ф. Бараков* (корректировал А. А. Волков) на основании сведений Бюро о лицах, записавшихся в число членов съезда и внесших тот денежный взнос, который определен правилами съезда.

Общий отдел, включающий протоколы и речи общих и соединенных собраний, редактирован мною (корректировали Н. Я. Капустина и А. А. Волков).

Отдел 1 (математика и астрономия) составлен (и корректирован) по протоколам и присланным сообщениям профессором *К. А. Поссе*. Для ускорения и удобства издания листы этого отдела печатались отдельно, в типографии Академии Наук.

Отдел 2 (физика) редактировал (и корректировал) профессор *И. И. Боргман*.

Отдел 3 (химия) редактировал проф. *Н. А. Меншуткин* (корректировал А. А. Волков).

Отдел 4 (минералогия и геология) редактировал проф. *А. А. Иностранцев* (корректировал К. К. фон-Фохт).

Отдел 5 (ботаника) редактировали академик *А. С. Фаминцын* и проф. *Х. Я. Гоби* (он же и корректировал).

Отдел 6 (зоология) редактировал (и корректировал) профессор *Н. П. Вагнер*.

Отдел 7 (анатомия и физиология) редактировал академик *Ф. В. Овсянников* (корректировал А. М. Фортунатов).

Отдел 8 (география и антропология) редактировал проф. *А. И. Воейков* (корректировал А. Н. Барановский).

Отдел 9 (агрономия) редактировали проф. *А. В. Советов* и магистр агрономии *П. Ф. Бараков* (он же и корректировал).

Отдел 10 (медицина) редактировал проф. *В. А. Пашутин* (корректировал доктор М. Г. Курлов).

Отдел 11 (гигиена) редактировал проф. *С. В. Шидловский* (он же и корректировал).

Стоимость предлагаемого издания, насколько она выяснилась по представленным и оплаченным счетам, выражается следующими цифрами:

Счет типографии В. Ф. Демакова, согласно смете, за 3000 экземпляров на 45 листов, по коим уплата произведена:

		Руб.	Коп.
Набор и 1-я корректура	33 листа корпуса	673	20
	11 листов петита	330	—
	1 лист таблиц	48	—
129 часов исправлений		32	25
Печать 45 листов		315	—
Бумага 146 дв. стоп 14 дест.		1283	62
Глазирование бумаги		88	2
Бумага и печать 2-х карт		27	51
15 дв. стоп 9 дест. бумаги для 1-го отдела		135	10
1 стопа бумаги для рис. проф. Фаминцына		8	75
		2941	45

Типографии императорской Академии Наук за набор и печать 5 листов (бумага доставлена типографией Демакова) 1-го отдела уплачено 186 руб. 13 коп.

Мелких расходов (Кастелли — за печать рисунка к речи академика Фаминцына — 30 руб., 2-я корректура списка членов и общего отдела — 35 руб., за 3 клише по отделу 4-му и за 5 клише для 6-го отдела — 25 руб.) на 50 первых листов 90 руб. Таким образом, всего на 50 листов израсходовано 3217 руб. 58 коп., что составляет на лист около 64 руб., а так как всего должно быть около 65 листов, то общая стоимость бумаги, печати, исправлений и рисунков должна не превосходить 4160 руб. На обложку, брошюровку, переплет подносимых экземпляров, объявления и мелочные расходы по выходе издания должно выйти около 400 руб., а всего за 3000 экземпляров около 4560 руб.

Счет отдельных оттисков (число их определялось согласно требованию гг. редакторов каждого отдела) от типографии Демакова:

		Руб.	Коп.
500	экземпляров общего отдела	48	—
400	» 2-го отдела	20	75
500	» 3-го »	54	50
150	» 4-го »	6	55
400	» 5-го »	19	—
150	» 6-го »	5	90
150	» 7-го »	5	—
300	» 8-го »	15	25
500	» 9-го »	30	85
150	» 10-го »	5	52
150	» 11-го »	5	—

Итого 216 руб. 32 коп.

Таким образом все издание должно стоить около 4800 руб. и является в 3000 экземпляров, из коих главная часть назначается для раздачи членам съезда и для рассылки лицам, содействовавшим съезду, остальные экземпляры для продажи.

Член VIII съезда и редактор его Трудов

21 мая 1890 г.
С.-Петербург. *Д. Менделеев.**

---

* На последней странице книги Трудов VIII съезда напечатано оповещение «от редактора» следующего содержания:

«По определению Распорядительного комитета VIII съезда каждый член оного, уплативший свой взнос, имеет право получить из склада один экземпляр сего издания бесплатно, если представит и оставит на складе подлинный свой членский билет. Члены съезда, утратившие свои билеты, должны для получения своего экземпляра представить в склад и оставить в нем удостоверительную записку от одного из членов Распорядительного комитета VIII съезда. Члены съезда, желающие получить из склада свой экземпляр по почте, высылают в склад (по вышеозначенному адресу) требовательное письмо, свой адрес и 1 руб. 20 коп. для покрытия расходов по укупорке и пересылке.

Выдача и высылка бесплатных членских экземпляров оканчивается к 1 января 1891 г.

Авторы речей и сообщений, напечатанных в этом издании, имеют возможность получить отдельные оттиски, обращаясь к лицам, редактировавшим соответственные отделы. Лица сии перечислены в предисловии, на стр. LXXXIII.

Июнь 1890 г. Проф. *Д. Менделеев*». [*Прим. ред.*].

Центральный Государственный архив Военно-морского флота, фонд Технического комитета по кораблестроению, д. 21, л. 142 (1888—1896 г.).

№ 3064
22 ноября 1893 г.

Его превосходительству
*Константину Павловичу Пилкину**

Милостивый государь,
Константин Павлович!

Ознакомившись, по желанию его высокопревосходительства Николая Матвеевича, с состоянием дел, относящихся до бассейна, назначенного для изучения сопротивления моделей судов, я составил на имя его высокопревосходительства докладную записку, копию с которой, согласно желанию вашего превосходительства, имею честь при сем препроводить.

Прошу ваше превосходительство принять уверение в совершенном почтении и готовности к услугам.

С.-Петербург,
ноября 20 дня 1893 г.

Д. Менделеев.

---

* К. П. Пилкин — управляющий Морским министерством. На оригинале имеется приписка Пилкина: «Прошу главного инженера кораблестроения и его помощников прочесть прилагаемую записку, чтобы сумели указать мне свое мнение». [*Прим. ред.*].

Центральный Государственный архив Военно-морского флота, фонд Технического комитета по кораблестроению, д. 21, лл. 143—154.

О БАССЕЙНЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ СУДОВЫХ МОДЕЛЕЙ

Его высокопревосходительству,
господину управляющему Морским министерством

Докладная записка консультанта
профессора Менделеева.

Снабжение бассейна всеми главными приборами системы Фруда должно считать ныне настолько законченным, что построение парафиновых моделей и металлических к ним винтов по чертежам и определение сопротивлений сих моделей может быть уже фактически производимо, но окончательное получение вполне достоверных и полезных для практики данных, даже касающихся отдельных кораблей, нельзя ожидать ранее, чем после истечения некоторого срока, когда прекрасное учреждение бассейна будет обставлено совокупностью лиц, необходимых для ведения опытов, и пока эти лица особыми предварительными исследованиями не проверят показаний отдельных инструментов, входящих в состав сложного прибора сопротивлений, и не убедятся предварительными опытами в полной целесообразности всех устройств [...]. А так как для подобных предварительных исследований, всегда очень сложных и вначале требующих многократнейшей проверки, совершенно необходим полный состав лиц, долженствующих вести работу, ныне же такого состава еще не образовано, и один из трех инженеров, заведующих делом, болен, то я полагаю, что для скорейшего получения результатов и для придания им надлежащей строгости прежде всего необходимо озаботиться об окончательном обеспечении бассейна достаточным для ведения опытов и возможно прочным составом наблюдателей, исполнителей и исследователей. Для этого же необходимо утвердить положение и штат бассейна, а потому я останавливаюсь далее исключительно на основных положениях, касающихся устава и штата предполагаемого при бассейне

учреждения, которому, по моему мнению, можно было бы дать наименование «*Опытный (или модельный) кораблестроительный бассейн*».

Для того, чтобы опыты в бассейне имели действительное техническое значение, вся его организация должна иметь характер строго научный, а не клониться к одному практическому ответу на задаваемые учреждению вопросы. Это основное положение вытекает из существа дела уже по той причине, что в вопросах о сопротивлении среды в кораблестроении поныне еще нет запаса вполне разработанных теоретических сведений, как видно, например, из того, что роль трения и разнообразных движений воды в сумме сопротивления, оказываемого судном, еще и поныне нельзя считать совершенно выясненною. Поэтому правильное решение задач судостроения по опытам с моделями требует полного обладания всею совокупностью сведений, относящихся не только а) к практическому кораблестроению, но и б) к теоретическим основаниям, на которые оно опирается, и сверх того в) рационального отношения к приемам собирания опытных данных, не ограничиваясь одним слепым подражанием иностранным образцам. Во всех сих отношениях деятельность бассейна представляет много пунктов подобия с деятельностью Научно-технической лаборатории, назначенной для изучения взрывчатых веществ вообще и специально — бездымного пороха, так как там и здесь предметы не вполне выработаны теоретически и требуют опытного изучения по новым специальным приемам. А так как опыт $2^1/_2$ лет действия лаборатории показал, что в ее основу положены здравые начала, быстро влекущие за собою желаемые практические последствия, то я считал бы наиболее целесообразным при организации бассейна придерживаться начал, испытанных в лаборатории, т. е. придать всему учреждению 1) характер научной самостоятельности при тесной связи в отношении к практике с деятельностью Морского технического комитета; 2) снабдить учреждение составом лиц, вполне подготовленных к самостоятельному, научному и опытному отношению к предстоящим задачам, и 3) дать им средства, достаточные не только для удовлетворительного выполнения ныне намеченных опытных исследований, но и для усовершенствования и расширения приемов опытного изучения предметов, касающихся кораблестроения, например, устойчивости*

* Здесь и далее Д. И. Менделеев имеет в виду нынешнее понятие «остойчивости». [*Прим. ред.*].

(крена) и поворотливости судов, действия ветра и т. п., так как пропуск в изучении этих элементов может повлечь неблагоприятные последствия. Упущение в одном из трех упомянутых отношений может повлиять на выполнение всей задачи учреждения.

Положив в основание своих соображений вышеуказанное, я думаю, что устав и штат учреждения должно с соответствующими изменениями сделать подобными уже существующему для Научно-технической лаборатории и, если будет угодно, я готов представить их проект, ныне же считаю необходимым выставить на вид лишь следующие стороны предмета.

1) Управление всем делом, а особенно переход от опытных данных (с моделями) к практическим следствиям, относящимся к самому судостроению, должно вверить лицу, занимавшемуся научным изучением вопросов, касающихся сопротивлений среды, кораблестроения и кораблевождения, избирая такое лицо предпочтительно из инженеров-кораблестроителей.

2) Сверх начальника учреждения, также предпочтительно из корабельных инженеров, необходимо назначить и главного помощника начальнику учреждения, которому вместе с другими служащими должно поручить самое производство опытов, их расчет и вывод опытных следствий, вытекающих из получаемых данных.

3) Для возможности ведения опытов с моделями необходимо заготовить точные увеличенные чертежи кораблей и наблюсти за точностью самого исполнения моделей, для чего необходим еще один помощник начальника бассейна, из числа корабельных инженеров.

4) Но, чтобы связь опытов с кораблестроительством была вполне живою и всегда реальною, сверх трех названных постоянных лиц, ведущих опыты, полезно прикомандировывать к опытам в бассейне, но не менее как на двухлетний срок (более короткий срок не позволил бы лицам этим ни вполне усвоить методы исследования, ни оказать действительную пользу при производстве наблюдений) еще, по крайней мере, одного из корабельных инженеров, имеющего уже некоторую практическую опытность. Лица эти, временно находясь при опытах с моделями, а потом входя в практику кораблестроения, будут содействовать связи опытов, производимых в бассейне, с требованиями и задачами жизненной действительности.

5) При полном содействии сложных приборов, служащих для измерения сопротивлений, необходимо, кроме общего распорядителя опытов, коим должно считать начальника учреждения, никак не менее трех наблюдателей: одного при записях, получающихся от самой модели корабля, другого при собирании численных данных, относящихся до винта, и третьего для наблюдения и измерения волн и струй воды. Сверх того, единовременно с ведением опытов в бассейне, необходимо точнейшим образом наблюдать за выполнением увеличенных чертежей кораблей и винтов и над переходом от чертежей к моделям кораблей (из парафина) и винтов (из легкоплавкого сплава). Все эти части предстоящих работ требуют от наблюдателей не только большой и точной внимательности, но и полного знакомства со всею совокупностью предстоящих исследований; упущение в одной из перечисленных частей дела может испортить большой ряд опытных данных. Но и после опытов, многократно (и при разных скоростях) повторяемых, настают не менее сложные и важные части дела, а именно: вывод из полученных диаграмм и чисел непосредственных результатов, введение всякого рода поправок, расчет всей совокупности измеренных величин, сличение их с другими данными, повторение наблюдений сколько-либо сомнительных, проверка следствий опытов при переходе от моделей к кораблю и т. п. Чтобы все эти дела шли успешно, не останавливались из-за случайного отсутствия (например болезни) одного из служащих и сводились бы к должным выводам, очевидно, необходимо иметь, сверх начальника, еще, по крайней мере, четырех или пятерых ответственных служащих лиц. Два (или три) из них, как упомянуто выше, будут из числа корабельных инженеров, двух же других, по моему мнению, необходимо искать между лицами, получившими высшее (университетское) физико-математическое образование и опытных в деле производства точных наблюдений. Одного из таких лиц можно назвать наблюдателем, а другого — его помощником и последнего приглашать по найму, первого же считать по штату. Таким образом, в штате будут лишь 4 лица: начальник, его старший помощник, младший помощник и наблюдатель, а сверх них в опытах примут участие один или два прикомандированных инженера и один помощник наблюдателя. Меньший комплект лиц был бы недостаточен для успешного ведения исследований, предстоящих в бассейне, особенно принимая во внимание то обстоятельство, что один или два прикомандированные инженера

часть времени проведут неизбежно лишь в ознакомлении с сложною системою наблюдений и расчетов, имеющих здесь место. Распределение же обязанностей между отдельными лицами учреждения должно предоставить начальнику учреждения, от избрания коего более всего будет зависеть успешность в достижении предначертаний.

6) Так как для корабельных инженеров существуют цензовые правила, то желательно, чтобы инженеры, состоящие постоянно или временно при бассейне, не лишались тех служебных выгод, которые им доставляет участие в действительной постройке кораблей (иначе не найти инженеров, охотно посвящающих свою деятельность бассейну), а потому я полагаю, что полное испытание моделей должно служить, для участвующих в том инженеров, к цензовому зачету числа строительных тонн по действительным размерам кораблей, с известным коэффициентом уменьшения, например, 40 тонн считать за единицу и т. п.

7) Что касается до окладов жалованья, то начальнику бассейна, его помощникам и временно прикомандированным инженерам необходимо соразмерить содержание с окладами, получаемыми сими морскими инженерами на других видах кораблестроительной деятельности, а именно: начальнику назначить оклад старшего судостроителя (4000 руб.), его старшему помощнику — младшего судостроителя (2500 руб.) и младшему помощнику — оклад корабельного инженера (1300 руб.), с добавкою всем им потонновых окладов с уменьшением в размере, упомянутом выше. Оклады жалованья корабельных инженеров, временно командированных в бассейн, падут не на специальный штат бассейна, а на общий штат кораблестроения, останется же только добавочный, тонновый, оклад, который можно принять примерно в 1800 руб. для всех инженеров, состоящих при бассейне.

8) Оклад наблюдателю должен быть не менее 2000 руб., чтобы лицо это могло посвящать делу бассейна главное свое время и оставаться в учреждении при всех тех переменах в составе лиц Инженерного ведомства, которые могут происходить по надобностям кораблестроения. Наблюдателю желательно придать служебное положение VI класса по чину и, если возможно, дать казенную квартиру вблизи бассейна, чтобы он мог иметь ближайшее попечение о состоянии приборов, находящихся в учреждении. Его помощнику следует назначить годовой оклад не менее 1000 руб., так как здесь необходимо лицо, кончившее курс физико-математического факультета.

9) Все остальные расходы видны в прилагаемом проекте штата, где я в коротких чертах мотивирую предполагаемые расходы:

		Замечания
а) Начальник бассейна	4000 руб.	Управляет всем делом.
б) Его старший помощник	2500 руб.	Ведает опытами и ведет их и расчеты, вместе с наблюдателем и прикомандированными инженерами.
в) Младший помощник	1300 руб.	Преимущественно наблюдает за чертежами и точностью моделей.
г) Им всем добавочных (потонновых)	1800 руб.	Эту сумму, быть может, лучше прямо причислить к вышеуказанным окладам.
д) Наблюдателю (из лиц, имеющих высшее физико-математическое образование.) жал. 800, стол. 900, кварт. 300	2000 руб.	Заведует приборами, ведет наблюдения и производит вычисления.
е) По найму приглашаются:		Калькулятор, заведует диаграммами и участвует в опытах.
1 помощник наблюдателя, из лиц, кончивших университетский курс	1000 руб.	
2 чертежника (по 50 и 40 руб. в месяц)	1080 руб.	По существующим ныне средним окладам в других учреждениях.
2 машиниста и слесаря по 60 и 40 руб. в месяц	1200 руб.	
2 кочегара (по 25 руб. в месяц)	600 руб.	
2 модельщика (по 40 и 30 руб. в месяц)	840 руб.	
1 литейщик	420 руб.	Для отливки моделей из парафина.
На сторожей и служителей	800 руб.	

Примечание. Определение окладов лицам, приглашаемым по найму (всего 5940 руб.), производится по соглашению начальника бассейна с консультантом.

ж) На ремонт имеющихся приборов и приобретение новых приборов	2500 руб.	Эти суммы совершенно необходимы для текущих надобностей опытов; желательно обе эти суммы соединить в одну
з) На материалы для отливки моделей судов и винтов и на чертежные, смазочные и другие материалы	1000 руб.	
и) На книги	300 руб.	
к) На письмоводство и канцелярские расходы	600 руб.	
Итого	21940 руб.	

Отопление здания и паровиков, освещение, водоснабжение и ремонт здания бассейна, равно как и обзаводство новыми крупными механизмами, производятся на счет ведомства С.-Петербургского порта.

Если расходы порта на ремонт здания, отопление и т. п. оценить примерно по 2 тыс. руб. в год, то общая стоимость ведения дел в бассейне достигнет примерно 241 тыс. руб. в год. Такой расход должно считать незначительным, ввиду тех сбережений, которые несомненно должны произойти вследствие изучения судовых моделей в бассейне, а именно выразятся в избежании многих переделок и ошибок в проектировании кораблей, в уменьшении расходов на топливо судов и т. п. Если же, как можно надеяться при надлежащем ходе исследований, получатся результаты, позволяющие для вновь строящихся военных судов увеличить быстроту их хода, их устойчивость и поворотливость, не увеличивая основной стоимости устройства и текущего расхода топлива, то вышеуказанная стоимость содержания бассейна окажется вполне производительною затратою и польза ее очевидною. От методически же проведенных исследований, касающихся как формы судов, так и числа оборотов пароходных винтов, в соединении с надлежащим анализом полученных из опыта результатов, хотя и не сразу, а лишь по истечении должного времени, можно ждать именно вышеуказанных результатов, если итти не спешно, но по выработанному плану, изменяющемуся по мере разработки первых опытных сведений.

В заключение считаю не излишним сказать о том, что учреждение опытного кораблестроительного бассейна может оказать весьма важное влияние не только на военное судостроение, но и на построение всяких судов торгового морского и пресноводного флота России, если задачи сего рода будут допущены со временем к решению опытами в бассейне. А так как в высших правительственных сферах возбуждение и усовершенствование всех видов судостроения и судоходства России составляет предмет весьма большого значения, ныне стоящий на ближайшем попечении многих министерств (Финансов, Путей сообщения и др.), то инициатива Морского министерства в дело усовершенствования типов всякого рода судов должна встретить полное сочувствие. Модели судов добровольного флота, транспортов и т. п. могут служить в этом отношении переходными ступенями к обладанию общею задачею судостроения, для решения коей во всех странах ныне уже стали прибегать к помощи опытных кораблестроительных бассейнов.

Ввиду великого научного и практического интереса предстоящих в бассейне исследований, могущих оказать влияние не только на военное мореходство, но и на ход частного

судостроения в России, а также на выяснение задач сопротивления, интересующих науку со времен Ньютона, но и поныне не решенных, я охотно готов содействовать своими сведениями к успешному ведению дел в бассейне, однако при большом числе дел, на мне уже и ныне лежащих, интересам этого разряда я могу отдать лишь малую часть остающегося у меня времени. На ближайшее же время считаю совершенно необходимым:

1) Скорейшее окончательное устройство учреждения и утверждение его штата, потому что при современном, не определившемся еще положении предмета ведение систематических опытов встречает немалые препятствия, особенно со стороны недостаточности в числе наблюдателей.

2) Обеспечение до времени утверждения устава и штата бассейна того положения учреждения, которое ныне существует, на что, по собранным мною справкам, кроме жалованья состоящим при бассейне инженерам, потребно: а) ежемесячно около 300 руб. (именно: на материалы около 75 руб. в месяц и на жалованье ныне работающим машинисту, 2 модельщикам, формовщику, чертежнику и кочегару — 225 руб.) и б) единовременно на парафин и воск (52 пуда, ценою около 800 руб.) для моделей судов и на легкоплавкий металл для моделей винтов — всего около 900 руб., ибо иначе начавшееся дело предварительного изучения приемов исследования должно будет приостановиться.

3) Желательно ныне же приставить к делу бассейна вышеупомянутого наблюдателя, дав ему временно по 150 руб. жалованья в месяц, с тем, чтобы он, ко времени открытия деятельности бассейна, успел изучить все ведение опытов и расчетов, сопряженных с испытаниями моделей.

4) Желательно, чтобы ныне же было ассигновано до 500 руб. на приобретение книг и журналов, необходимых бассейну, и в его библиотеку доставлен был полный экземпляр Морского сборника.

ПРОЕКТ* ПОЛОЖЕНИЯ О БАССЕЙНЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОПЫТОВ НАД СОПРОТИВЛЕНИЕМ ВОДЫ НА МОДЕЛИ СУДОВ И НАД ДЕЙСТВИЕМ СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

---

* Хранится в архиве Д. И. Менделеева в Музее им. Д. И. Менделеева при Ленинградском Государственном ордена Ленина университете им. А. А. Жданова и принадлежит, повидимому, самому Д. И. Менделееву. [*Прим. ред.*].

ПОЛОЖЕНИЕ

о бассейне для производства опытов над сопротивлением воды на модели судов и над действием судовых двигателей

1. Дабы иметь возможность при проектировании судов флота давать им образование, наиболее способствующее ходкости, и снабжать их двигателями, дающими наибольшее полезное *действие*, в ведении Морского технического комитета состоит в С.-Петербурге бассейн для производства опытов над сопротивлением воды на модели судов и над действием судовых двигателей.

2. Управление *бассейном* вверяется *начальнику* оного, выбираемому из корпуса корабельных инженеров в звании старшего или младшего судостроителя, который в то же время состоит членом Морского технического комитета по вопросам, касающимся сопротивления воды на движущиеся в ней суда.

3. Начальник бассейна определяется и увольняется высочайшими приказами по Морскому ведомству.

4. Начальник бассейна заведывает всеми научными и практическими исследованиями и работами в бассейне; на его обязанности лежит попечение о том, чтобы исследования сии удовлетворяли современному состоянию науки и техники; он следит за всеми усовершенствованиями и открытиями по сопротивлению воды на суда. Он обязан независимо от работ, предложенных Мор[ским] тех[ническим] ком[итетом], по имеемым в этом последнем учреждении чертежам производить опыты и над судами иностранных флотов для получения научного материала при составлении проектов новых судов. Для той же цели, в случае надобности, под его руководством производятся прогрессивные испытания судов нашего флота. Эти испытания обязательны для судов, построенных при участии бассейна.

5. По возникающим при работах в бассейне научным вопросам начальник его подчиняется указаниям консультанта при Управляющем Морским министерством.

Консультант указывает на лиц, могущих быть, по его мнению, полезными для службы в бассейне.

6. Результаты исследований и работ, предлагаемых Морским тех[ническим] комит[етом], начальник бассейна своевременно представляет через главного инспектора кораблестроения.

7. Помощники начальника бассейна в отношении распределения занятий состоят в непосредственном ведении и распоряжении начальника бассейна, им избираются и по представлению Мор[ского] тех[нического] ком[итета] определяются и увольняются приказами по Морскому ведомству.

8. Должность старшего помощника начальника бассейна замещается инженером корпуса корабельных инженеров в звании младшего судостроителя. На обязанности его лежит производство опытов и наблюдений и выводы из полученных результатов.

9. Должность одного из младших помощников начальника бассейна замещается инженером корпуса корабельных инженеров в звании старшего помощника судостроителя.

На обязанности его лежит помощь при производстве опытов; наблюдение за изготовлением моделей судов и двигателей; общее наблюдение за всеми приборами и станками и заведывание хозяйственною и содержательскою частями.

10. Все корабельные инженеры, служащие в бассейне, должны быть из лиц, кончивших курсы в Николаевской морской академии по 1-му разряду.

11. Как начальнику бассейна, так и его двум упомянутым помощникам — корабельным инженерам — за время нахождения при производстве опытов над моделями судов и судовых двигателей считается ценз в 0.008 от веса корпуса испытываемых в бассейне судов.

12. Должность другого младшего помощника начальника бассейна замещается лицом, получившим высшее математическое или техническое образование по 1-му разряду в Университете или в высшем техническом заведении.

На обязанности его лежит производство установившихся и новых опытов и наблюдений над сопротивлением жидкости и ведение соответствующих вычислений.

13. В помощь служащим в бассейне в исследовании диаграмм, в производстве вычислений и составлении таблиц

и формул начальником бассейна приглашается один калькулятор из лиц, получивших высшее математическое образование.

14. За открытия и усовершенствования в области сопротивления жидкости назначаются по представлению консультанта денежные или другие награды всем лицам, участвовавшим в этом открытии.

15. Суммы, назначенные по штату на содержание бассейна, ассигнуются Морскому техническому комитету, который расходует их по требовательным ведомостям, представляемым в Комитет начальником бассейна.

16. Топливом, как для действия механизмов, так и для общего отопления, водою и материалами для освещения бассейн снабжается от С.-Петербургского порта, в ведении которого находится также и ремонт здания бассейна.

Документ хранится в Музее им. Д. И. Менделеева при Всесоюзном Научно-исследовательском институте метрологии им. Д. И. Менделеева.

ОБ ИЗДАНИИ «ОСНОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

(Третье письмо к Директору Департамента торговли и мануфактур В. И. Ковалевскому почетного члена Совета торговли и мануфактур, профессора Д. И. Менделеева)

Милостивый государь,

Владимир Иванович!

В письмах от 11 апреля 1893 г. и от 7 января 1894 г. я имел честь представить вашему превосходительству ряд соображений о необходимости издания, при содействии Министерства финансов, промышленной библиотеки, приноровленной к потребностям и спросу России, причем имелось в виду предпринять это обширное издание совершенно частным образом, а правительственное содействие полезному предприятию предполагалось определить подпискою Министерства финансов на 3000 экз. с тем, чтобы они не поступали в продажу, а безвозмездно рассылались, по мере надобности, в низшие народные училища. Делая такое предложение, во-первых, я имел в виду лично принять в нем участие в качестве редактора и организатора, а во-вторых, так соразмерил величину казенного пособия, чтобы им покрывалось лишь половинное количество неизбежно предстоящих расходов без вознаграждения редакционного труда, который, как мне кажется, был бы наиболее производителен, если бы вознаграждался не иначе, как пропорционально расходу издания и, следовательно, по мере его распространения в читающей публике. Другими словами, я предполагал принять на себя не только часть труда, но и не малую долю риска.

Ныне, когда, по воззрению его высокопревосходительства Сергея Юльевича, становится своевременным предположенное издание, я нахожусь в необходимости отстранить от себя честь, труд и риск личного и самостоятельного редак-

тирования столь необходимой для России общей, систематической промышленной библиотеки, потому что состояние моего здоровья уже не позволяет мне надеяться вынести предстоящий труд, при начале которого неизбежна громадная затрата сил, с надеждою на успех лишь в далеком будущем, а потому, ввиду пользы от исполнения предначертанного, решаюсь сделать видоизменение прежних предложений, как это излагается в этом письме.

В Департаменте торговли и мануфактур, по ходу его дел, неизбежно сосредоточивается множество текущих и основных вопросов русской промышленности и торговли, и по ним составляются письменные или печатные специальные промышленно-торговые отчеты и вообще труды, представляющие громадный общий интерес. Достаточно указать для примера на прекрасные исследования, явившиеся по поводу всемирной выставки в Чикаго, на многие записки, составлявшиеся при обсуждении вопросов таможенного обложения, на труды по разбору хлебной и мучной торговли, вопросов о привилегиях, пробирного устава, нефтяной торговли и т. п., чтобы видеть, какие интереснейшие и разнообразнейшие вопросы и исследования производятся в последнее время в Департаменте, Вами управляемом, или при его прямом или косвенном содействии. Хотя часть этих трудов издается и продается, но в разрозненном виде они не имеют должного распространения и оказывают меньшее влияние, чем могли бы производить в нашей стране, почти лишенной специальной технической литературы. Часть же трудов этого рода, произведя свое влияние на ход правительственных мероприятий, оставшись в неопубликованном виде, теряется для общего влияния на ход частных промышленных дел и не увеличивает общего сознательного отношения к русской промышленности, ставшей явно на очередь в среде важнейших вопросов русской жизни.

На основании вышесказанного полагаю, что было бы вполне целесообразным завести издаваемый в определенные заранее сроки или по временам особый Сборник торгово-промышленных трудов департамента, куда бы вошли упоминаемые труды как части или статьи целого издания. Эту мысль я имел честь сообщить его высокопревосходительству Сергею Юльевичу и он ее одобрил в общих основаниях. В подробный же разбор ее я не считаю возможным входить не только по недостаточному знакомству с общим ходом дел департамента, но и потому, что лично почти ничем не могу участвовать в предполагаемом сборнике.

Если же я коснулся вопроса о нем, то лишь потому, что при издании указанного сборника можно было бы в виде особых дополнений прилагать ту общую промышленную библиотеку, о которой писал Вам в прошлых письмах и которой предлагаю придать название «Основы промышленности» (см. 2-е письмо, стр. 11*). Исходя из предположения о том, что при Департаменте торговли и мануфактур издается (периодический или временный, по мере накопления материалов) Сборник промышленно-торговых исследований, я обсуждаю вслед за сим вопрос об издании «Основ промышленности» по прежней программе, изложенной во 2-м письме, считая, что отдельные листы этого последнего издания будут составлять приложение к «Сборнику департамента», который, мне кажется, приобретет чрез это особое распространение и окажет еще большее влияние на развитие торгово-промышленной деятельности России, а следовательно чрез то и на развитие в ней благосостояния, т. е. того источника, из которого черпаются финансовые средства. Конечно, влияние издания «Основ промышленности» и «Сборника департамента» на развитие народного благосостояния будет лишь медленным, но зато не менее прочным, чем влияние развития образования, потому что распространение в массе народа систематических сведений о делах промышленности и торговли послужит к тому, что их будут понимать не только те сравнительно немногие, которые знакомы с примерами и западно-европейскою литературою этих предметов, но и все те, кому доступно чтение издания, которое может быть сделано весьма дешевым, так как правительство, ввиду ожидаемой косвенной пользы, не станет ставить на первый план денежных интересов, неизбежно необходимых при издании преимущественно или исключительно на частные средства. Само собою разумеется, что прилагаемые при сборнике Департамента торговли и мануфактур томы «Основ промышленности» будут затем продаваться и отдельно.

Итак предположим, что «Основы промышленности» издаются совершенно на средства казны, спрашивается — как это организовать, что это может стоить или, правильнее, каков может быть ежегодный расход (временный или постоянный)[1] и какого денежного погашения ему можно

[1] Постоянным расход этот может сделаться даже после окончания издания «Основ промышленности» ввиду новых изданий томов и издания совершенно новых подобных же трудов.

* Д. И. Менделеев, Соч., т. XXI, 1952, стр. 126. [*Прим. ред.*].

ожидать? Ответ на это зависит прежде всего от размера издания и от сроков его осуществления в предначертанном виде, т. е. по программе, помещенной во 2-м письме.[1]

По отношению к размерам издания «Основ» необходимо иметь в виду, что ранее сего предположенные мною размеры (около 600 печ. листов, считая в одном листе около 60 тыс. букв, 2-е письмо, стр. 4, или около 400 листов, при 90 тыс. букв в листе) едва ли не будут превзойдены, если вместо частного издания оно станет казенным, потому что у редакторов такого издания тогда не будет столь много свободы и власти, чтобы значительно сокращать труды авторов, которые, как показывает опыт, невольно излишне распространяются по предметам своей специальности. Поэтому, если редакторами будут избраны знающие, доверенные и благоразумные лица, не заинтересованные в умножении числа листов (т. е. получающие гонорар не с листа, а с тома или отдела знаний), а озабоченные лишь полнотою, ясностью и точностью изложения, я полагаю, что благоразумнее будет положить на все издание (в 30 томов, средним числом по 30 листов) около 900 листов вышеуказанного (60 000 букв в листе) размера[2].

По отношению к сроку издания всех 30 томов считаю необходимым сказать, что трудно будет начальное соглашение, подыскание надежных сотрудников и издание первых томов, но затем, при достаточном числе главных редакторов и их помощников, дело может итти сравнительно быстро, так что легко рассчитывать в год на 100—150 листов. Поэтому весь срок издания, по моему мнению, может быть считаем от начала дела в 7—10 лет, но для большей отчетливости последующих расчетов я его принимаю затем в 10 лет.

Исходя из указанных цифр (900 листов по 60 тыс. букв, в 10 лет), необходимо затем сообразить стоимость всего издания и полученную цифру разделить на 10 для определения сметных годовых расходов, предстоящих в 10 лет.

Стоимость издания правительственными средствами «Основ промышленности» должна слагаться из 3-х главных видов затрат: на гонорар авторам, на гонорар редакторам и на

[1] Но эту программу следует еще раз подробнее обсудить и выработать.

[2] Размер в 90 тыс. букв на лист, предположенный в первом письме, конечно, более выгоден для издателя, но потребует столь мелкого шрифта, что это затруднит чтение и, вероятно, уменьшит распространение издания.

типографские расходы. Далее я излагаю то, что могу сказать по этим трем предметам, сообразуясь с тем, что было изложено в предшествующих письмах.

По отношению к *гонорару авторам* ранее сего я предполагал, при размере листа в 90 тыс. букв (письмо 1), по 150 руб. и сверх того все выгоды от последующих изданий, за вычетом их стоимости и условленного редакторского гонорара. Ныне я веду расчет на лист в 60 тыс. букв и считаю невозможным оговаривать права авторов на последующие издания. Это последнее вытекает из того, что по современному плану в издаваемом труде, кроме авторов, будут участвовать труды редакторов и лиц, которым они поручат дополнить предлагаемые авторами произведения, а потому в готовом издании явится коллективный труд многих лиц, и второе издание, если оное появится, будет уже делом Министерства финансов, которое может уступить свое право кому заблагорассудит на условиях, не связанных с гонораром автору, тем более, что всякое новое издание технического труда потребует непременно много нового труда для текущих дополнений и исправлений. Поэтому гонорар автора, единовременно ему выдаваемый, должен быть соображен лишь с размером платы, за которую можно надеяться найти надежных сотрудников, готовых вполне уступить свой труд редакции с тем, конечно, что имя автора будет значиться на труде. Это последнее обстоятельство весьма важно не только как побудительная причина для искания желающих попасть в число лиц, участвующих в важном труде, издаваемом правительством, но и как гарантия добросовестного исполнения предстоящей задачи. Авторов должно искать среди лиц, не только хорошо технически подготовленных, но и лично знакомых с современным положением отдельных отраслей промышленности вообще и русской в особенности. По этой причине авторский гонорар не может быть ограничен обычными размерами журнальной платы (по 5—10 коп. за строчку, или за лист 50—75 руб.), тем более, что редакторы, вероятно, будут многое исключать и часть добавлять. Если гонорар счесть с листа по 135 руб., полагая в листе (при тексте в $6^1/_2$ квадратов, по 56 строк в странице, или 900 строк в листе, в строке по 67 букв) около 900 строк (во всю ширину его страницы), то за строку придется 15 коп. Этот гонорар я считаю наиболее отвечающим делу, выгодным для издателя, но едва ли не минимальным, а потому думаю, что следовало бы редакторам дать право назначать гонорар

от 15 до 20 коп. за строку, что составит за лист от 135 до 180 руб. Построчная (а не с листа) плата необходима в двух отношениях: 1) часть текста может быть поручена редактором другому автору и 2) условия для помещаемых рисунков, по моему мнению, должны быть таковы, что за оригинальные рисунки платится как за текст (по размеру занятых строк), а за рисунки из других изданий — по соглашению (или $^1/_2$ строчной платы, или ничего, если книга доставляется редакциею, ибо ее ведь надо купить и часто испортить). Таким образом можно принять, что при 60 тыс. букв в листе гонорар авторам составит с листа в среднем по 150 руб. с правом правительства на следующие издания без особого вознаграждения.

Самая важная часть труда и пользы издания «Основ промышленности» падает *на редакторов*, потому что они должны: заранее определить размеры и содержание своих томов, подыскать соответственных авторов, сговориться с ними относительно общего плана и частностей, просмотреть, исправить и вообще проредактировать свои томы, позаботиться о чертежах, присмотреть за типографиею и т. п. Сумма предстоящего при этом труда распадается притом на две части: одна требует глубокого знакомства с людьми и предметом, при потребности лично заменить и дополнить изложение и т. п., другая состоит в сумме труда мелочного: корректур, справок, толкования с граверами, метраншажами и т. п. Поэтому я думаю, что при каждом редакторе непременно будут свои помощники. Успех издания всецело будет зависеть от редакторов. Их выбор — дело трудное и деликатное. Быть может полезно было бы избрать и общего, главного редактора.[1] Одному редактору, очевидно, для пользы дела может быть поручено несколько томов сходного характера, напр. томы V (воздух и вода), VIII (топливо), XV (поваренная соль, сода и т. п.), XVI (соли калия и производные селитры) и XVIII (сера и ее производные), потому что это всё предметы чисто минеральной химической технологии. Другому редактору могут пойти томы: VI (практическая механика), VII (строительное искусство в заводском деле), X (паровые машины) и XIII (обработка металлов и дерева), потому что

[1] Первоначально, мне кажется, полезно было бы иметь главного редактора и еще двух или трех других, которые коллегиально обсудили бы многие стороны предмета, особенно трудные при начале дела. Затем, быть может, главный редактор и не был бы надобен, хотя от него единство и целость несомненно выиграют.

это суть сходные предметы техники, механического характера. Так, по моему мнению, надо иметь для всех 30 томов не менее как 7—8 редакторов. Они первоначально должны определить общие начала издания по соглашению, чтобы избежать повторений и определить то число листов, которое пойдет на каждый том, назначаемый им для редактирования с выработкою более подробной, хотя лишь общей, программы каждого тома. Когда будет достигнуто это постановление по соглашению и разрешению департамента, определятся размеры (от *a* до *b* листов на каждый том) каждого тома, чтобы затем при издании всей библиотеки не явилось новых неожиданных и чрезмерных требований.[1] В отношении вознаграждения уже этот предварительный (весьма немалый) труд требует оплаты, и я думаю, что за него следует выдать каждому редактору не менее как по 300 руб., т. е. всего не более 3 тыс. руб. Редакторский же труд самых томов должен быть, по моему мнению, оплачен двояко: во-первых, с каждого тома редактору с его помощниками, примерно, в среднем по $2^1/_2$ тыс. руб.[2] и, во-вторых, по израсходовании в продажу 6 тыс. экземпляров (они примерно оплатят большую долю расходов казны по изданию) с рубля, получаемого казною, по 20 коп.[3] Этот последний род вознаграждения, по мнению моему, будет содействовать успешному редактированию и сделает редакторов законными участниками доходов, могущих получиться от издания, хотя его цена и будет определяться не ими, а взглядами правительства. Таким образом, если том издания, редактированный г-ном X, будет продаваться из казны по 2 руб., и сумма разошедшихся его экземпляров в Сборнике и в отдельной продаже достигнет до 10 тыс., то редактор с 4000 экз. получит с каждого по 40 коп., или 1600 руб., следовательно будет заинтересован в быстром ходе редактируемого им тома и всего издания.

В отношении к *типографским расходам* прежний мой счет (письмо 1, стр. 11 *) требует изменения в виду изменения плотности набора и полагаю, что при печатании 6 тыс. экз. (но количество экземпляров не должно ныне

---

[1] Известно, что писать кратко гораздо труднее, чем многоречиво

[2] В качестве редактора технических статей Энциклопед. Словаря Брокгауза и Ефрона я получаю гораздо более, если принять в соображение число печатных листов.

[3] Было бы справедливым подобный же дополнительный гонорар выдавать и авторам, хотя это менее настоятельно, чем редакторам.

* Д. И. Менделеев, Соч., т. XXI, 1952, стр. 110. [*Прим. ред.*].

предрешать, быть может, некоторые томы полезно печатать и в количестве 10 тыс. экз., другие же в меньшем, я избрал 6 тыс. экз. только по размеру прежнего расчета) типографские расходы должно разделить на 2 категории: расходы, не пропорциональные числу экземпляров, и расходы, зависящие от этого числа. Расходы первого рода с листа:

Набор по 40 коп. с тысячи букв	24 руб.
Корректуры и поправки около	6 »
Граверу (большая часть цинкография) за 150 кв. дюйм. с листа (около 15 рис. в листе) средним числом	30 »
Мелкие расходы	10 »
	70 руб.

Расходы второго рода при 6000 экз. на лист:

14 стоп по 3—4 руб. стопа, среднее по $3\frac{1}{2}$ руб. за простую стопу	49 руб.
Печатание и глазировка	25 »
Брошюровка и обертка	10 »
Непредвиденные и мелкие	6 »
(С тысячи экз. по 15 руб., или по $1\frac{1}{2}$ коп. с листа)	90 руб.

Т. е. типографские расходы на 6000 экз. с листа составят около 160 р.

Из свода расходов трех выше исчисленных родов получается следующая общая сумма стоимости всего издания (в 900 листов):

Гонорар авторам по 150 руб., с 900 листов	135	тыс. руб.
Редакторам за предварительные работы	3	» »
Редакторам и их помощникам с каждого из 30 томов, среднее, по $2\frac{1}{2}$ тыс.	75	» »
Типографии за 6000 экз. издания в 900 листов, по 160 руб. с листа	144	» »
Непредвиденных и мелких	13	» »
	370	тыс. руб.

Расход в 370 000 руб. при 6000 экз. и 900 листах составляет на лист стоимость около 7 коп. Если бы издание было частным и назначена была продажная цена в 7 коп., то она не дала бы барыша при полном расходе издания, и если бы книгопродавцам делалось (что вполне необходимо) не менее 25% уступки, то все издание стоило бы покупателю около 80 руб. Это много, но это составило бы полный возврат всех затрат при продаже 6000 экз. Продажа же

может быть большею, и возврат всех затрат вовсе не составляет для казны необходимости.

Разделяя расход в 370 000 руб. на 10 лет, получим годовую смету по 37 тыс. руб., т. е. равную смете на расходы небольшого среднего учебного заведения. Значение же «Основ промышленности», при полном отсутствии у нас систематических руководств по промышленности, бесспорно будет не только большим, чем от десятка средних учебных заведений, но едва ли не большим, чем от устройства высшего технического учебного заведения, из коих каждое в год обходится более, чем стоят все единовременные затраты на предполагаемое издание.

Издание «Основ промышленности», однако, не только разольет свет просвещения и чрез то косвенно поможет благосостоянию страны, т. е. умножит финансы, но в отличие от учебных заведений и прямо возвратит если не все, то очень многое в доходы казны, потому что издание несомненно будет продаваться. Я думаю, что в интересах правительства развить техническое образование, а потому содействовать широкому ходу издания, для чего следует его пустить как можно дешевле. Судя по ходу изданий, подобных энциклопедии Брокгауза и Ефрона, которая идет, при цене по 10 коп. с листа, в количестве около 10 тыс. экз., смело можно рассчитывать, что при хорошем выборе редакторов и авторов и при умелом распространении издание «Основы промышленности» смело может рассчитывать на распространение десятков тысяч экземпляров, особенно если цена будет дешева. Ход издания, т. е. его ежегодная продажа, всегда составляет дело гадательное, но, судя по примеру своего сочинения «Основы химии», я могу с уверенностью говорить о том, что в год можно рассчитывать на тысячу экземпляров,[1] если содержание томов будет отвечать требованию народа и современному состоянию знаний. Если же счесть, что в 20 лет разойдется 20 тыс. экз., то, назначив за лист не 7 коп., а только по 4 коп. и выдавая редакторам и авторам после первых 6000 экз. по 40 коп. с рубля, — все же расходы казны погасятся. Говорить об устарелости издания будет нельзя, если каждый том будет издаваться средним числом чрез 6 лет и если печататься будет в каждом издании по 6000 экз. Притом, если издание

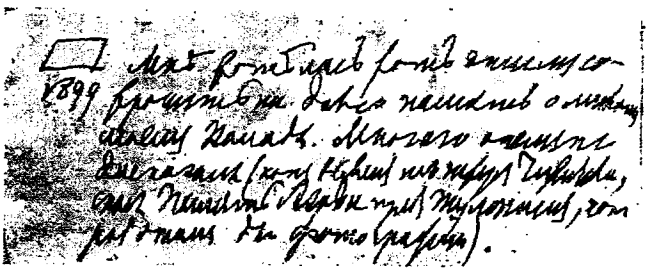
[1] «Основы химии» изданы в 1-й раз в 1868—1870 гг. и вот уже 25 лет (ныне печатается 6-е издание) идут примерно по 1000 экземпляров в год, но каждое новое издание дополняется и во многом переделывается.

будет печатать объявления (рекламы, анонсы), то они одни могут погасить немалую долю расходов, если поставить на вид, чего я лично вовсе не желаю, преимущественно погашение расходов. На расходы, сопряженные с изданием «Основ промышленности», по моему мнению, правильнее всего смотреть как на расходы для развития в нашей стране образованности и правильного понимания целей, средств и приемов всех главных видов промышленности.

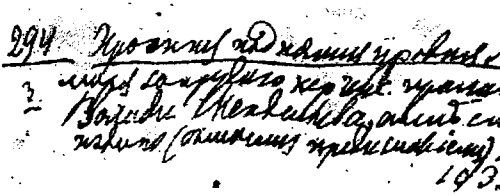
Если ваше превосходительство усмотрите в предлагаемой форме издания «Основ промышленности» залоги возможной пользы, то, вероятно, не откажетесь принять меры к осуществлению одной из мер, отвечающих развитию русской промышленности, т. е. цели, горячо ныне преследуемой Министерством финансов. Замедлять, подробно обсуждая все могущие быть частности и обстоятельства, когда принципиально дело будет решено, мне кажется здесь неуместным, потому что сущность дела все же будет зависеть от его выполнения, а у правительства всегда найдется возможность произвести исправления, если окажутся даже недочеты и ошибки. Покровительство промышленности и ее настоятельные нужды требуют ускорения в деле недостающих России «Основ промышленности». Для их выполнения у нас накопилось уже довольно знающих людей, недостает же капитальной предприимчивости и взвешенной решимости, рассчитанных на продолжительные сроки погашения. Недостающее ныне может восполнить только Министерство финансов.

Прошу ваше превосходительство принять уверение в совершенном почтении и готовности к услугам.

21 февраля 1895 г. *Д. Менделеев*



1899 Мне хотелось хоть этим сохранить надолго память о милом моем Володе. Многого о нем не досказал (как вывел из труд[ностей] Чихачева, спас «Память Азова» пред Тулоном, как работал для фотографии.)



294/3 Проект поднятия уровня Азовского моря запрудою Керченс[кого] пролива, соч. Володи Менделеева. После его кончины издано (с моим предисловием). 1899 г.

1035/2

«Проект поднятия уровня Азовского моря запрудою Керченского пролива» В. Д. Менделеева, СПб., 1899 г., стр. V—IX.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сын мой, Владимир Дмитриевич Менделеев, родился 2 января 1865 г. Здоровый телом и душой, он рос счастливо, с детства мечтая о море, куда и меня самого влекло в первые мне памятные годы. Учиться он начал в Филологической гимназии, но детская страсть к морю не убывала, а скорее усиливалась. Это послужило поводом к тому, что, подготовившись, как надо, он пошел на тяжелое — по тем временам — состязательное испытание для поступления в Морской корпус. Состязание он счастливо прошел, поступил кадетом и всей душой полюбил всю тогдашнюю корпусную обстановку, начиная от директора корпуса, высокоуважаемого адмирала Епанчина, до своих друзей-товарищей, преданный им и до конца своей жизни. В 1880-м году мне дозволили взять его с собою при поездке на Кавказ. Мы проехали с ним из Нижнего по Каспийскому морю в Баку, потом морем же в Петровск, посетили Дагестан и чрез Чечню проехали на перекладных во Владикавказ, перевалили затем хребет по Военно-грузинской дороге, пожили в Тифлисе и Батуме и по Черному морю чрез Новороссийск и Севастополь вернулись домой. Радостно было видеть глубокое впечатление, испытанное юношей в этой новой обстановке, а многие из суждений, слышанных тогда от него, показали мне, как ум его уже мужал, как сознательно любит он родину и каким вдумчивым моряком он обещал сделаться. Тогда же, при проезде от Керчи до Севастополя, зародился у него проект запруды Азовского моря, далее печатаемый. Он тогда уже ясно видел, что Азовское море представляет наиболее удобно вдвинувшуюся в материк России часть соленых вод, обнимающих землю, и что это положение Азовского моря допускает возможность развития успешных и наиболее обеспеченных сношений России с остальным миром. Знал он, что гений Великого Петра

провидел уже значение Азовского моря. Но мелкость глубин этого моря составляет большое препятствие для наиболее быстрого возрастания всех условий пользованяи Азовским морем как чисто русским, внутренним. И он задумал отгородить его запрудою со шлюзами, чтобы поднять уровень вод и сделать порты этого моря доступными для океанских судов. Высказывая тогда свой план запруды Азовского моря, Владимир Дмитриевич обращал не малое внимание и на то, что запруда эта, защищенная сильными крепостными верками в Керчи, может сослужить большую службу не только для развития торговых сношений, но и при войне, особенно для безопасного от вражеских нашествий сооружения русского флота, а при могущей встретиться надобности может дать и безопаснейшее убежище всему нашему (торговому и военному) черноморскому флоту, так как при спуске вод в мелкое Азовское море не могли бы попасть вражеские морские флоты. Севастопольские события 50-х годов, ожившие в юном морякекадете при посещении этих исторических мест, еще более укрепили в нем мысль о великой пользе запруды Азовского моря.

Одобрив счастливую мысль своего сына-юноши, я советовал ее разработать подробнее, когда на то представится ему возможность, а пока трудиться над любимым делом морской службы. И у моего сына достало воли, сил и настойчивой любви, чтобы лелеять зародившиеся мысли — их было у него много — до возможности подробнее разобраться в каждой из них. Когда он окончил курс Морского корпуса и поступил мичманом флота, все свое время он отдавал новым обязанностям во флоте, которому и дома посвящал большинство своего свободного времени, особенно изучая сочинения, касающиеся мореходного дела. Первое большое морское его плавание началось в 1890 г., когда он был назначен мичманом на «Память Азова» под команду капитана, ныне адмирала, глубокоуважаемого Н. Н. Ломана. (Это было плавание на Восток наследника цесаревича, ныне царствующего государя императора). Мне не описать радость сына, сборы и всю преданную горячность, с которою он принял такое назначение, возможность видеть своими глазами чудеса нового и древнего мира [...]. Египет, Цейлон, Индию, часть Китая и Японию он имел возможность осмотреть ближе во время остановок корабля в портах, и его письма того времени дышат тем свежим ко всему интересом и той наблюдательностью, какими проникнута вся скоро

отлетевшая жизнь моего незабвенного сына. После высадки цесаревича во Владивостоке, корабль «Память Азова» остался в Японии, и я еще долго был разлучен с сыном. Возвратился он уже лейтенантом флота, что расширило круг его обязанностей, к которым он относился с полным увлечением все время, особенно когда был назначен командовать небольшим парусным кораблем в Балтийском море. Помню, с каким увлечением он принял и свое назначение на съемку моряками Онежского озера, так как видел в этом деле возможность ближе узнать дело съемок, имеющих большое значение в проекте запруды Азовского моря. Новое большое заграничное плавание он сделал опять на хорошо узнанном и горячо любимом красавце-фрегате «Память Азова», назначенном, под командою адмирала Авелана, между прочим, для посещения Тулона в ответ на приснопамятное посещение французским флотом Кронштадта. Да, сыну пришлось принять участие и в этом важном акте русского флота; и у него рвал пуговицы восторгавшийся парижский народ, желавший обнять в лице наших моряков всю Россию. После Тулона была стоянка в Греции. Того времени его письма опять дышали теплом, скромно спрятанным у каждого русского в глубину домашнего очага. Возвратившись из этого плавания, сын мой наплавал столько месяцев, необходимых по уставам ценза, что уже не мог получить назначений в большие плавания и должен был исполнять сухопутные обязанности ротного командира в своем экипаже. Тогда-то, в свободное время, он стал разрабатывать подробности своего азовского проекта. В это время он женился и у него родился сын Митя. Привязчивый до самозабвения, Владимир Дмитриевич не желал оставлять сына, а потому радостно принял возможность оставаться при морских делах, когда ему представилась возможность поступить по Министерству финансов на вновь открывшуюся должность инспектора мореходных классов. Должность эту он получил, представив печатаемый далее свой проект запруды Азовского моря. Печатать его сам он не желал, хорошо понимая, что осуществление желаемого возможно только одним путем — правительственной инициативы. Поэтому он и передал свою мысль туда, откуда она могла получить осуществление. Скромный по русской своей природе, он не гнался за успехом минуты, но, уверенный в правильности постановки дела, желал не оставить его под спудом. Печатание проекта моего сына ныне разрешено мне его высокопревосходительством, господином министром

финансов Сергеем Юльевичем Витте, которому проект был подан сыном в 1897 г.

В качестве инспектора мореходных классов сын мой в начале 1898 г. объехал училища, расположенные по берегам Белого моря, и вынес впечатление о возможности там, особенно в Архангельске, организовать такое развитие училищ мореходного дела, которое сильно бы помогло быстрому росту чисто русского морского торгового флота. В октябре и ноябре 1898 г. он объезжал мореходные училища Азовского моря и восточных берегов Черного моря. Еще 8 декабря он, жизнерадостный, очень довольный своей только что кончившейся поездкой, говорил мне о том, что успел сам осмотреть в Керчи и вообще по берегам Азовского моря, что все, узнанное на месте, показывает безошибочность данных, вложенных им в свой проект, и хотел сделать представление о тех сокращениях сооружений, которые оказались возможными при знакомстве с местною обстановкою. Не успел он это выполнить. 12 декабря заболел он инфлуэнцей, а 19-го, в 4 часа утра, не стало моего милого сына. Крепкое его здоровье и сильное сложение не допускали и мысли о тяжкой опасности, грозившей ему, тем более, что доходившие известия обнадеживали. Погиб мой умница, любящий, мягкий, добродушнейший сын-первенец, на которого я рассчитывал возложить часть своих заветов, так как знал неизвестные окружающим высокие и правдивые, скромные и в то же время глубокие мысли на пользу родины, которыми был он проникнут. Его юность протекла в настойчивых трудах, ему не было срока и возможности развивать мелькавшие у него мысли, но он всегда говорил, что на то придет свое время, надеялся успеть сказать и сделать то, что считал своим долгом. Смерть не дала ему срока, лишила нас его разума, его доброжелательной воли и благоразумнейших стремлений на пользу родины. Одну только из своих давно зародившихся мыслей он успел выработать подробнее, а потому я считаю долгом памяти об утраченном сыне не оставить эту мысль под спудом. Уверенный, что недалеко то время, когда русская мысль и русская воля окрылятся еще более, чем ныне, смелостью совершать мирные дела, полезные родине и всему миру, и убежденный в том, что самая запруда Азовского моря рано или поздно будет осуществлена, считаю полезным публиковать краткий, но трудолюбивый проект моего сына. Множество сторон сложнейшего предмета охвачены им в такой мере, которая значительно облегчит, как я полагаю, труд

деятелей, долженствующих окончательно разработать строительные подробности запруды Азовского моря.

Замечу, сверх того, что мысль о великой пользе такого сооружения, еще не бывшего в мире, приходила, сколько мне известно, не одному моему сыну, но позже, чем ему. Так, в конце 80-х годов в «Таганрогском Вестнике» Я. В. Бутков (№№ 128—131) высказывает такую же мысль. Мне, однако, не известно ни одного проекта, сколько-либо разработанного в подробностях, тогда как сын мой потратил много времени именно на разработку частностей, и в его бумагах и заметках найдется не мало таких подробностей, которые не взошли в печатаемый проект. Он хотел сделать его кратким, чтобы не затруднить начальные шаги, необходимые для осуществления, предполагая подробности изложить отдельно.

Когда дело осуществлено будет — а рано или поздно оно сделается — вечная память останется и соорудится памятник Владимиру Дмитриевичу Менделееву.

23 декабря 1898 г. *Д. Менделеев.*

Газета «Новое Время», № 10153, 8 июня 1904 г.

ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ

М. г. В № 10152 (7 июня 1904 г.) извлечено из «Русского Инвалида» описание народного средства против дизентерии; оно состоит в приеме порошка из высушенной темнозеленой массы, соскобленной с поверхности арбузов. Цель сообщения, очевидно, сводится к желанию помочь больным дизентериею, которых ожидают среди войск действующей армии в Манчжурии. Руководясь тою же самою целью, г-жа Людмила Ивановна Димко прислала мне из Киева на днях письмо, помеченное 26 мая 1904 г.; она предлагает для той же цели, т. е. борьбы с дизентериею, многократно ею испытанное средство, состоящее в пшеничном кофе. Она описывает следующий способ его приготовления: зерна яровой пшеницы следует просушить и, теплые, пропитать коровьим маслом[1], только не соленым, потом жарить до цвета кофе, смолоть и на два стакана кипяченой воды брать столовую ложку этого кофе, добавляя цикорий из винных ягод, а пить теплым с крепко прокипяченным молоком. Многие случаи очевидной пользы такого средства заставили Л. И. Димко описать его мне и спрашивать совета, как распространить сведение об этом средстве, которым она желала бы принести свою лепту в пользу ухода за больными воинами в Манчжурии. Так как с своей стороны я не мог тут ничего сделать, то в этом смысле и отвечал г-же Димко, но теперь, когда прочел заметку в «Новом Времени», считаю не бесполезным сообщить и об указанном средстве, тем более, что в питательности и безвредности пшеничного кофе едва ли кто станет сомневаться.

Д. Менделеев.

---

[1] Обыкновенно пшеничное и ржаное кофе готовят без пропитывания зерна маслом и такое кофе часто применяют вместо обыкновенного ради экономии и особого вкуса.

АВТОБИОГРАФИЧЕСКИЕ
И БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Рукопись хранится в Музее им. Д. И. Менделеева при Ленинградском Государственном университете им. А. А. Жданова, альб. писем, I, док. 486.

Высокоуважаемый

Сергей Юльевич!*

Решаюсь — в первый и последний раз — писать Вам по личным делам, считая необходимым сделать это теперь же, так как слепну, диктовать же или лично говорить — не могу по личным делам, а верю в Ваше благорасположение.

Но к делу.

Начав (1855 г.) с учительства в Симферопольской гимназии, я выслужил 48 лет Родине и Науке. Плоды моих трудов, прежде всего, в научной известности, составляющей гордость — не одну мою личную, но и общую русскую, так как все главнейшие Научные академии, начиная с Лондонской, Римской, Бельгийской, Парижской, Берлинской и Бостонской, избрали меня своим сочленом, как и многие ученые общества России, З[ападной] Европы и Америки, всего более 50-ти обществ и учреждений.

Лучшее время жизни и ее главную силу взяло преподавательство во 2-м Кадетском корпусе, в Инженерной академии, в Институте путей сообщения, в Технологическом [институте] и в Университете. Из тысяч моих учеников много теперь повсюду видных деятелей, профессоров, администраторов и, встречая их, всегда слышал, что доброе в них семя полагал, а не простую отбывал повинность.

Третья служба моя Родине наименее видна, хотя заботит меня с юных лет по сих пор. Эта служба, по мере сил и возможности, на пользу роста русской промышленности, начиная с сельскохозяйственной, в которой лично действовал, пока-

---

* На письме имеется помета Д. И. Менделеева: «Надписал на конверте, чтобы послать после моей смерти (думаю о ней) к С. Ю. Витте, но еще жив и вклеиваю в сентябре 1906 г.». Письмо это так и не было отправлено министру финансов С. Ю. Витте. [*Прим. ред.*].

зав на деле возможность и выгодность, еще в 60-х годах, интенсивного хозяйства и организовав первые у нас опытные исследования по разведению хлебов. Личные усилия убедили меня, однако, очень скоро в том, что с одним земледелием Россия не двинется к надобным ей прогрессу, богатству и силе, останется страною бедною, что настоятельнее всего рост других видов промышленности: горного дела, фабрик, заводов, путей сообщения и торговли. Мои, так сказать, теоретические усилия начались с настойчивой пропаганды в пользу возможности развития — при определенных условиях — выработки бакинской нефти в эпоху, когда к нам ввозились миллионы пудов американского керосина.

Эти, как и часть других усилий подобного же рода, Вам хорошо известные, не остались без следов, потому что мой голос в свое время слышали в сферах как административных, так и предпринимательских. Последним я много помогал, не только советами, но и на практике, хотя всегда отказывался от принятия участия в выгодах, так как знал, что у нас это повело бы к ослаблению возможного влияния в руководящих сферах, и мои мысли не ограничивались узкими рамками какого-либо отдельного предприятия, хотя бы Кокорева или Губонина, Рагозина или Нобеля, куда меня в свое время старались привлечь.

Переходя в изучении и возбуждении от одних фабрично-заводских дел к другим, утомленный 35-летнею профессурою, я решился ее совершенно оставить, тем более, что [...] начавший действовать новый университетский устав, очевидно, начал уже гасить светлые стороны лишь недавно возбужденной русской научной деятельности и понизил влияние чистой науки на молодежь.

Оставив педагогическую деятельность, меня до тех пор кормившую, я хотел все свое время отдать изданию газеты, так как мне обещали единомышленные друзья необходимые для того деньги и участие. Основною целью своей газеты я считал развитие начал протекционной политики, которую считал, как и до сих пор считаю, единственным способом спасения России, [...] и путем к верному прогрессу и просвещению в его истинном, жизненном смысле. Уже газету мне разрешили, как я был увлечен настоятельным призывом к делу установления в России производства бездымного пороха, тогда вполне секретному. Оно меня завлекло своими химическими задачами, своею прямою связью с чисто химической промышленностью и своею потребностью для обороны страны. Свои открытия в деле бездымного «пироксил-

лодийного» пороха, введенного в нашем флоте и уже нашедшего своих подражателей даже в Америке (хотя секрет не портящегося — со временем — бездымного пороха, повидимому, еще ныне никому, кроме Морского министерства, не известен), были переданы мною Морскому министерству, но не в качестве «изобретателя», а как простым чиновником устроенной для этой цели лаборатории. Другой, на моем месте, даже любой ученый З[ападной] Европы, на одном этом сумел бы обеспечить себя на всю жизнь этим одним, а я, сделав свое посильное дело, оставил и самую службу по этому делу, когда убедился в невозможности избежать дрязг при расширении дела от тысяче пудового — в [год — производства к 10-ти и 100-тысячному.

Оставил я пороховое дело еще и потому, что именно тогда был приглашен Вашим предшественником И. А. Вышнеградским в Министерство финансов к делу пересмотра и выработки таможенного тарифа, что, как Вы лично знаете, поглотило в свое время (1890—1892 гг.) все мое внимание и ответило моим самым заветным мыслям.

Затем Вы поручили мне дело упорядочения мер и весов в России, чем я занят с тех пор с увлечением, так как тут чистая наука тесно переплелась с практикой. Смею думать, на основании отзыва многих специалистов и того, что уженые доходы от выверяемых приборов превосходят все годовые расходы на 100 или даже 200 тысяч рублей, смею думать, что Ваш выбор не был ошибочен, и что я правдивую и передовую, хотя и скромную, служу службу Родине и на этом месте.

Прибавьте ко всему предыдущему три полки написанных или редактированных и напечатанных мною книг, да разнородные интересы большой семьи, видящей во мне свою опору, — и Вы поймете, что при всей скромности жизни у меня мало было возможности скопить какое-либо обеспечение для себя и семьи и вовсе не было времени и склонности заниматься делами этого рода. Правда, что при помощи друзей, лет за 40—30 сему назад, когда не было у меня детей, я успел купить в Клинском уезде около 380 и около Гагр — на Кавказе — около 320 десятин земли и успел уже уплатить долги, сделанные для этой цели, но эти земли теперь дают мне только расходы, а не приходы, потому что самому мне не до них, а все пробы хозяйничающих управляющих вели только к убыткам, хотя сам я в 60-х годах не безвыгодно хозяйствовал на земле своей около Клина, временно затратив и на это дело не мало личных трудов.

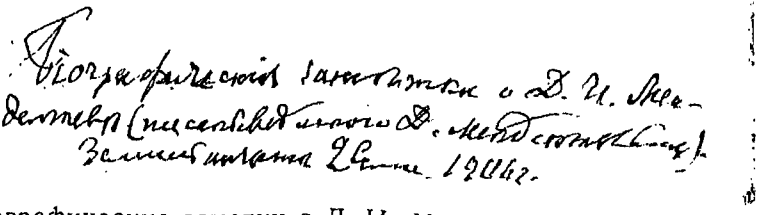
Мое неуменье вести денежные дела сказалось лишь позднее, в 1900 г., когда, скопивши около 50 тысяч и видя быстрое падение бумажных сбережений, я купил на Петербургской стороне землю и стал строить дом, думая доходами от него обеспечить наступающую старость и подрастающих детей. Для окончания стройки я должен был прибегнуть сперва к займу, а потом и к залогу дома (в Московском земельном банке за 48 тыс. руб., т. е., примерно, $^1/_3$ стоимости земли и стройки). Дом вышел отличный, но доходов от жильцов оказалось недостаточно для одной уплаты процентов по долгу и залогу. Мои расчеты оказались, по отношению к стоимости стройки, очень ошибочными, между прочим, по той случайной причине, что все лето 1900 г. я должен был провести на выставке в Париже, а без личного присмотра мне многое обошлось дороже надлежащего, да и год был дорогой для стройки, как убедился в 1901 г. при стройке флигеля Гл[авной] Палаты.

Вижу, что в таком печальном положении своих дел личных кругом сам виноват, что детям оставлю долги, что пред смертью пора подумать об исправлении наделанных ошибок. Поправка возможна, если успею продать большинство своих земель, оставив детям лишь Клинскую усадьбу с 50—70 десятинами земли около нее, так как в числе 330—310 десятин около Клина более 200 дес[ятин] лесу, а земля (около 300 десятин) моя на Кавказе (обе земли не заложены нигде) лежит верстах в 10 от Гагр, где земля явно дорожает, а на такие земли цена стоит не ниже 150 руб. за десятину, т. е. за 600 с лишком десятин всей моей земли можно получить те 90 тыс. руб., которые необходимы мне, чтобы уплатить все долги. Но продать землю надо во-время и с уменьем, которых, увы, у меня уже нет.

Поэтому-то и пишу к Вам, прося, как милости, купить у меня 650 десятин земли в казну за 90 тыс. Государь император смилуется выручить из беды своего [...] служителя, если Вы, Сергей Юльевич, заступитесь за него и решитесь ходатайствовать за мои 48-летние труды на службе Родине.

Мне тяжело просить по личному делу, но я знаю, кому пишу и что Вы не откажете в извинении душевно Вам преданному

Август 1903 г.
Боблово, Клинского уезда. *Д. Менделееву.*



Биографические заметки о Д. И. Менделееве* (писаны все мною, Д. Менделеевым).

Запись начата 2 сентября 1906 г.

* Хранятся в Музее им. Д. И. Менделеева при Ленинградском Гос. университете им. А. А. Жданова, кн. 1019, лл. 40—69. [*Прим. ред.*].

1834—1840

Из родословной, составленной в 1880 г. братом Павлом Ив[анови]чем (служил тогда в Новгороде).*

Дед наш, священник села Тихомандрицы, Вышневолоцкого уезда, Павел Максимович Соколов имел 4-х сыновей: Василия Покровского, Ивана Менделеева, Тимофея Соколова и Александра Тихомандрицкого. (Фамилии давали нередко учителя духовного училища. Фамилия Менделеева дана отцу, когда он что-то выменял, как соседний помещик Менделеев менял лошадей и пр. Учитель по созвучию «мену делать» вписал и отца под фамилией Менделеев. Так мне рассказа[ли]).

Отец И[ван] П[авлович] учился в Гл[авном] Педагогическом Институте и поехал учителем словесности в Тобольск, должно быть, около 1808 г., где женился на Марье Дм[итриевне] Корнильевой. Скоро сделался директором Тамбовской, потом Саратовской гимназии (или обратно). Детей было всего 17, а живокрещенных 14; помню: 1) Ольга (р. 1815,†** 1866), бывшая сперва за купц[ом] Ив[аном] Петр[овичем] Медведевым (Ялуторовск, † 1845), потом за декабристом Ник[олаем] Вас[ильевичем] Басаргиным († 1862, сконч[ался] по возвр[ащении] из ссылки); 2) Екатерина (р[од.] 1818, IX 30, бывшая за Як[овом] Семен[овичем] Капустиным († 1859); 3) Аполлинария (р. 1823, † 1848); 4) Елизавета (р. 1825, † 1851); 5) Иван (р. 1826, † 1862); 6) Марья (р. 1826), за Мих[аилом] Лонгиновичем Поповым; 7) Павел (р. 1832 II 29), и 8) Дмитрий (р. 27/I 1834 г., ск[ончался]?...). Ранее родились и крещены: Виктория, Мария, Николай (1820), 2 Варвары, Илья (1830); Дмитрий был последыш.

---

* Эта страница текста предшествует началу биографических заметок. [*Прим. ред.*].

** У Д. И. Менделеева † всюду обозначает «умер». [*Прим. ред.*]

Дед со стороны матери, Дмитрий Василь[евич] Корнильев, владел посессионным стеклянным заводом в Аремзянке, около Тобольска. У него сын Вас[илий] Дмит[риевич] Корнильев, знал (1848) богачом в Москве. Другой сын Николай на заводе утонул или утоплен в озере.

Родился 27 янв[аря] 1834 г. последышем; отцу было 51 год, а маменьке 41 г. Отец уже ослеп, бывши директором Тобольской гимназии.

1841—1845

В 1841 [году] поступил (7 лет) в гимназию. Принят, чтобы дома последыша не держать одного. Тогда брат Ив[ан] Ив[анович] был уже в 6-м?, а брат Паша и Сем[ен] Яков[левич] Капустин жили у нас, и все в пошевниях ездили в гимназию. Учителя, котор[ых] помню: Желудков — чистопис[ание] и рис[ование], Волков — франц[узского] яз[ыка], латинского яз[ыка] в старших классах, Ив[ан] Карл[ович] Руммель — мат[ематики] и физ[ики], Доброхотов — истории. Мих[аил] Лонгин[ович] Попов (зять наш) — законоведение. Латынь: Петр Кузьмич «Редька», от* не любили, доходило до драки. Бывал и на «черной доске» в 5-м классе. В 7-м учился хорошо. Переводили, п[отому] ч[то] был развит.

1846—1850

1849 кончил гимназию в Тобольске и с мамашей, сестрой Лизой и служителем Яковом поехали в Москву, чтобы поступить в Моск[овский] унив[ерситет]. Но государь Николай Павл[ович] приказал принимать только из своего округа, и, несмотря на дружбу Шевырева, Кудрявцева и др[угих] профессоров с дядей В. Д. Корнильевым, меня не приняли. Поехали в Питер. Останов[ились] у Алекс[андры] Петр[овны] Скерлетовой, дети: Ник[олай] Павл[ович], Соф[ья] Павл[овна], Юля и Петя. Сперва в Мед[ико]-хир[ургическую] Академию, [неразборчивое слово] присутствов[ал] при вскрытии — дурно, отказал[ся].

В Гл[авном] Пед[агогическом] инст[итуте] Чижов (матем[атик]), товарищ отца, помог, и в год неприемный — приняли. Маменька тотчас скончалась. Я начал уже болеть, но, все выдержав, остался на том же курсе.

---

* По мнению акад. В. Е. Тищенко здесь Д. И. Менделеев имел в виду «очень», так как часто говорил так по-сибирски. [*Прим. ред.*].

Папенька, *Иван Павлович* Менделеев, урожденный Соколов, родился 18 ф[евраля] 1783 г.,[1] скончался 13 ок[тября] 1847, на 64-м году в Тобольске, где и похоронен около кладбищ[енской] церкви.

Маменька, *Мария Дмитриевна* Менделеева, урожденная Корнильева, родилась 16 января 1793 г.[1] в Тобольске, скончалась 21 Сент[ября] 1850 г. в Петербурге (Ертелев переул.), имея $57^2/_3$ лет. Похоронена на Волковском кладбище, близ церкви.

1851—1854

1851 и до выхода болел, но работал много в больнице. Доктор Кребель. Товарищ Бетлинг вместе со мной кровью харкал и, заболев [неразборчивое слово], скончался. Меня считали отпетым. Ф. Ф. Брандт, Степ[ан] Сем[енович] Куторга и Ал[ександр] Абр[амович] Воскресенский много обо мне заботились. У Брандта учил летом детей. С Шиховским ботанизировал. Одно лето провел в Млёве (на Мсте), Тверской губ. Дирек[тор] Ив[ан] Ив[анович] Давыдов — напрасно осуждается, человек добрый и вним[ательный]. Еще лучше инспектор Александр Никит[ич] Тихомандрицкий.

1855—1859

1855 кончил курс Г[лавного] П[едагогического] ин[ститута]. Выс[очайшим] приказ[ом] 16 сент[ября] определен старш[им] учит[елем] естеств[енных] н[аук] в Симферополь. (История с дир[ектором] д[епартамен]та Гирсом, меня перепутали с Янкевичем, ходил к м[инист]ру Норову). Служ[ил] с 17 авг[уста]. Там Гимназия была закрыта по случаю Севаст[опольской] войны, квартир не было, комната в $1^1/_2$ кв. саж. с глинян[ым] полом, спрашивали 30 р., а жалования 33 р. Жил с инспек[тором] в каморке архива. Стало холодно, и я поехал на юг лечиться, взял отпуск и на тройке — в Одессу, где попечитель Демидов определ[ил] учит[елем] в Ришель[евскую] гимназию. 10 окт[ября] 1856 г. в Петер[бурге] получ[ил] магистерство. «Удельные объемы». Pro venia legendi «О строении кремнезе[мистых] соединений». Доцентом с 9 января 1857 г. Секретарем фак[ультета] Пузыревский. Обедал у А. А. Воскресенского. 1857/8 препо-

[1] По указаниям, до меня дошедшим, но мне кажется по памяти, что оба были старше, т. е. родились ранее.

д[авал] органич[ескую] химию, дали 400 руб., а то жил уроками, работой у Никитенко для Ж[урнала] М[инистерства] Н[ародного] Пр[освещения]. Давал уроки Н. П. Демидову. Скобликов.* 9 янв[аря] 1859 г. ком[андирован] на 2 года за границу по 1200 руб. в год. Возвратился в 1861 г. 1857 с 27 июня по 23 авг[уста] в отпуску. 1858 с 6 июн[я] по 1 авг[уста] в отпуску. Увлекся Соф[ией] Мар[ковной] Каш; у них был в Финляндии (Икати-Гови), хотел жениться, отказала.

1860—1861

10 ноя[бря] титу[лярный сов[етник]. Возвратился с долгом 1000 р. (И. А. Вышнеградскому для Фойхтман) и места не получил. С октября стали давать по 500 р. в год. Работал у Фрицше. Жил на Петерб[ургской] за 2-м корпусом, где уроки. Знакомство с Соф[ией] Марк[овной] Каш и отказ. Написал Орг[аническую] Химию. Поездка в Финляндию. 20 Дек[абря] при закр[ытии] универ[ситета] остался за штатом. Пожар Измайл[овского] полка; польское восстание.

1862

С 1 янв[аря] адъюнктское содерж[ание]. 5 апр[еля] командировка на 4 месяца за границу. Женился. С 10 июня открылся факуль[тет] и доцентом.

1863

Родилась дочь Маша, в том же году осенью скончавшаяся, когда ездил в Баку. Отпуск на 28 дней.

1864

1 янв[аря] професс[ор] Технологич[еского] инст[итута]. С 1 янв[аря] штатным доцентом унив[ерситета]. С 4 мая по 16 авг[уста] за границу.

1865

2 янв[аря] род[ился] сын Володя. 19 ноя[бря] орд[ен] Станис[лава] 2. 1 фев[раля] дисс[ертация] «О соед[инении]

* Михаил Васильевич Скобликов, профессор СПб. университета, передавший Д. И. Менделееву редакцию «Технологии по Вагнеру». [*Прим. ред.*].

«спир[та] с водой». Доктор химии. 27 фев[раля] [избран] экстраординар[ным] профес[сором] физической* химии. 5 июня командир[ован] в Москву, на всеобщую выставку. Тут с Ильиным** и купил Боблово.*** 31 дек[абря] профессором технической химии. В июле купчая на Боблово от Богенгарда.

1866

11 дек[абря] ушел с профессуры в Технолог[ическом] инст[итуте].

1867

30 янв[аря] ком[андиро]вка в Париж на всемир[ную] выставку. Ник[олай] Макс[имилианович] Лейхтенбергский.**** 18 ок[тября] перемещен на каф[едру] химии. Воскресенский [избран] ректором. 22 дек[абря] назначен в Медиц[инский] совет.

1868

16 мая род[илась] дочь Леля. По 13 сент[ября] отпуск после каникул.

1869

8 фев[раля] Анны 2 ст[епени].*****

1870

По 15 ав[густа] отпуск. 10 дек[абря] стат[ский] сов[етник].

1871

С мая [на] 3 мес[яца] за границу команд[ирован].

---

* Технической химии. [*Прим. ред.*].

** Николай Павлович Ильин, товарищ Дмитрия Ивановича по Главн. Педагог. институту, профессор Петербургского технологического института. [*Прим. ред.*].

*** Именис Д. И. Менделеева, недалеко от г. Клина Московской губ. [*Прим. ред.*].

**** Герцог Лейхтенбергский, президент Русского минералогического общества, был главным комиссаром русского отдела выставки. [*Прим. ред.*]

***** Орден св. Анны 2-й степени на шею. [*Прим. ред.*].

1872

5 июня командир[ован] за границу.

1873

31 марта команд[ирован] за границу [на] 4 мес[яца]. Влад[имир] 3 ст[епени].* В Стокгольм и Лейден на юбилей Универ[ситета] с Янсоном, Гротом [неразборчивое слово].

1874

В мае в[еликий] к[нязь] Конст[антин] Ник[олаевич] был в лаборатории. 18 марта команд[ирован] на 4 мес[яца].

1875

В январе** с И. В. Помяловским,*** как представители у[ниверсите]та, ездили в Лейден. Меня приглашал эп[ископ] Рауленгоф жить, но я отказался. 8 фев[раля] н. с. главное торжество. Курциус от Германии, Ренан от Франции. Потом в Дельфт (около Гаги) к Босха, Париж ехал с Ренаном. Племянник Яша скончался в Боблове.

1 дек[абря] команд[ирован] (но заболел) за границу.

С сентября стали (чаще всего у меня) собираться члены физич[еского] общ[ества] (см. 1014/1) **** для изуч[ения] спиритизма. Читал об этом публ[ичную] лекцию (см. стр. 307), давшую 1548 р. сбору в пользу герцоговинцев.

1876

31 дек[абря] д[ействительный] ст[атский] совет[ник]. В (15) мае с В. А. Гемилианом [ездил] на Филадель[фийскую] выставку (см. $\frac{1014}{2}$).*****

---

* Орден св. Владимира 3-й степени. [*Прим. ред.*].

** В рукописи сверху поставлено 15 ф. [*Прим. ред.*].

*** И. В. Помяловский — профессор СПб. Университета, филолог. [*Прим. ред.*].

**** Здесь Д. И. Менделеев ссылается на свою книгу «Материалы для суждения о спиритизме», СПб., 1876 См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. XXIV. [*Прим. ред.*].

***** Здесь Д. И. Менделеев ссылается на свою книгу «Нефтяная промышленность в С.-А. Штате Пенсильвании и на Кавказе», написанную в 1877 г. после поездки со своим сотрудником Гемилианом в Америку. См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. X, 1949. [*Прим. ред.*].

В апреле читал в Техн[ическом] общ[естве] лекции о спиритизме (см. $\frac{1014}{321}$).* 10 июня н. с. на «Лабрадоре» из Гавра и обр[атно]. 1150 fr.

1877

В мае жили в моей квартире сестра Екатер[ина] Ив[ановна], с ней Анна Ив[ановна]** (часто играла на фортеп[иано]) и со мной Володя, котор[ый] держал в гимназию. Феозва Ник[итична]*** и Леля в Боблове.

1878

29 мая ком[андирован] за границу на 1 год. Конец года жил в Ницце. Весной Володя держал экз[амен] в Морск[ое] учил[ище].

30 сент[ября] Биариц, морск[ие] купанья.

Приехав из Баку в Боблово, заболел плевритом, лечился нефтью, ухаживала Алекс[андра] Ник.; Боткин велел уехать на зиму в теплые места, а мне думалось, что там успею отвыкнуть от Анны Иван[овны]. Это 1878 г. Жил в Ницце. Часто [встречался] с Фед[ором] Ив[ановичем] и Лидией Мих[айловной] Жербиными. Безуспешна была даже поездка в Сицилию и Неаполь с П[етром] Ка[питоновичем] Ушковым**** (1879 г.).

1879

Встретил Новый год в [неразборчивое слово]. Заболел Володя и я направился домой. Возвратился и с Петр[ом] Кап[итоновичем] Ушковым в Неаполь и Сицилию, а потом с Боткиным и др[угими] в Рим. 9 апр[еля] конгресс метеорологов (Патерно, Лоркаре, г. Сарторио). Морем возвр[атился] в Ниццу и СПб.

---

* См. редакц. примеч. на предыдущей странице. [*Прим. ред.*].

** Анна Ивановна Попова — впоследствии жена Д. И. Менделеева. [*Прим. ред.*].

*** Феозва Никитична — первая жена Дмитрия Ивановича. [*Прим. ред.*].

**** Петр Капитонович Ушков — владелец химического завода. [*Прим. ред.*].

Читал на женских курсах теор[етическую] химию. Есть (?) записки.*

1880

4 июн[я] ком[андирован] на 3 месяца. 17 окт[ября] получ[ил] пенсию. Ездил с Володей (была и А[нна] И[вановна]) по Волге.

1881

На унив[ерситетском акте] (меня не было, известил протопресвит[ер] Янышев), министра Сабурова хотел ударить Коган-Бернштейн. [...] Беспорядки и волнения шли. Устал я и к Анюте хотелось. Подал в отставку, а меня уговорили — на отпуск (Бекетов был ректором). 17 фев[раля] простился с унив[ерситетом], отправ[ился] 26 фев[раля] в Рим к Анне Ивановне, которая приняла ласково, хотя и шутливо, однако кротко пошла за меня 2/14 марта. Выехали в Неаполь (15—22 м[арта] н[ового] с[тиля]), на Капри, Париж (уговорился с В. И. Рагозиным),** Мадрид, Толедо, Севилья, Биариц, а лето в Константиново на Волгу — неф[тяной] завод Рагозина. Зажил с Анютой. Володя жил в Морск[ом] корпусе. Дело развода*** шло в консистории. 29 дек[абря] [в квартире] в унив[ерситете] род[илась] Люба. Акушерка Казнакова. Развод был готов.

См. 1019/30****. 1 янв[аря] Стан[ислав] 1-й степени. Команд[ирован] 22 фев[раля] на 3 месяца.

1882

Янв[арь]. Родилась Люба. Записано рождение 22 марта,***** после того, как нас с Анютой повенчал свящ[енник] Кутн[евич] в соборе Адмиралтейства, хотя разводная не позволяла

---

* См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. XV, 1949 г. [*Прим. ред.*].

** Виктор Иванович Рагозин — владелец нефтяных заводов. [*Прим. ред.*].

*** С Феозвой Никитичной Менделеевой. [*Прим. ред.*].

**** Здесь Д. И. Менделеев ссылается на сообщение в газете «Новости» от 19 февраля 1881 г. о его лекции. [*Прим. ред.*].

***** Акад. В. Е. Тищенко считал, что здесь Д. И. Менделеевым допущена ошибка: должно быть 22 апреля, так как 22 марта был еще великий пост, когда венчание не разрешалось, что сходится и с приведенной ниже записью. [*Прим. ред.*].

мне жениться. 1 мая команд[ирован] в [неразборчивое слово] на $5^1/_2$ месяцев. 5 ноя[бря] [утвержден] заслуженным профессором.

22 апреля венчался с Анютой в Адмир[алтейской] церкви.

1883

13 дек[абря] родился сын Ваня.

1884

Как этот, так и след[ующие] годы усиленно работал над растворами. Результ[ат] — неск[олько] статей и книги $\frac{1022}{12}$, $\frac{1015}{4}$* и др. В апреле в Эдинбурге на юбилее у Crosse Brown'a Belgrave Crescent.

1885

Анна 1-й степени.** Отчислен из штат[ных] профессоров, пенсия 1200 руб. и с октября 3 тыс[ячи] руб.***

1886

Был в Баку два раза: в мае один и в августе с Лелей. 30 дек[абря] род[илась] Муся**** (в 4 ч. 16′ 10 сек. утра). и Вася (4 ч. 26′м, акушер Дункан).

1887

На съезд в Манчестере с 10 сен[тября] командирован (с Меншуткиным, у Спринга, у Роско и др.). Книга «Исследование водных растворов»***** составляет результат боль-

---

* 1022/12 «Зависимость удельного веса растворов от состава и температуры», 1884. См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. IV, 1937 1015/4 «Über die Wärmetonung als Kennzeichen der Association der Schwefelsäure mit Wasser.» 1886. См.: Д. И. Менделсев, Соч., т. XXV, 1952 [*Прим. ред.*].

** Орден св. Анны 1-й степени на широкой красной с желтой каймой ленте через плечо и звезда. [*Прим. ред.*].

*** Очевидно, что как заслуженный профессор Д. И. Менделеев за выслугой лет, согласно Уставу, получал 3000 руб. пенсии и 1200 руб. за лекции, которые продолжал читать. [*Прим. ред.*].

**** Мария Дмитриевна Менделсева, ныне директор Музея им. Д. И. Менделеева при Лен. Гос. университете им. А. А. Жданова. [*Прим. ред.*].

***** См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. III, 1934. [*Прим. ред.*].

шой работы прошлых лет. Тут зависть Оствальда много повлияла, но она сломится.

Во время полного солнеч[ного] затм[ения] на военном аэростате летел один из Клина в Каляз[инский] уезд. Был перед полет[ом] у Олсуфьева. Он сводил с Л. Н. Толстым, но я уклонился.

1888

Ездил опять на Донецкие копи. 1 марта занос на станции Гавриловка, с Авдаковым.* Началь[ник] станции Сурин.

1889

5 ав[густа] назначен почет[ным] членом Сов[ета] торг[овли] и мануф[актур]. 3 тыс. руб.

1890

См. вписанное позже в 1900 г.**

Хлопотал у Чихачева,*** в[еликого] к[нязя] Алексея Алек[сандровича] о назначении Володи на «Память Азова», п[отому] ч[то] она с наследником идет в Азию. Определили.

Ездил в Англию, вывез отл[ичный] фотогр[афический]прибор от Росса, котор[ый] сделан по моему плану.

Володю провожал. Его письма очень занима[тельны]: Греция, Египет, Индия, а в 1891 — Цейлон, Банкок, Батавия, Сингапур, Шанхай, Япония.

Переехал из университета на Вас. Остр., Кадетская, № 9, кв. 4. Володя с наследником Ник. А. на «Памяти Азова» отправился в путеш[ествие] в Азию.

Леля с Алек[сеем] Влад[имировичем] **** уехала (для лечения) в Швейцарию.

---

* Авдаков — горный инженер. [*Прим. ред.*].

** Абзац со слов «Переехал из университета» в несколько ином виде был вторично вписан Д. И. Менделеевым под 1900 г., но затем там была им сделана помета: «Это все в 1890 г., а не 1900 г. Ошибку поправляю». Поэтому этот текст перенесен сюда редакцией. [*Прим. ред.*].

*** Н. М. Чихачев — управляющий Морским министерством. [*Прим. ред.*].

**** А. В. Трирогов — муж дочери Д. И. Менделеева Ольги Дмитриевны Менделеевой. [*Прим. ред.*].

Занимался: 1) тарифными делами в М[инистерст]ве финансов у Вышнеградского; 2) в Военном м[инистерст]ве у Ванновского и в Морском — у Чихачева, устраивал дела бездымного пороха. С Чельцовым* и Федотовым** ездил в Англию (Абель, Дьюар) и Францию (Бертло, Сарро, Фрейсине, Моренгейм) для пороха; 3) хлопотал по делу Пеля — спермин и его выручал, отказался от Мед[ицинского] совета.

1891

Тай[ный] совет[ник]. Консультант[ом] при Мор[ском] мин[истерстве] по делу основ[ания] Науч[но]-техн[ической] лабор[атории].

1892

19 ноября назначен ученым хранителем мер и весов на место Глухова.

1893

Назначен управл[яющим] Глав[ной] пал[атой]. 1 июля назначен членом и. Акад[емии] художеств. Отпуск на 2 лет[них] месяца.

1894

С 25 нояб[ря] отпуск на 1 месяц за границу. 15 Янв[аря] в Орле дочь Оля родила внучку Наташу.

Участв[овал] в разборе тамож[енного] согл[ашения] с Германией. Немец[кое] Хим[ическое] общ[ество] избрало почет[ным] членом.

1895

С Ченеем и Блюмбахом в Лондоне определ[ял] длину аршина. Отвезли прототипы. Симсу и Ченею выхлопотал подарки от государя. Отчислен от долж[ности] консульт[анта] Морск[ого] М[инистерст]ва. Принимал участие в

* Иван Михайлович Чельцов — профессор минного офицерского класса в Кронштадте, начальник Морской научно-технической лаборатории, работавший с Д. И. Менделеевым над получением бездымного пороха. [*Прим. ред.*].

** Федотов — начальник пироксилинового завода. [*Прим. ред.*].

комиссии [по] устройству Томского Технол[огического] института и университета. 29 марта отпуск на 10 дней и 10 ноября на 28 дней. Выбран член[ом] Совета Акад[емии] худож[еств] — денег не взял.

1896

Влад[имир] 2 ст[епени].* Нижегородская выставка все лето забрала. Строился дом в Гл[авной] палате. Фон-Гоген архитектор, Н. В. Смирнов — подрядчик. С 15 сент[ября] за границу командир[ован]. 7 мая на месяц за границу. С 25 дек[абря] на 7 дней.

1897

Осенью переехал в нововыстроенный дом при Глав[ной] пал[ате] (Забал[канский], 19). На освящении были Ковалев[ский], Макаров, Свердруп и мног[ие] др[угие]. С 17 марта командир[ован] за гран[ицу].

Летом, когда жил в Боблове, приехал курьер от в. к. Петра Николаевича, просит осмотреть [неразборчивые слова]. Шли засед[ания] по мерам и весам.

Статья моя «Оправдание протекционизма»** «Новое Врем[я]» понравилась Витте и др. В ней много мыслей, после мною развитых. Началась комиссия об устр[ойстве], «Ермака».

1898

Май. Командирован за границу.

19 дек[абря] 1898 г. скончался Володя,*** живший на В[асильевском] Ост[рове], в доме, где и Лемохи, на дочери которого был женат.

1899

Главное содержание этого года: Палата мер и весов, поездка на Урал и в Сибирь и календ[арный] стиль. Март, командир[ован] за границу для сличения 1-го кило. В мае

---

* Орден св. Владимира 2-й степени. [*Прим. ред.*].

** См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. XXI, 1952, стр. 283. [*Прим. ред.*].

*** Старший сын Д. И. Менделеева. [*Прим. ред.*].

в Госуд[арственном] совете рассматривали дело о преобразов[ании] Гл[авной] Палаты и введении местных уч[реждений]. Коковцев защищ[ал], но я [неразборчивое слово].

Глупили Кобеко и Чуевский.

1900 *

12 II купил за 22 т[ысячи] 266½ кв. сажени земли по Пушкарской, 28/1, у Запрягаевой. Подрядчик Н. В. Смирнов, арх[итектор] фон Гоген, помощ[ник] Бубырь. Отстроил два дома 1901 г., заложил [за] 48 т[ысяч] р[ублей]. Несмотря на мое сопротивление, Витте и Ковалев[ский] заставили ехать на Всемир[ную] выс[тавку] в Париже, где выбрали меня товар[ищем] председ[ателя] химич[еской] группы (при Троосте). Много раз ездил в СПб. посмотреть на стройку дома. Потом в Канне. Келлер пригласил заняться вискозой. Я взял Семенова. Все обделал хорошо, но Семенов сделал под конец историю от** глупую. Начал писать с увлечением «Заветные мысли», «Учение о промышленности» и его продолжение.*** Тут мое новое направление (не от выставки ли?) начало выражаться явно. Гл[авная] палата начала действовать по новому уставу. 7 нояб[ря] за границу на два месяца. Заезжал к Винклеру.**** Весной при возврате из Вены чрез Варш[аву] украли мои очень цен[ные] и примеч[ательные] часы (17 марта) до Гродно.

1901

В августе (7—14) ездил в Москву для установки прототипов Белого Орла.***** Летом учитель Сум в Боблове у Васи — готовил. В октябре ездил в Париж на конгресс мер и весов и отказался от комиссии, где сидел неск[олько] лет, предложил Н. Г. Егорова, своего помощника. Издавал «Промышленную Библиотеку», которую Ефрон скоро прекратил. Писал в газете «Россия» статью о гимназиях.****** Окончил

---

* Начало записи, ошибочно вписанное под этим годом, перенесено в 1890 г. [*Прим. ред.*].

** «Очень». См. редакц. прим. на стр. 670. [*Прим. ред.*].

*** Здесь, повидимому, порядок должен быть обратный, так как «Учение о промышленности» (см.: Д. И. Менделеев, Соч., т. XX, 1950) написано раньше, чем «Заветные мысли» (см.: Д. И. Менделеев, Соч., т. XXIV), тем более, что и в оригинале последовательность слов неясна. [*Прим. ред.*].

**** Проф. Винклер, открывший новый элемент. [*Прим. ред.*].

***** Получил орден Белого Орла. [*Прим. ред.*].

****** См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. XXIII, 1952. [*Прим. ред.*].

стройку дома на Пушкарской и деньгами запутался, а Ефрон прекратил «Пром[ышленную] Библ[иотеку]», т. е. большой ресурс денег. Анна Ив[ановна] с Любой (окончившей гимназию) ездила в Рим. Представление в Гос[ударственном] совете о доме для служащих в Гл[авной] Палате провалили, подал в отставку. Витте испросил высоч[айшего] разрешения и усиленно занялся стройкой, железо же подешевело — дом сделал не горючий, 5 этаж[ей], с башней и колодцем. Очень увлекался «Учением о промышленности». По требованию Витте писал государю о покров[ительственной] сис[теме].*

1902

В феврале ездил в Москву на съезд виноделов. С Ф. И. Блюмбахом ездил за границу для определ[ения] напряжения тяжести. Берлин, Париж, Канн, Вена, Будапешт. Купил ранее астр[ономическую] трубу Юнга, но потом уступил ее Гл[авной] палате, п[отому] ч[то] трудно с деньгами. При возврате из Вены около Варшавы украли хронометр и цепочку. Лето работал для 7-го издания «Основ химии», которое вышло в след[ующем] году. В. Д. Сапожников подкузмил на продаже «Основ химии», что оч[ень] огорчило. Вася готовился в гимназию Багинского. Ваня кончил курс гимназии 1901 г., поступ[ил] в СПб Политехник[ум], а в 1902 перешел в университет — матем[атический] фак[ультет]. Химию** продавал у Карбасникова, на 1906 г. перешел к Суворину, п[отому] ч[то] обман. Кончил все расчеты по дому. Люба на Высш[их] ж[енских] курсах, Муся еще в гимназии Эмилии Карл[овны] Шаффе (кончила 1905 г.). 10—13 дек[абря] ездил в Дерпт, юбилей. Писал статью об эфире.*** Ее потом воспроизводили даже на эсперанто, а я считаю неважною. Дом (это 3-й) отстроили во дворе Гл[авной] палаты и жить начали. Брат Паша сконч[ался] [в] Тамбове 3 янв[аря].

1903

Летом с Мусей, Ваней и Васей ездил на Волгу до Самары. 17 авг[уста] свадьба Любы с Александ[ром] Александров[ичем] Блоком, внуком А. Н. Бекетова, соседом по Боблову. Вася поступил в Морское техни[ческое] уч[илище]

* См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. XXI, 1952. [*Прим. ред.*].
** Очевидно, «Основы химии», 7-е издание. [*Прим. ред.*].
*** См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. II, 1934. [*Прим. ред.*].

в Кронштадте. В январе (с 10) ездил в Киевский политехникум для экзаменов.* В феврале команд[ирован] за границу (12 февр[аля] — 15 марта): Канн, Иена, Париж. Ваня в унив[ерситете] на 1—2 курс[ах]. 22 июня с Васей уехал в Боблово. Анна Ивановна в сент[ябре] ездила в Биариц. В конце года худо вижу, катаракт определил д-р Иерофей Вас[ильевич] Костенич и 27 ноября сделал от** удач[ную] предвари[тельную] операцию левого глаза, а правый про запас, левый же долго не глядел. Готовя конец «Зав[етных] м[ыслей]», писал старому приятелю протопресвитеру. Был он и одобрил все.

1904

7 янв[аря] окончат[ельная] операция левого глаза. — Костенич. 27 янв[аря] 70-летний юбилей и много поздравлений. Начало несчастной войны с Японией. Кончил, благодаря бога, расчеты по дому Mlle Flechmon, у которой занимал около 4 т[ысяч] р[ублей]. Она умерла и получили ее родственники из Бельгии. Мусе *** — собака «Спот», бинокль. Летом пожил в Боблове, а в августе за границу лечить тромб в Екс-ле-Бен в Hôtel Wagram, к той же Mme Dupuis, как и в Канне (сестра хозяйки гостиницы Hôtel de Sèze в Париже), потом Рим, Неаполь (ездил проститься) и Венеция (12 ав[густа] — 14 сент[ября]). Этот год и прошлый так хорошо шли «Основы Х[имии]», что начал 8-е изд[ание] еще до начала войны, а потому затеял 9 тыс. экз. (а тут с забастовками Уни[верситета] они и не пошли). Кончились мои доходы и по «Энцикл[опедическому] словарю», и по «Пром[ышленной] Биб[лиотеке]», и по химии. 5 Дек[абря] освящ[ен] вагон-палатка.**** Сперва Сенкевич, потом др. Это — уже сменили Витте [2 неразборчивые слова].

Получил пригл[ашение] в С.-Луис (чрез Ньюкомба), но отказался.

1905

Орд[ен] Алекс[андра] Невск[ого]. Благоволение по случаю 50 лет службы. 19 янв[аря] Анна Ив[ановна] уехала

* Председателем Государственной экзаменационной комиссии. [*Прим. ред.*].

** Очень. [*Прим. ред.*].

*** Мария Дмитриевна Менделеева — младшая дочь Дмитрия Ивановича. [*Прим. ред.*].

**** Передвижное отделение Палаты мер и весов под № 2 для разъездов по поверке мер и весов на местах, где нет постоянных местных отделений. [*Прим. ред.*].

в Сибирь (Верхне-Удинск) на «питательный пункт» для воинов и пробыла там около 4 месяцев. Ваня обзавелся штатским, п[отому] ч[то] студентов хотели преследовать. Скончался муж Лели Трирогов, и она выхлопатывала пенсию (дали 1400 руб.).

[...] В ноябре (9—21) с Мусей и Блюмбах[ом], (а также Ювен[алием] Максимов[ым]* в Лондон. Медаль Коплея** и 500 руб. 6 дек[абря] в Пензе у Лели скон[чалась] Феозва Ник[итична].

В начале года у В. Н. Коковцева (м[инистр] ф[инансов]) выпросил 3 пуда золота для опытов с маятником и много интересовался предварительными расчетами по этому предмету; помогали А. А. Иванов, Разумихина, Озаровская и др. К концу года шар сделали на Монетном дворе, но опытов не начинали. Из Клина в Москву, Варшаву, за границу 23 июля: Интерлакен Шамони, Экс, Париж, Берлин в день заключ[ения] Портсмутского мира с Японией. 23 августа по 18 сент[ября] СПБ. Купил сочинения Дюма, которого оч[ень] люблю. Встречал Витте при возврате. У него был, но сей раз он мне не понравился. Вася перешел на 2-й курс Мор[ского] т[ехнического] уч[илища], а на 3-й не мог, он не любит ничего теоретического. Ваня напротив—теоретик-математик. Дали Ал[ександра] Невск[ого] = 400 руб.*** Осенью кончил последний (4-й) выпуск «Заветных мыслей». Много тревожило состояние умов и пустая общая критика. Муся поступила на курсы сель[ского] хоз[яйства]. У Вани в универ[ситете] не было занятий. Конец года очень много был занят (у Витте, с гр[афом] И. И. Толстым****) «Проектом училища наставников»,***** особенно планом. 31 дек[абря] его отправил Толстому.

1906

Этот ряд записей начат в авг[усте] 1906 г.

Начав интересоваться центром России, завлекся переписью 1897 г. и много работал над книгою «К познанию России».******

---

* Студент СПБ университета, сын известного художника-передвижника Максимова. [*Прим. ред.*].

** Выдавалась в Англии за особо высокие научные заслуги. [*Прим. ред.*].

*** Д. И. Менделеев под этим подразумевал то, что при выдаче орденов удерживалась их стоимость. [*Прим. ред.*].

**** И. И. Толстой — Министр народного просвещения. [*Прим. ред.*].

***** См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. XXIII, 1952. [*Прим. ред.*].

****** См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. XXI. 1951. [*Прим. ред.*].

Очень устал и почти кончив печатание, уехал [?] июня чрез Интерлакен в Экс-ле-Бен, где опять купался. Оттуда к Леле и Наташе в Ланген—Швальбах и домой [?] (июля) в день закрытия Гос[ударственной] Думы [неразборчивая фраза]. Выпустил «К познанию России». Очень бойко пошла. Поехал в Боблово (Муся уже возвратилась с летних занятий), но вызван депешей, стал печатать 2-е издание* (а скоро и 3-е) у Суворина, который написал о книге оч[ень] хороший отзыв. Васю взял из Морс[кого] т[ехнического] училища, где он жил, и его [определил] в Главную палату. Леля и Наташа опять жили у меня.

Стал приводить книги и бумаги в порядок — это оч[ень] меня занимает — пред смертью, хотя чувствую себя бодро. Люба (Блок кончил университет) начинает с сентября жить одна с мужем, а не [у] А. А. Кублицкой. Скончалась в Пензе Феозва Никитична.** Осенью кончил хим[ию], начал 4-е издание «К познанию России» и поехал в Канн (2 окт[ября]), п[отому] ч[то] очень от инфлуенцы ослаб. Денежные дела привел в поряд[ок], как к смерти.

---

* Книги «К познанию России». [*Прим. ред.*].
** Ф. Н. Менделеева. [*Прим. ред.*].

СПИСОК
МОИХ СОЧИНЕНИЙ,* ПОМЕЩЕННЫХ В ЭТОМ И СЛЕДУЮЩИХ ТОМАХ

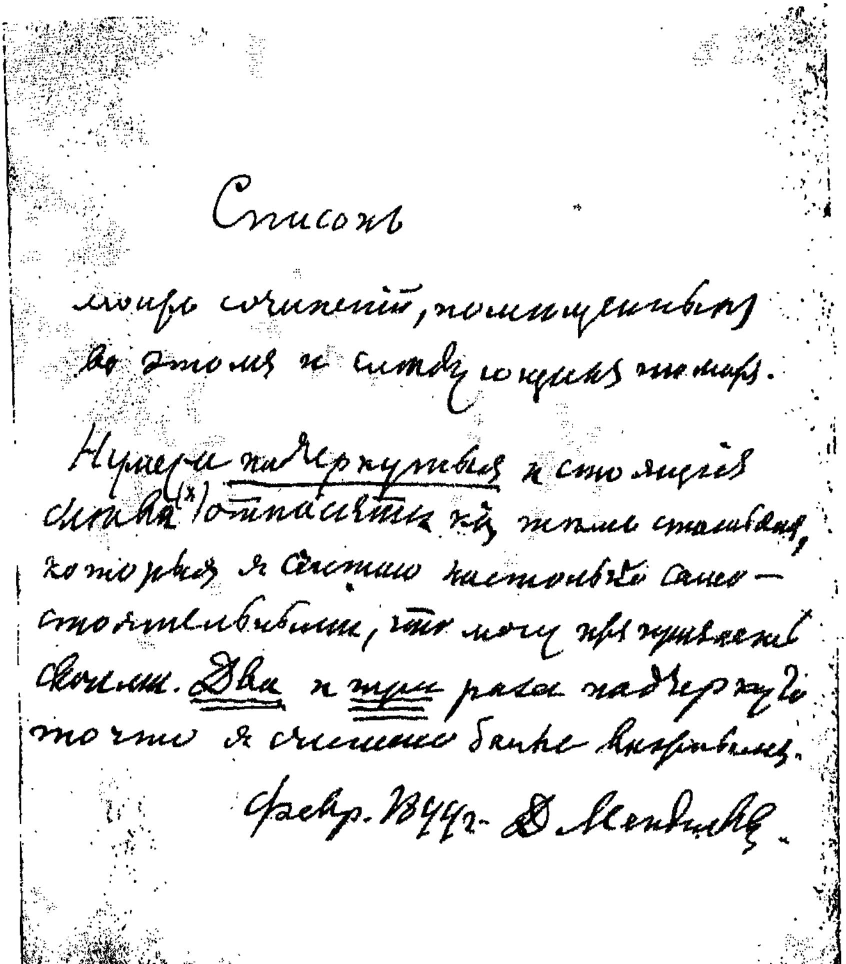
Нумера, подчеркнутые и стоящие слева,[x] относятся к тем статьям, которые я считаю настолько самостоятельными, что могу их признать своими. Два и три раза подчеркнуто то, что я считаю более важным.

Февраль 1899 г. *Д. Менделеев.*

[x] На правой странице. На левой нумера в квадратиках [ ] означают порядок по времени появления ориг. статьи. Слева сделаны некоторые указания автобиографического свойства.

---

* Рукопись хранится в Музее им. Д. И. Менделеева при Ленинградском Государственном университете им. А. А. Жданова в книге № 1001. [*Прим. ред.*].


Списокъ

моихъ сочиненій, помѣщенныхъ въ этомъ и слѣдующихъ томахъ.

Нумера подчеркнутые и стоящіе слѣва (х) относятся къ тѣмъ статьямъ, которыя я считаю настолько само-стоятельными, что могу признавать своими. Два и три раза подчеркнуто то, что я считаю болѣе важнымъ.

Февр. 1899 г. Д. Менделѣевъ.

Титульный лист «Списка моих сочинений».

ЗАМЕТКИ	СПИСОК *
[1] 1854 Первая моя печатная статья. Минерал дал для анализа С. С. Куторга, мой проф[ессор] минералогии и геологии, путешеств[овавший] в Финл[яндии]. Анализ делался в Лабор[атории] Глав[ного] Педагогического Института под набл[юдением] А. А. Воскресенского. Ныне я не могу считать его достойным внимания.	1. Chemische Analyse des Orthits aus Finnland. 1854. Сообщено С. Куторгою в Минерал[огическом] общ[естве] и им же переведено на немецкий язык. (Verhandlungen d[er] R. K. Miner[al]. Gesells[chaft], 1854). 1001/1
[2] 1856 Замечания те же, что и для 1.	2. Pyroxen aus Ruskiala in Finnland. (Там же, 1855—1856). 1001/2.
[3] 1856 В Гл[авном] Пед[агогическом] Институте требовалась при выходе диссертация на свою тему — я избрал изоморфизм, п[отому] ч[то] заинтересовался тем, что нашел сам в 1 и 2,	3. Изоморфизм в связи с другими отношениями формы к составу. Диссертация, представленная при окончании курса в Гл[авном Педагогическом институте. Напечатана в Горном

* На некоторых правых страницах заголовок «Список» заменен на «Статьи». *[Прим. ред.]*.

и предмет казался мне важным в естественно-историч[еском] отношении (сличи стр. 37, 38 и др.). Составление этой диссертации вовлекло меня более всего в изучение химических отношений. Этим она определила многое. Писана она была в 1854—1855 гг.

журнале, 1856 г.*
1001/3.

Эти компилятивные статьи писались легко, п[отому] ч[то] читал я тогда очень много, а Никитенко (руководитель и затем редактор Журн[ала] М[инистерства] Нар[одного] Просв[ещения]) охотно их помещал, что давало мне заработок, необходимый по той причине, что я служил тогда в Петерб[ургском] университете доцентом — без всякого гонорара, а за статьи получал по 25 р. с печ[атного] листа.

4. Новости естественных наук. Помещались в Журнале Министерства народного просвещения 1857 г., когда редактором был Никитенко. Работы компилятивные.
1001/4.
5. «Северный Урал» Гофмана. 1856 г. Рецензия, помещенная в Журн[але] М[инистерст]ва народного просвещения в 1857 г.
1001/5.
6. Краткий учебник органич[еской] химии Штреккера, перевод Е. Андреева. Рецензия, помещенная там же и тогда же. 1857. Журн[ал] Мин[истерства] нар[одного] просв[ещения].
1001/6.

Эти компилятивные статьи, содержащие, однако, следы самостоятельности, писались по той же причине, как

7. О жидком стекле, или стеклянной поливе. Москва. 1857 г. Рецензия, помещенная в Журн[але], 1857.

* Диссертация Д. И. Менделеева напечатана в Горном журнале за 1855 г., ч. III, №№ 8—9. [*Прим. ред.*].

4—6, и служат указателем того, что уже тогда во мне, сверх теоретического, было и практическое направление, что выразилось затем явно.

М[инистерст]ва народ[ного] просвещ[ения].
1001/7.

8. Новейшие металлургические исследования. Промышленный листок (Китарры и др.), 1858 г. (О газовом топливе, бессемеровании и т. п.).
1001/8.

[4] 1856 В авг[усте] 1855 г. поехал учителем в Симферопольскую гимназию, в октябре перебрался учителем лицейской гимназии в Одессе, а в мае 1856 г. поехал в Петербург, чтобы магистрировать, весной сдал экзамены, а в сентябре защищал диссертацию «Удельные объемы», но ее не явилось тогда в печати (не на что было издать), а явились только «Положения», где уже видна самостоятельная моя точка зрения и то, что иду за Жераром.

9. Положения, избранные для защищения на степень магистра химии. 9 сент[ября] 1856 г.
1002/1.

[5] 1856 Диссертацию — но не всю — только начало взялся печатать Горный Журнал (ред. Ламанский), конец так и не явился. Связь с [3] очевидна.

10. Удельные объемы. 1856. Это — первая часть магистерской диссертации (см. 9), напечатанная в Горном Журнале, 1856 г.
1002/2.

[6] 1858 Здесь содержится сущность того, что заключается во 2-й (ненапечатанной) части моей

11. Über den Zusammenhang einiger physikalischen Eigenschaften der Körper mit ihren chemischen Reaktio-

магистерской диссертации [5]. Написал потому, что убедился в невозможности напечатания конца диссертации в Горном Журнале.* Переводил мне товарищ Вирен, а докладывал в Академии Фрицше. Считаю, что здесь в первый раз выступило мое личное отношение к задачам химии и что формула $P \cdot V = \text{const}$ для паров выразила все жераровское в лучшем виде.

[8] 1860 Отправленный за границу в 1859 г. я занимался в своей лаборатории в Гейдельберге почти исключительно капиллярностью, полагая в ней найти ключ к решению многих физико-химических задач. Отчасти разочаровавшись, затем я совершенно бросил этот трудный предмет, в котором, однако, думал самостоятельно, что видно особенно потому, что нашел для «абсолютной темпер[атуры] кипения». См. № 19 = [10].

пер. Читано в СПб. Академии 29 Янв[аря] 1858. Печатано в Mélanges ph[ysiques] et chimiques, t. III [1856—59] Bulletin XVII—50. См. 1021/7.
1002/3.

12. Частичное сцепление некоторых жидких органических соединений. В химическом журнале Соколова и Энгельгардта, издававшемся при Горном Журнале. 1860 или 1861 год.** Свод того, что помещено далее (№ 13, 18 и др.), но здесь изложено более подробно.
1002/4.

Это то же, что 12 №.

13. Über die Molecularcohäsion einiger organischen Flüssigkeiten. Zeitschrift f[ür] Chemie (издавав-

* См. стр. 109—230 этого тома. [*Прим. ред.*].
** 1860 год. [*Прим. ред.*].

шийся тогда Эрленмейером), 1860 (то же по существу, что в № 12).
1002/5.

[9] 1860 В этой статье рассматривается изменение уд[ельного] веса с t, т. е. $d\Delta/dt$, вместо dv/dt. Здесь зародыш мыслей о расширении жидкостей, высказанных в 80-х годах.

14. Notiz über die Ausdehnung homologer Flüssigkeiten. Liebig's Annalen d[er] Ch[emie]u[nd] der Pharm[acie], CXIV—165. 1860.
1002/6.

По существу это то же, что № 12 — по-русски.

15. Über d[ie] Cohäsion einiger Flüssigkeiten und ü[ber] die Rolle, welche d[ie] Molecularcohäsion b[ei] d[en] chem[ischen] Reaktionen d[er] Körper spielt. Zeitschrift f[ür] Chemie, 1860 (см. № 12 и 13).
1002/7.

[7] 1858 Энантовый альдегид получил у Фрицше в Академии. Взгляд свой на кислоту считаю и ныне близким к истине, хотя ныне выразился бы немного иначе, чем выражался тогда.

16. Über die Oenanthol-Schweflige Säure. Сообщено (Фрицше) 26 Nov. 1858 г. в СПб. Академии. Напечатано в Mélanges phys[iques] et chim[iques], т. III. [1859].
1002/8.

То же, что [7] — на русс[ком] языке. Относительно замечания Энгельгардта могу сказать, что то, что он говорит, было мне не ново, а хорошо известно, но я, как и он, лживо держал[ся] тогда

17. О сернисто-энантоловой кислоте. Из Химического журнала Соколова и Энгельгардта. 1859. То же, что № 16.
1002/9.

типов Жерара, а потом оба бросили.

Здесь говорится, в сущности, то, что сказано в № 12 и 19.

18. Sur la cohésion moléculaire. В Bulletin de la Soc. chimique de Paris, 1860. То же 1011/12.
1002/10.

[10] 1861 Статья эта есть заключение ст. 12 = [8] и всех моих работ по капиллярности. Из них, кроме нек[оторых] фактических численных данных и ознакомления с нек[оторыми] чистыми веществами (напр[имер] глицерином), ценно преимущественно понятие — ныне общепринятое — об температуре абсолютного кипения, ныне называемого «критическою» температурою.

19. О сцеплении некоторых жидкостей и об отношении частичного сцепления к химич[еским] реакциям. Из Горного журнала 1861.*
1002/11.

[11] 1861 Хотя здесь почти только то, что в № 12 и в предшествующей статье, но высказано более определенно и сжато и даны наблюдения.

20. Über die Ausdehnung und das specifische Gewicht der Flüssigkeiten beim Erwärmen über ihren Siedepunkt. Zeitschrift f[ür] Chemie und Pharmacie. (Эрленмейер), 1861 г.
1002/12.

Статья эта тождественна с предшествующей.

21. Über die Ausdehnung d[er] Flüssigkeiten bei Erwärmen über ihren Siedepunkt. Liebig's Annalen

* См. Горный журнал за 1860 г., № 8. [*Прим. ред.*].

d[er] Ch[emie] u[nd] Pharmacie, CXIX—1.
1002/13.

Статья эта, по существу, тождественна с двумя предшествующими, но изложение, кажется, полнее.

22. О расширении жидкостей от нагревания выше темпер[атуры] кипения. Горный журнал 1861 г.
1002/14.

[12] 1860 Хотя статья эта есть простой пересказ того, что было на Конгрессе, но в ней не только сказалось мое отношение к теоретическим вопросам химии и мое присоединение к Жерару и Канниццаро, но и способ доказательства, редко или немногими в то время понимавшийся. На Конгрессе я сблизился с Дюма, Вюрцем, Канниццаро, жил с Зининым, Бородиным и Шишковым. Из Карлсруэ с двумя первыми поехал в Швейцарию.

23. Химический конгресс в Карлсруэ. Письмо к А. А. Воскресенскому. Санкт-Петербургские Ведомости, 1860, № 238.
1002/15.

[13] 1861 Возвратившись из заграницы и начав чтение органической химии, я стал ее писать и тогда формулировал понятие о пределе, следуя за идеями Франкланда. Думаю, что эта статья дала мне более предшествующих веса ме-

24. Essai d'une théorie sur les limites des combinaisons organiques. Читано в Академии наук (Зининым) 2 авг[уста] 1861 г. Bulletin de l'Acad[émie], vol. IV.
1002/16.

жду химиками, т. е. показала самостоятельность зрелую.

Органическая химия моя писана тотчас по возвращении из заграницы. Она сама помещена далее, см. № 26.

25. Программа печатного курса. Органическая химия (июль, 1861 г.) (книга вышла в том же году). См. № 26.
1002/17.

25а. Рецензия Бейльштейна (Zeitschrift f[ür] Chemie, 1862. Тогда Бейльштейн был редактором) о моей Органической химии 1861.
1002/18.

14
1861 Этот курс писан мною преимущественно летом 1861 г. на основании того, что я читал в это время студентам университета (см. № 24—26). Тут много вложено самостоятельного, хотя существо, конечно, компилятивно. Получил доходов немного, п[отому] ч[то] издатели брали цену издания и $^1/_2$ прибыли, но книга эта составила мне имя в России, потому что пошла скоро и везде.

26. Органическая химия. Издание т-ва Общественная польза. 1861 г. Удостоена затем Демидовской премии в 1000 руб.
1003/1.

1867 Книга эта была написана мною быстро, и

27. О современном развитии некоторых химических

производств в применении к России и по поводу Всемирной выставки 1867 г. (в Париже). Издание Д[епартамен]та торговли и мануфактур. 1867.
1003/2.

успех ее превзошел все мои ожидания, потому что чрез год я сам не мог найти экземпляра. Доход Д[епартамен]та покрыл даже расходы на мою командировку. Особое значение имели главы о содовом и нефтяном производствах. Меня с того времени стали слушать в этих делах.

28. Производство муки, хлеба и крахмала. Переведено, дополнено и издано под редакциею Д. Менделеева. Технология по Вагнеру, выпуск 1-й, 1862 г.
1004/1.

Взялся за перевод и дополнение Технологии по Вагнеру, п[отому] ч[то] это давало заработок (по 30 р. с листа), но увлекся интересом и много сам дополнял, напр[имер] о составе хлеба в № 28, о сахарометрии в № 29 и об алькоометрии в № 30. Это издание служило мне поводом для изучения технической химии. Но оригинальности считаю здесь немного. Писал все сам.

29. Сахарное производство. То же, выпуск 2-й, 1862.
1004/2.

30. Производство спирта и алькоометрия. То же, в выпуске 3-м, 1862.
1004/3.

1864 Задумал я писать технологию более самостоятельно, чем № 28—30, а потому переменилось и название всего издания. В стеклоделии изложены мною самостоятельно статьи о составе кремнеземистых соед[инений] и стекла.

31. Стеклянное производство. Выпуск 4-й Технической энциклопедии, издаваемой под редакц[ией] Д. Менделеева. 1864.
1005/1.

Не имея времени сам переводить и составлять следующие выпуски Техн[ической] Энциклопедии, я пригласил технологов, но скоро должен был все это дело бросить, потому что мне за редакцию ничего не перепадало и издатели охладели к делу. Мысль о пользе и значении технической энциклопедии меня преследует и до сих пор, но сделать это дело выгодным — я не мастер.

32. Кожевенное производство Скобликова. Моя только редакция и дополнения. Выпуск 5-й, 1865. 1005/2.

33. Маслобойное производство, составлено Д. М. 6-й выпуск той же энциклопедии, 1867 г. 1006/1.

34. Обработка животных продуктов, составил Швецов, мое лишь редактирование. Выпуск 7-й той же Энциклопедии, 1868 г. 1006/2.

35. Писчебумажное производство Белова, мое лишь редактирование. Выпуск 9-й, 1869 г. 1006/3.

☐ 1866 Недостаток русск[ого] руководства по Анал[итической] Химии заставил меня заняться переводом. Книга пошла скоро и хорошо, но я, много работав над ней, почти ничего не зарабатывал, п[отому] ч[то] отдавал переводить. Сам составил только плотности паров и газов.

36. Аналитическая химия Жерара и Шанселя: Качественный анализ, мой перевод. 1864. 1007/1.

37. Количественный анализ, вып. 1-й, по Шанселю и Жерару. 1866. 1008/1.

38. То же, выпуск 2-й. Плотность паров и газов сост[авлена] мною. 1866. 1008/2.

$18\frac{68}{71}$ Писать начал, когда стал после Воскресенского читать неорганическую химию в университете и когда, перебрав все книги, не нашел, что следует рекомендовать студентам. Писать заставляли и многие друзья, напр[имер] Флоринский, Бородин. Писавши, изучил многое, напр[имер], Mo, W, Ti, Ur, редкие металлы. Начал писать в 1868 г. Вышло всего 4 выпуска, и когда (1871) выходил последний — первого уже не было. Так как издавал сам, то получились и средства, а потом эта книга дала мне главный побочный доход — новыми издан[иями]. Тут много самостоятельного в мелочах, а главное — периодичность элементов, найденная именно при обработке «Основ химии». След[ующие] издания см. № [113, 170, 172, 248, 250, 251, 252, 350—353, 391, 392].

1869 см. 42 и 41 Эти заявления считаю и поныне твердыми основаниями всего учения о периодичности элементов. Это определило

39. Основы химии, часть 1. 1869.
40. Основы химии, часть 2. 1871.

1009/1 и 1010/1.

Первые мысли о периодичности вложены мною в листок № 43, который 1 марта 1869 г. был послан многим ученым. Первое сообщение (№ 42) сделано было 6 марта 1869 г. в засед[ании] Хим[ического] общ[ества] (см. Ж[урнал] Рус[ского] Хим[ического] Общ[ества], I, 35), и напечатано в том же томе Журнала (стр. 60—77, см. № 42). В октябре в том же Обществе сообщено было об окислах элементов, а на съезде в Москве (см. № [228]) об объемах простых тел. У меня нет особого оттиска статьи моей «О количестве кислорода в соляных окислах и об атомности элем[ентов]». Она в Журн[але] Р[усского] Х[имического] Об[щества], 1870, т. II, pag. 14 (см. № 41).

41. 1869. Окт[ября] 2. Из проток[олов] об окислах. Хим[ического] Общества.

1011/1.

мое положение в науке окончательно. См. № 228.

42. 1869. Из Журнала Русс[кого] химич[еского] общества, т. I, стр. 60. Соотношение свойств с атомным весом элементов.
1011/2.

43. 1869. Марта 1. Essai d'une systeme des éléments d'après leurs poids atomiques et fonctions chimiques.
1011/3.

1870 Еще не кончив «Основы химии» (что брало тогда все мое время), я кое-что сделал для церия, и найденное было затем принято всеми. Браунер был из первых.

44. Ueber die Stellung des Ceriums im System der Elemente. Сообщено в СПб. Академии 24 ноября 1870 г. Помещено в Bulletin de l'Acad[émie], T. VIII, XVI, pag. 45.
1011/4.

1871 Приоритетные вопросы мало меня интересовали всегда, тем не менее я должен был иногда их касаться (см. № 105).

45. Zur Frage über das System der Elemente. Berichte d[er] deutschen chem[ischen] Gesellschaft, 1871. V. *
1011/5.

1871 Это есть более подробное развитие № 42-го, но я решился его сделать, чтобы тем утвердить периодичность элементов. Это был риск, но правильный — и успешный.

46. Естественная система элементов и применение ее к указанию свойств неоткрытых элементов. Жур[нал] Русс[кого] хим[ического] общ[ества], 1871, т. III—25.
1011/6.

* Здесь должен быть указан том IV. [*Прим. ред.*].

1871 Это лучший свод моих взглядов и соображений о периодичности элементов и оригинал, по которому писалось потом так много про эту систему. Это причина главная моей научной известности—п[отому] ч[то] многое оправдалось — гораздо позднее.

47. Die periodische Gesetzmässigkeit der chemischen Elemente (с русс[кого] перевел Ф. Р. Вреден). Помещено в Liebig's Annalen d[er] Ch[emie] und Pharm[acie]. Supplementband VIII, 2 Heft, 1871 г.* 1011/7.

1873 Возражения и сомнения давали мне повод получать уверенность в справедливости периодического закона, но я редко отвечал и тогда (в эту эпоху) уже не любил диспута, считая его бесплодным.

48. О применимости периодического закона к ценитовым металлам. Ответ Раммельсбергу. Журн[ал] Русс[кого] химич[еского] общ[ества], 1873, V. 1011/8.

49. То же в немецком переводе. Lieb[ig's] Ann[alen], Bd. 168, 1873. 1011/9.

Считаю со своей стороны, что Вюрц много способствовал популяризации моей системы элементов.

49а. О книге Вюрца: Théorie Atomique, где говорится о период[ической] системе. 1011/9а.

Это извлечено из сочинения моего о соединении спирта с водою (№ [221]).

50. Ueber die Verbindungen des Alkohols mit Wasser. Извлечение из моего сочинения (№ 221), сделанное Рихтером. Poggendorf's Annalen, т. 138—103, 1869. 1011/10.

1870 Этою статьею твердо установлено мною указание на необходи-

51. Bemerkungen zu den Untersuchungen von Andrews über die Compressibilität

* Должно быть 1872 г. [*Прим. ред.*].

мость силь[ного] охлаждения для сжижения газов и нек[оторые] мои права на современное понимание явл[ения] «t абсолютного кипения» или «критической».

der Kohlensäure. Pogg[endorf's] Annalen, 1870, Bd. 141, pag. 618.
1011/11.

1872 Работа эта побочная, организована при начале работ над упругостью газов. Русс[кий] ориг[инал] см. № 56. Ее надо считать оригиналом, а это перевод.

52. Die Pulsirpumpe v[on] D. Mendeleeff, M. Kirpitschoff u. G. A. Schmidt. Liebig's Annalen, 1872,* Bd. 165, pag. 63.
1011/13.

1870 Эти заметки, как и многие иные, сделаны по поводу составления «Основ химии». Здесь впервые доказывается, что уголь должен представлять C^n, где n велико.

53. О законе теплоемкости и сложности угольной частицы. Жур[нал] Русс[кого] химич[еского] общ[ества], том II—28, 1870.
1011/14.

1870 Происхождение то же. Спринг затем подтвердил все мои основания. Ж[урнал] Р[усского] х[имического] об[щества], III—250.

54. О тионовых кислотах. 1870. Журн[ал] Русс[кого] хим[ического] общ[ества], II—276.
1011/15.

1871 Происхождение то же. Опыты Сеченова, Гофмана и др. отчасти оправдали то, что я предвидел здесь.

55. О соединениях, содержащих группу NO^2. Жур[нал] Р[усского] х[имического] об[щества], III—11, 1871.
1011/16.

* Должно быть 1873 г. [*Прим. ред.*].

Эта статья есть оригинал, а № 52 — ее перевод.

56. Пульсирующий насос Менделеева, Кирпичева и Шмидта. Жур[нал] Русс[кого] хим[ического] общества, IV—169, 1872.
1011/17.

См. Журнал Русс[кого] химического общ[ества], томы I, II, III и сл[едующие], где в протоколах много моих мелких сообщений, напр[имер], о перекисях (III—284), о кристаллизационной воде (III—249) и т. п. Они вошли в новейшие выпуски (издания) Основы химии.

[ ] 1872 Это моя программа для исследований о сжимаемости газов (№ [58] и др.). Тут немало такого, что поныне еще мало разъяснено. Здесь же и о весах — очень многое основательно.

57. О сжимаемости газов. Жур[нал] Русс[кого] хим[ического] общ[ества], IV—309, 1872 г.
1011/18.

58. О сжимаемости газов. Артил. журнал, 1872, № 8. То же, что и в № 57, но кое-что добавлено.
1011/19.

[ ] 1871 Этот доклад мой получил ход, но удовлетворение полное получилось только чрез 20 лет и то благодаря Вышнеградскому, но годовые средства прошли скоро и были даны благодаря Чевкину, у которого сам был. См № 138.

59. Об увеличении средств лаборатории СПб. университета. Доклад 22 Дек[абря] 1871 г.
1011/20.

1862 Эта статья компилятивная. Она вошла в № 29.

60. Оптическая сахарометрия. Из Журнала и. Вольного Эк[ономического] общества, 1862 г.
1011/21.

1866 Тогда меня стала интересовать научная сторона сельского хозяйства, и я сам купил Бобловское имение и стал вести хозяйство возможно рациональнее. Мне сочувствовали многие, но делали что-нибудь мало. Эта статья есть начало моих научных работ по сельск[ому] хозяйству. Они важны для меня потому, что оправдывают все мое дальнейшее отношение к промышленности.

61. Об организации сельскохозяйственных опытов при и. Вольном экономич[еском] обществе. Читано в и. В[ольном] Э[кономическом] Об[ществе] 3 апр[еля] 1866 г.
1011/22.

1866 Секретарем и. В[ольного] э[кономического] об[щества] был тогда Ходнев, ворочал дело А. В. Советов. Я предлагал у себя все сделать на свой счет, и дело сладилось. Но мало давали средств и помощников при исследованиях, а потом, когда результаты (см. № [63, 64]) все же получились, Ходнев захотел всем ворочать сам, и я отстал, а он ничего не сделал.

62. Программа сельскохозяйственных опытов, предпринимаемых при содействии и. В[ольного] Э[кономического] Общ[ества] на 1867.
1011/23.

1867 Тут ясна и цель и средства опытов. Результаты малы, но если бы дело преследовалось настойчиво, то явилась бы опытность, и результаты были бы плодотворнее.

63. Первый отчет о сельскохозяйственных опытах, читанный 31 окт[ября] 1867 г. в и. Вольном Эк[ономическом] Обществе.
1011/24.

1872 Здесь содержатся первые важнейшие результаты опытов. Тут много моих мелких заметок, которые дов[ольно] характерны.

64. Об опытах и. В[ольного] Э[кономического] Об[щества] над действием удобрений. Стенограмма 17 фев[раля] 1872 г. См. № 232.
1011/25.

1869 На рождественских праздниках 1869 г. я объехал сыроварни Н. В. Верещагина в Новгородской и Тверской губ[ерниях] и докладывал о них. Я не скучал изучать все ветви сель[ского] хоз[яйства]. Тут и мои симпатии к артелям.

65. Об артельном сыроварении. Жур[нал] и. В[ольного] Э[кономического] Общ[ества]. Доклад 20 марта 1869 г.
1011/26.

1869 О скоте молочном Серова и вообще о доходности от молоч[ного] скота.

66. Беседа об артельном сыроварении. 10 апр[еля] 1869 г. (и. В[ольное] Э[кономическое] Общ[ество]).
1011/27.

1869 Анализы почв (см. №[67]) опытных полей были

67. Тогда же и там же (стр. 36) изложены ре-

сделаны очень тщательно и представляют и сейчас немалый интерес.

зультаты анализов почв с опытных полей.
1011/28.

1870 Эти мысли тогда очень занимали меня, думалось призвать к самодеятельности. Пора на то видно еще не пришла, если на то внимания никто не обращал. Так я мучился долго, убегал и в убежище чистой науки — не помогало. Кончил тем, что увидел одну возможность — покровительством создавать новый класс людей и новую чуткость — а те спят и посейчас. Здесь мои первые экономические мысли.

68. В и. В[ольном] Э[кономическом] Обществе мое сообщение 26 марта 1870 г. Об обществе для содействия сельскохозяйственному труду.
1011/29.

1870 Некоторые мои заметки сказаны только потому, что москвичи заставляли меня говорить, но в них мои мысли все же сказались. Тогда я уже понемногу стал думать не попрежнему, а как думаю теперь, на старости (стр. 18 этого № 69).

69. О народном образовании. На съезде при и. Москов[ком] Обществе Сельского хозяйства 29 Дек[абря]. 1870.
1011/30.

1871 Краткие замечания о длинных сообщениях, сделанных на съездах в Киеве и Москве.

70. 1) Об уд[ельном] объеме хлористых соединений. На киевском Съезде есте-

ствоиспытателей, 1871 г. 21 Авг.

71. и 2) О кристаллизационной воде. 24 авг., там же.

1011/31.

72. О значении сельскохозяйственных опытов. На москов[ском] съезде. 1869.

1011/32.

1865 Тут сказалось многое из того, что я впоследствии настойчиво провожу, особенно в «Основах химии».

73. Положения для защиты (31 янв[аря] 1865) доктор[ской] диссертации «О соединении спирта с водою». См. № 221.

1011/33.

Устав этот составлялся у меня на квартире собранием химиков и примечателен по краткости и ясности.

74. Устав Русс[кого] химического общества. 1868 г.

1011/34.

1874 Когда работа (с Мих[аилом] Львов[ичем] Кирпичевым) при многократ[ном] повторении показала явные и неожиданные отступления от Бойль-Мариоттова закона в разреженном воздухе, я решился это сообщить. Это оправдалось потом с разных сторон (особ[енно] 1894 Рамзай и Balg $\frac{439}{1}$), но и по сих пор на этот значитель-

75. Notice préliminaire sur l'élasticité de l'air raréfié. D. Mendeleeff et M. Kirpitschoff. Сообщ[ено] в С.П[етер]бург[ской] Академии Наук 9 Апр[еля] 1874 г. Bulletin de l'Ac[adémie], XIX—466.

1012/1.

ный факт обращают мало внимания — а жаль, он важен теоретически. Считаю эту свою работу — значительною.

☐ 1874 Вздор пишет и видит Зильештрем, а все же это долго влияло на малое внимание, обращенное на мою работу № 75.

76. Об опытах Зильештрема над упругостью разреженных газов. 1874. Жур[нал] р[усского] ф[изико-]х[имического] об[щества], т. VI, физ[ический] отд[ел], стр. 126.
1012/2.

☐ 1874 Почти целиком перевод статьи № 75, но немногое изменено и добавлено.

77. Über Siljeström's Versuche zur Ermittelung der Dichtigkeitsveränderungen verdünnter Gase. Berichte der deutsch[en] chem[ischen] Gesellsch[aft], 1874—1339.
1012/3.

☐ 1874 Считаю эту формулу (мною данную) существенно важною в физико-хим[ическом] смысле. Особого оттиска не имею — надо см. в журнале.

78. Общая формула газов $APV = KM(C + t)$. Протокол Физического Общества 17 Сент[ября] 1874. (Ж[урнал] Р[усского] ф[изико-]х[имического] об[щества], т. 6—121).

☐ 1874 Он описан в книге №[110] об упругости газов. О Теплеровском насосе при устройстве своего я не знал.

79. Ртутный насос Д. Менделеева. 1874. Там же, стр. 120 (особ[ых] оттисков этих статей у меня, кажется, не бывало).

1874 Считаю эту свою работу многозначительной, но нигде ее не развивал, а потому предполагаю к ней возвратиться — когда успею (14 фев[раля] 1899 г. писал).

80. О водородном и нефтяном метрических термометрах. 1874. См. в Жур[нале] Р[усского] Химического общества, хим. отдел, т. 6, pag. 8. См. Жур[нал] Физич[еского] общ[ества], т. 6, pag. 10 — еще лучше.

1874 Факт примечателен, и его следовало бы разобрать подробнее.

81. О разрыве стекл[янных] трубок давлением. 1874. Там же, стр. 7 (тоже нет оттиска).

1875 Это относится к № 75 и 77.

82. Bemerkung bezüglich der Erwiderung H[er]rn Siljeström's. 1875. Berichte der Deutschen chem[ischen] Gesell[schaft], 1875—744.
1012/4.

1874 Курьез тут в том, что чистый сферосидерит был привезен как известковая порода. Ездил с Иностранцевым.

83. Анциферовская железная руда. Протокол Хим[ического] общ[ества]. Ноябрь 1874. (Ж[урнал] Р[усского] ф[изико-]х[имического] об[щества], т. VI).
1012/5.

1875 Видели мы с А. А. Иностранцевым много чудного и занятного.

84. О том же предмете — после поездки с Иностранцевым. Проток. 9 Янв[аря] 1875. (Том VII).
1012/6.

1875 Очень я и все любили М[ихаила] Льв[овича] — он очень много обещал. Умер чахоткой.

85. О кончине Мих[аила] Льв[овича] Кирпичева. Протокол Химич[еского] общ[ества] 6 марта 1875 г. (Журн[ал] Р[усского] хим[ического[об[щества], т. VI).
1012/7.

1875 Мое представление об этом криогидрате как об определенном соединении, подмеченном мною в 1868 г., многими опровергается, но я держусь и сейчас того мнения, что между физическими и химическими силами связь теснее, чем ее обыкновенно признают.

86. О криогидрате $NaCl \times 10\ H^2O$ (там же).
1012/7.

1875 Вопрос этот очень меня занимал. Он связан с моими работами над разреженными газами, а они направлялись к вопросу о природе светового эфира. Кое-что я и тут делал, но не публиковал. Тогда-то я стал заниматься воздухоплаванием. Отсюда — сопротивлением среды. Все находится в генетической связи.

87. О температуре верхних слоев атмосферы. Протокол физического общества 7 окт[ября] 1875 [г.]. (См. Жур. см. № 223).
1012/8.

1876 Это развитие № 87. Познакомившись с Мариньяком ранее, я счел

88. De la température des couches supérieures de l'atmosphere. Archives des

наиболее удобным послать статью ему — в Женеву.

sciences physiques et naturelles. Genéve. 1876, p. 233.
1012/9.

1876 Это относится также к № 87. Я счастлив был тем, что на многие мои работы являлась критика — значит там было новое и внимания достойное.

89. О температурах атмосферных слоев (ответ М. А. Рыкачеву). Ж[урнал] Р[усского] физ[ического] общ[ества], 1876, т. [VIII].
1012/10.

1876 Рыкачев возражал еще раз, и я считал необходимым ему отвечать, хотя терпеть не могу полемики, но в нее меня часто втягивали. Для избежания этого я после стал действовать более обдуманно.

90. Еще несколько слов о температуре атмосферных слоев. Жур[нал] Русс[кого] физ[ического] общ[ества], но кое-что мне в этой редакции не понравилось, и я ее немного изменил, как дано в № 91. 1876.
1012/11а.

91. То же с небольшим изменением. 1876.
1012/11б.

1875 Эта работа, очевидно, самостоятельная по методу, очень меня занимала, но, как и многие иные, не была публикована с надлежащею подробностью, что вредит.

92. О расширении воздуха при обыкновенном давлении. Протоколы физического общ[ества], 1875 [г]., 4 ноября. Работа с Каяндером.
1012/12.

1873 Меня занял этот диф[ференциальный] барометр немного, но его

93. Предварительная заметка об определении высот дифференциальным баро-

стали спрашивать у меня, и я его заказал, продавал Рихтер (сбирал Антон) в Киеве. Надо было еще улучшать, но это дело, соединенное с производством и продажей, но с ничтожным заработком, скоро мне надоело.

метром. Журн[ал] Р[усского] физ[ико-]хим[ического] общ[ества]. 1873, т. [V].
1012/13.

93. Высотометр Д. Менделеева. Анонс Рихтера, 1875.
1012/14.

1875 Тут сказалась надобность пересчитать многое у Реньо. Делал это тем охотнее, что считать люблю.

94. О расширении ртути по опытам Реньо. (Журн[ал] Рус[ского] физ[ико-]хим[ического] общ[ества] т. 7, pag. 75).
1012/15.

1875 Писал по настоятельному желанию проф. Березина, моего друга.

95. О воздухе, статья Энциклопедического словаря Березина. 1875.
1012/16.

1876 После смерти Кирпичева ко мне пошел ассистентом Вал. Гемилиан, и с ним, как прекрасным помощником, я проделал вновь опред[еления] при малых давлениях, но излагал кратко. Французский перевод статьи был отдан в Париже, когда мы с Гемилианом ехали чрез Гавр в Америку на Филадельфийскую выставку.

96. Mendeleeff und Hemilian. Ueber die Zusammendrückbarkeit der Gase bei Drücken unterhalb einer Atmosphäre. Berichte d[er] deut[schen] ch[emischen] Gesell[schaft], 1876.
1012/17.

97. То же, статья во французском переводе. Annales de ch[imie] et de phys[ique], 1876, 5 Serie, T. IX.
1012/18.

В 1876 г. шли — со стороны Каткова большие нападки на Университеты, их поносили в Моск[овских] Вед[омостях] на все лады, но Петербургский унив[ерситет] до № 97б мало трогали. «Голос» с Краевским и Градовским защищали [...] профессоров и устав 1863 г., давший развитие науке. Статья 97б вмешала и меня, не назвав имени.

97а. Статья? проф. Градовского, подписанная «Простаковым»: Проект преобразования российских университетов. Газета: Голос. 1876.
1012/19.

97б. Корреспонденция Московских Ведомостей Янв[аря] 29-го 1876 г. Подписано Homo novus
1012/20.

97в. Передовая статья «Голоса» от 6 февр[аля] 1876 (писал Градовский), ответ Москов[ским] Ведомостям.
1012/21.

1876 То, что я отвечал (№ 98), вылилось у меня в один вечер, сразу (см. также № 98а). Это — характер эпохи той.

98. В защиту Антошки Homo novus. Моя статья в Голосе, кажется 12 февр[аля] 1876 г.
1012/22.

98а. Петрушевский тоже отвечал Homo novus'у
1012/23.

1871 Тогда классицизм проводили Катков и Леонтьев, много писалось, и мне хотелось сказать посильно (см. № 98 и многие другие).

99. Заметки по вопросу о преобразовании гимназий. С.-Петербургские Ведомости, 1 мая 1871 г. См. 229а.
1012/24.

1876 Работу под моим наблюдением вел Богуз-

100. Сообщение на Варшавском съезде естество-

ский, прекраснейший экспериментатор.

испытателей. (3 С[ентября] 1876) об опытах моих и Богузского над сжимаем[остью] воздуха при давлениях, близких к атмосферному. 1876.
1012/25.

1876 Это очень занимало меня, но опять я из-за других дел — бросил довести эту работу до конца — а стоило бы.

101. Там же (1876). Сообщено о выражении климата тремя или двумя постоянными.
1012/26.

1876 Ничего из сего не вышло, а жаль.

102. Там же (1876). Предложение издавать сборник русс[ких] статей по естествознанию.
1012/27.

1876 Сам удивляюсь, чего только я не делывал на своей научной жизни. И сделано, думаю, недурно.

103. О барометрическом нивелировании и о применении для него высотомера. Оттиск из Инжен[ерного] журнала 1876.
1012/28.

1876 Предисловие, писанное мною, содержит кое-что самостоятельное, меня тогда интересовавшее.

104. Мон: Метеорология или учение о погоде. Перев[од] Иорданского и Капустина. 1876. Предисловие и нек[оторые] добавл[ения] Д. Менделеева.
1012/29

1880 Эту полемику приоритетов — я терпеть не могу, но меня немцы принуждали отвечать (см. № 45).

105. Zur Geschichte des periodischen Gesetzes. Berichte d[er] deutsch[en] chem[ischen] Gesell[schaft]. 1880, v. 13, pag. 1796.
1013/1.

1880 Эту поездку сделал с Володей. Баку, Петровск, Дагестан, Грозное, Тифл[ис], Батум, Новороссийск, Кубань.

106. О поездке на Кавказ в 1880 г. В протоколе Р[усского] ф[изико-]х[имического] общ[ества]. 11 Сен[тября] 1880.
1013/2A.

1880 Пробы перегонки с паром были с самого начала удачны и потому очень удовлетворительны.

107. Там же. О способе фракционированной перегонки — нефти. 1880.
1013/2B.

1880 Это я настоял и достал у Рагозина 1000 р. на премию.

108. О премии Рагозина на лампы для сожигания тяжелого нефтяного масла. Там же, 1880.
1013/3.

1881 У Рагозина в Константинове на Волге я жил уже с Анной Ивановной и много работал.

109. Результаты, полученные при изучении нефти в 1881 г. на заводе Рагозина. Протоколы Р[усского] ф[изико-]х[имического] общ[ества], 1881 г., т. 13, pag. 455.
1013/4.

1881 Это изложение отчета об опытах, самое полное из явившихся; в нем много такого, что нигде более не было публиковано. Бросил я опыты по многим причинам, а главное: 1) Кирпичев, глав[ный] сотруд[ник], помер; 2) Гемилиана — другого — сам я устроил в Варшаву; 3) Ф. Я. Капустин уехал в Кронштадт; 4) Богузский уехал в Варшаву и т. д. — лишился помощников, а денег давали мало, претензий же заявляли (Львов, Кочубей, Гадолин) много, а я тогда реш[ил] жениться во второй раз и время было мало.

110. Об опытах над упругостью газов. Сообщ[ено] в и. Р[усском] техн[ическом] обществе 21 Янв[аря] 1881 (см. Записки Общ[ества]).
1013/5.

(Тут и много биографических частностей 1872—1881 гг., и между строк и прямо — причины ясные, по которым надо было прекратить опыты). См. № 233.

1881 Она хотя и обладает свойством кислоты — все же перекись, и это главное, что надо было сказать, чтобы не дать шататься периодическому закону.

111. Надсерная кислота Бертело. Протоколы хим[ического] отд[ела]. 1881 г.
1013/6.

1881 Это — диспут с Л. Э. Нобелем, которому я придал особую форму, следуя обстоятельствам. Мой совет не подействовал — и много бедствий выпало на Баку, но это и ныне ясно немногим. См. № 191.

112. Где строить нефтяные заводы. Приложено к Ж[урналу] р[усского] ф[изико-]х[имического] общ[ества] и издано отдельно — мною. 1881.
1013/7.

1881 Издание исправлял и переделывал, живя с Анной Ивановной на Капри. См. собр[ание] писем моих.

1882 Считаю, что с этого момента мое отношение к промышленности в России получает ясную определенность, сказавшуюся в 1890—1899 гг. См. № 108.

1883 Здесь мое заявление и демонстрация полного сожигания в лампе — всех (смешанных) продуктов нефти. Думаю, что это когда-нибудь да получит свое истинное значение, а тут так проскочило — незаметно.

Совершенно не помню этого.

113. Предисловие к 4-му изданию Основы химии, 1881 г.
1013/8.

114. Мысли об условиях развития заводского дела в России. Речь на Промышл[енном] съезде в Москве. 1882 г.
1013/9.

115. О первом конкурсе на лампы для соляровых масел. 1882. (Жур[нал] р[усского] ф[изико-]х[имического] об[щества]).
1013/10.

115а. Андреев. Исследование этих (№ 115) ламп. 1882.
1013/11.

116. Второй конкурс на лампы. 1883. Ж[урнал] р[усского] ф[изико-]х[имического] Об[щества], т. XV.
1013/12.

116а. Андреев. Данные для ламп второго конкурса. 1883 г. (т. XV).
1013/13.

116б. Публичные лекции в пользу лечеб[ных] колоний. Моя: о молекулярных движениях.
1013/14.

1882 Это немаловажно и еще будет когда-нибудь разбираться.

117. Исследование погонов бакинской нефти разных годов и мест. Протоколы Р[усского] ф[изико-]х[имического об[щества]. 1882.
1013/15A.

1882 Это мелочи.

118. Там же. Нефтяные разноречия с Марковниковым. 1882.
1013/15B.

1882 О редких элементах, Be и др.

119. Там же (протоколы 1882 г. Р[усского] ф[изико-]х[имического] об[щества]. Заметки по периодичности элементов. 1882.
1013/16.

1883 Нефтью в то время я много занимался.

120. О C^5H^{12} из бакинской нефти. Протоколы Р[усского] ф[изико-[х[имического] об[щества]. 1883 г., т. 15—3.
1013/17A.

1883 Считаю это сообщение, легшее в основание моего лондонского чтения, немаловажным.

121. О законе замещений. Там же, Ж[урнал] р[усского] ф[изико-]х[имического] об[щества], т. 15—3.
1013/17B.

1882 Практически это очень важно, а теоретически очевидно.

122. О бакуоле. Там же, том 15, XXIII.
1013/18.

1883 То же замечание.

123. О безопасном освещении. 1883. Анонс Кусковского завода.
1013/19.

1883 Это из числа моих сельскохозяйственных заметок. Меня прямо принудили говорить. Здесь я ставлю заводы на первый план. Подобные мысли и ныне у меня.

124. Замечания В. А. Кокореву на акцизные предложения в пользу сель[ского] хозяйства в заседании Собрания сельских хозяев. 1883 г. 1 ноября.
1013/20.

1883 См. № 107 и др. Этим, строго говоря, я закончил мои экскурсии о составе нефти. Расинский и Тищенко — продолжили их, но и они недостаточно настойчиво. См. № 137.

125. О дробной перегонке бакинской нефти. Проток[олы] Р[усского] ф[изико-]х[имического] об[щества]. 3 марта 1883 г.
1013/21.

1883 Вопросы немаловажны с практической точки зрения.

126. Беседа в Техн[ическом] обществе о нефти и лампах. 1883. (Корректура).
1013/22.

1883 Мелочные разноречия. Позднее (1898) Марковников признал справедливость моих наблю[дений] и замечаний.

127. По вопросу о нефти. Ответ Марковникову и Оглоблину. 1883. Ж[урнал] Русс[кого] ф[изико-]хим[ического] общ[ества], т. XV—366.
1013/23.

1882 Принципиально было важно показать, как сложны термохимич[еские] данные и что от них ждать можно.

128. О теплоте горения углеводородов. Ж[урнал] Р[усского] ф[изико-]х[имического] об[щества], т. 14—230. 1882 г. 1013/24.

1884 Эту заметку считаю очень интересною. Много на нее обратили внимания, а я не разрабатывал.

129. Отношение плотности растворов к частичному весу солей. Проток[олы] Р[усского] ф[изико-]х[имического] об[щества]. 1884, т. XVI. 1013/25.

1884 Имела значение для возбуждения добычи по Леблану.

130. О соде Любимова. Там же. 1884. 1013/26.

1884 То, что тогда нашел — я и теперь считаю не только оригинальным, но и могущим иметь важное теоретич[еское] значение.

131. О расширении жидкостей. Жур[нал] Рус[ского] ф[изико-]хим[ического] об[щества]. 1884. 1013/27а.

131а. То же в английском переводе. J[ournal] of Ch[emical] Soc[iety], 1884, XLV—126. 1013/27б.

131б. То же в немецком переводе. (Exner's Repert. d. Phys.). 1013/27в.

1884 Эту и след[ующую] статью считаю много дополняющею и разъясняющею № 131.

132. О расширении жидкостей в связи с их темпер[атурой] абсолютного кипения (ответ Авенариусу). 1884. Ж[урнал] Р[усского] ф[изико-] х[имического] общ[ества]. 1884.
1013/28.

1884 Тут есть некоторый задор, но он был вызван, сам я не задевал, но когда меня заденут — стараюсь не спустить.

133. Еще о расширении жидкостей (ответ Авенариусу). Там же. 1884.
1013/29а.

133. Та же статья из Известий Киевского университета. 1884.
1013/29б.

1884 Дюма я очень уважал, а он очень мне благоволил.

134. Некрологическая заметка о Дюма. Проток[олы] Р[усского] х[имического] об[щества]. 1884—3, 456.
1013/30а.

1884 Это по Торпе и Рюкеру, которые признали значение моей ст[атьи] № 131.

135. О соотношении модуля расширения к критич[еской] темп[ературе]. Там же.
1013/30б.

1884 Тогда я уже занимался плотностями растворов, и вопрос был экспериментально важен. См. № 140.

136. О плотности нормальной серной кислоты. Там же. 1884.
1013/30с.

☐ 1884 Это отвечает № 125.

137. О перегонке американской нефти. Там же. См. № 59.
1013/30 D.

☐3 1884 См. № 59. Цель достигнута, но после моего ухода в 90-х годах. Не сетую. Много бы я потерял, если бы был в то время в универс[итете], когда строилась новая лаборатория. О ней я хлопотал у И. А. Вышнеградского. См. № 184.

138. О необходимости нового здания для хим[ической] лаборатории СПб. универ[ситета]. Представление в факультет. 1884.
1013/31.

☐ 1884 Это очень занятно. Кибер (см. —) потом кое-что рассчитывал, а я кое-какие опыты делал с шарами. См. № 174а (опыт).

139. О сжатии при образовании растворов. Протоколы хим[ического] отд[ела] Р[усского] ф[изико-] х[имического] общ[ества]. 1884.
1013/32.

☐ 1884 В сущности перевод № 136.

140. Uber das sp[ezifische] Gewicht der H^2SO^4. Berich[te der] deutsche[n] chem[ischen] Gesell-[schaft], 1884, T. 17.
1013/33.

☐ 1885 Не люблю я этих комиссий, а был принужден заседать.

141. Комиссия 1885 г. о нефтепроводе. Издание и. Русс[кого] тех[нического] общ[ества], стр. 84 и др., 49.
1013/34.

1886 В Об[ществе] для содействия р[усской] пр[омышленности] было много интереснее. И тут я говорил более. Шло дело о налоге на нефть. Считаю мою статью—эту—хорошею.

142. Замечания на расчеты Л. Э. Нобеля. 1886. В Обществе для содействия Р[усской] пр[омышленности] и торг[овле].
1013/35 а.

1886 В. И. Рагозин предложил обложить сыр[ую] нефть. Общество собралось обсуждать. Председательствовал Н. П. Игнатьев. Мне много пришлось говорить (стр. 50, 95, 150 и др.) 174.

143. О налоге на нефть. Труды Общ[ества] для сод[ействия] русс[кой] пром[ышленности] и торговле. 1886.
1013/36.

1876 Когда А. М. Бутлеров и Н. П. Вагнер стали очень проповедывать спиритизм, я решился бороться против суеверия, для чего и образовалась комиссия при Физ[ическом] обществе. Тут я много действовал, у меня и собирались. Мое хорошо высказано в публич[ных] лекциях 15 Д[екабря] 1875 и 24 и 25 Апр[еля] 1876 г., особенно в последней. Противу профессорского авторитета — следовало действовать профессорам же. Результата достигли: бросили спир[и-

144. Материалы для суждения о спиритизме. 1876.
1014/1.

тизм]. Не каюсь, что хлопотал много.

1877 Ездил на счет М[инистерст]ва финансов(Рейтерн) с Гемильяном. Глядел самостоятельно. При изложении — родилась глава „о происхождении", наиболее интересная с научной стороны. Видно, что тогда я, много думав, написал.

145. Нефтяная промышленность в с[еверо-]американском штате Пенсильвании и на Кавказе. 1877 г. См. № 185. 1014/2.

1877 Тут результат моих статей об этом интереснейшем предмете и часть опытов с М. Л. Гроссман. Думаю, что тут много самостоятельного и важного.

146. О сопротивлении жидкостей. Сооб[щение] в общем соб[рании] физ[ико-]хим[ического] общества 27 Дек[абря] 1879 г. 1014/3.

1880 В 1878 заболел плевритом, уехал по совету С. П. Боткина на зиму в Ниццу, а там занимался воздухоплаванием и сопротивлением среды. Книга вышла полна разного интереса (тогда я уже любил Анну Ивановну), но на ее окончание личных средств не стало (они пошли на дела семейные), а казенных не дали — оттого и не продолжал.

147. О сопротивлении жидкостей и воздухоплавании. Выпуск 1-ый. 1880. 1014/4.

1887 Это одно из исследований, наиболее труда стоившее мне, но оно довольно канительно. Из него отчасти родилась мода, если можно так сказать, на растворы. Мои мысли смолоду были там же, где тут и где теперь — грани нет между этими явлениями и чисто химическими. Рад, что успел их тут сказать довольно четко. И рад, что посвятил матери, которой всем обязан.

148. Исследование водных растворов по удельному весу. 1887.
1015/1.

1888 М. Н. Островский, желая выяснить вопрос нефтепровода, просил меня съездить в Баку. Отчет ему дан здесь — в пользу дела.

149. Бакинское нефтяное дело в 1886 г.
1015/2.

1886 Это — одна из попыток приложить начала, изложенные в № 148.

150. Ueber die nach den Veränderungen des spec[ifischen] Gewichtes beurtheilte chemische Association der Schwefelsäure mit Wasser. Ber[ichte] d[er] deut[schen] chem[ischen] Gesellsch[aft], 1886, T. 19—379.
1015/3.

1886 См. № 150 и 153.

151. Ueber die Wärmetonung als Kennzeichen der Asso-

ciation der Schwefelsäure mit Wasser. 1886. Там же, pag. 400.
1015/4.

1886 Внушено обработкою „Основы химии“ и растворов. № 148.

152. Notiz über die Contactwirkungen. Там же, T. 19—456.
1015/5.

То же, что № 151.

153. О термических данных для определ[ения] гидратов H^2SO^4 и H^2O. Ж[урнал] Рус[ского] ф[изико-] х[имического] об[щества], XVIII—1886.
1015/6.

1886 Заметка, выражающая мое внутреннее убеждение дов[ольно] ясно.

154. О единстве вещества. 1886. Там же.
1015/7.

1887 То же, что № 150, но полнее.

155. Гидраты сер[ной] кис[лоты], судя по плотности растворов. Там же, протоколы 1887 г.
1015/8.

1886 То же, что № 152. Здесь много мыслей, еще и ныне достойных внимательной обработки.

156. О влиянии прикосновения на ход химических реакций. Журн[ал] Ру[сского] ф[изико-]х[имического] об[щества], 1886, т. 18—8.
1015/9.

1887 Это сообщено в Манчестере на съезде Британской ассоциации.

157. The Compounds of ethyl Alcohol with Water. Journal of the chem[ical] Society. LI—778. 1887. 1015/10.

1887 Это к № 148. Это есть единственное, что я писал поподробнее на иностранных языках о растворах.

158. Das specifische Gewicht der Schwefelsäurelösungen. 1887. Zeitschrift für physik[alische] Chemie, I—274. 1015/11.

1887 Описано тут все и так ясно, что прибавлять — нечего. Это одно из примечательных приключений моей жизни. См. № 254.

159. Воздушный полет из Клина во время затмения. Северный Вестник, 1887. 1015/12.

1888 В 1887 г. университетские беспорядки так мне надоели, что я хотел уходить из университета. Островский уговаривал и предложил поехать осмотреть Донец и беспорядки по вывозу и выработке к[аменного] угля, чтоб забыться. Охотно и с великим интересом отправился я — результат здесь и в № 162. Тут много очень полезных заметок.

160. О мерах для развития донецкой каменноугольной промышленности. 1888. Представлено М. Н. Островскому и не публиковано (см. № 162). 1015/13.

1888 Мое участие в этом деле очень невелико, но

161. Исследование оханского метеорита 1887 г. Жур-

все шло чрез мое посредство.

[нал] Русск[ого] х[имического] общ[ества]. 1888.
1015/14.

1888 См. № 160. Островский просил не так сухо, как я ему писал, — для публики. Это согласовалось и с моим желанием. Статья вышла немного цветистою, но она явно действовала, — что́ я узнал с разных сторон.

162. Будущая сила, покоющаяся на берегах Донца. Северный Вестник 1888 г.
1015/15.

1889 Это, кажется, единственная статья, в которой я коснулся ионизации при электр[олитической] диссоц[иации]. Ныне Д. П. Коновалов взялся за ту же тему.

163. Заметка о диссоциации растворенных веществ. Журн[ал] р[усского] ф[изико-] х[имического] общ[ества]. 1889, т. [XXI].
1015/16.

163а. Объявление о чтениях в Royal Institution в 1899 г., где и мое назначено на 31 мая н. с.
1015/17.

1889 Выбрал — закон замещений. Написал быстро, чтоб успели перевести. См. п° 171 — полнее.

164. Попытка приложения к химии одного из начал Ньютона. Северный Вестник, 1889.
1015/18.

1889 Сюжет мне почти назначили (см. собрание писем).

165. Периодическая законность химических элементов. Фарадеевское чтение 23 мая / 4 июня

1889. Жур[нал] Р[усского] ф[изико-]х[имического] об[щества]. 1889.
1015/19.

1889 Перевод № 164. Сделал здесь доктор Дункан, а в Лондоне правил В. И. Андерсон. См. далее № [171, 266].

166. An Attempt to apply to Chemistry one of Principles of Newton's Natural Philosophy. Royal Institution 31 May 1889 г.
1015/20.

1889 То же = № 165.

167. The periodic Law of the chemical Elements. Faraday Lecture. J[ournal] chemical Society, 1889.
1015/21.

Это перевод n° 169.

168. The present position and prospects of the Caucasian petroleum industry Jour[nal] of the Society of chem[ical] Industry 31 Oct. 1889, v. VIII.
1015/22.

1889 Не верил и не верю истощению, а по-моему и писал—довольно ясно.

169. По поводу возобновления слухов о бакинском нефтяном истощении. Северный вестник, 1889.
1015/23.

1889 Это издание много переработано мною самим. С него сделаны были немецкий и английский переводы.

170. Основы химии, 5 издание, 1889.
1016/1.

1889 Это № 164 и 165, изданы отдельно с предисловием. См. № 266.

171. Два лондонских чтения. 1889. 1016/2.

Это переведено с 5-го издания, а издал Риккер в Петербурге.

172. Grundlagen der Chemie. 1891. Перевели Явейн и Тилло. 1017/1.

1875 Я бы не спешил давать публичный отчет, если б меня не торопили (см. № 110). Тут много дано, особенно со стороны приборов.

173. Об упругости газов, часть I, 1875. См. 180. 1018/1.

1889 В сентябре 1889 г. заехал по-товарищески к И. А. Вышнеградскому, тогда м[инист]ру финансов, чтобы поговорить по нефт[яным] делам, а он предложил мне заняться там[оженным] тарифом по химич[еским] продуктам и сделал меня членом Совета торг[овли] и мануфактур. Живо я принялся за дело, овладел им и напечатал этот доклад к рождеству. Этим докладом определилось многое в дальнейшем ходе, как всей моей жизни, так и в направлении обсуждений тарифа, потому что цельность плана была только тут. С. Ю. Витте сразу стал моим союз-

174. Связь частей общего таможенного тарифа. Ввоз товаров. Докладная записка ((для м[инист]ра финансов И. А. Вышнеградского) — не публикована, а для комиссии, рассматривавшей тариф). 1889. 1019/1.

ником, а за ним перешли и многие другие.

Обе статьи писаны по опыту, указанному мною. Объем пустот — это для моих соображений № 139.

174а. Колотов. Состав кира. 1887. Письменно. 1019/2а.

Он же. Пустота в массе проса и дроби. 1887. Письменно. 1019/2б.

1880 У меня на I курсе собиралось очень много слушателей, было душно и тесно. Поэтому возник вопрос об отдельном чтении химии математикам. Таково происхождение этой записки.

175. О преподавании химии на первом курсе. Доклад факультету СПб. университета. 12 Апр[еля] 1880 г. 1019/3.

1886 Записка эта — свое действие имела; предложение Рагозина — Нобеля не было принято; акциз был наложен уже Вышнеградским — на керосин.

176. Об акцизе на нефть. Записка, представленная (фев[раль] 1886) м[инист]ру финансов Бунге. 1019/4.

1886 Тогда (с Лелей и Н. А. Ярошенко) я был в Баку. Тут и подробности моих сообщений.

177. О нефтяном истощении. Письмо 22 мая 1886 г. Бакинские Известия. 1019/5.

1887 Записка, поданная мною министрам при обсуждении этого вопроса.

178. По вопросу о нефтепроводе и керосинопроводе. 15 Марта 1887. 1019/6.

1879 Тут была целая история — мне хотели запретить говорить об этом, но я все преодолел и говорил. Испр[авлял] док[лад] м[ой] Маков, попеч[итель] Волконский, м[инистр] н[ародного] пр[освещения] Толстой.

179. Заявление Съезду р[усских] Естествоиспытателей. О переселении и изучении для него. 1879. 1019/7.

1875 Прилагалось при № 173, когда посылал за границу.

180. Французское оглавление к моему сочинению № 173. 1875. 1019/8.

1886 Когда шел вопрос о нефтепроводе, ко мне обратились за разъяснениями. Сперва Посьет, потом Бунге и наконец в[еликий] к[нязь] Мих[аил] Николаевич. Эти мои ответы — нигде не публиковались, а они и сейчас не лишены интереса.

181. Письмо К. Н. Посьету в 1886 г. о нефтепроводе. Черновая рукопись. 1019/9.

1886

182. Осветительное масло русской и американской нефти. Черновая рукопись. 1886 г. 1019/10.

1887

183. Ответы на запросы Нобеля по отношению к нефтепроводу 1887 г. Черновая рукопись. 1019/11.

1889 Сущность этой бумаги та же, что № 138. Ходатайство Вышнеградским было уважено и деньги даны.

184. Потребности химической лаборатории. Представление декану Советову 1889 г. Рукопись, копия. 1019/12.

1876 Это после моей поездки в Америку, но раньше появления книги № 145. Тут я познакомился с Рагозиным и многими другими.

185. О нефти в Америке: Сообщ[ение] в технич[еском] обществе 1876 г. Корректура.
1019/13.

1887 Переходное это было для меня время: многое во мне изменялось; тогда я много читал о религиях, о сектах, по философии, экономических статей. Здесь кое-что выражено. Взял псевдоним по той причине, что тогда во мне еще слаба была уверенность в верности выбранного мною пути. А я теперь писал бы то же — прямо с моей фамилией; все сказанное, прочтя вновь, подписываю.

186. Об единице. Ноябрь 1877 г. В журнале „Свет", издававшемся тогда Н. П. Вагнером. Писана мною и подписана псевдонимом (что я сделал лишь раз в жизни) Д. Попов — от имени моей жены, А. И. Поповой.
1019/14.

187. Таблички, прилагавшиеся при моих высотомерах.
1019/15.

1880 Тогда ездил в Баку с Володей.

188. Корреспонденция из Баку от 1 июня 1880 г.
1019/16.

1880 Тут сказались все прежние и позднейшие мои мысли про нефть в Баку. Это очень занятный фельетон, и мне было интересно его прочесть самому теперь — чрез 19 лет.

189. Что делать с бакинскою нефтью? Фельетон газеты Голос, Сент[ябрь] 1880.
1019/17.

1880 Кое-что из писанного мною о нефти пришлось не по вкусу Нобелю и Лисенко, тогда у него работавшему.

190. По вопросу о бакинской нефти. Ответ г. Лисенко. Новое Время, 21 окт[ября] 1880 г.
1019/18.

1880 Полемика с Нобелем кончилась с появлением № 112.

191. Что делать с бакинской нефтью? Статья Л. Э. Нобеля и мой ему ответ в газете Голос 27 ок[тября] 1880 г.
1019/19.

1886 Совершенно забыл эту статью, но вижу в ней немало дельного и теперь.

192. По вопросу о нефтепроводе. Новое Время, 24 мар[та] 1886 г.
1019/20.

1889 Не знаю, кто писал статью. То, что сказано про меня, — довольно верно, а многое другое — путано.

193. Ротшильд и нефтепровод. Новое Время, 16 фев[раля] 1889 г.
1019/21.

193а. Из «Новое Время», 18 ок[тября] 1882. Статья Большое дело — про нефть, где и об моих речах.
1019/22.

1887 Совершенно забыл про эти свои чтения. Вообще у меня на мелкие события много забывчивости.

194. О нефти. Лекции в Кронштадте, читанные мною в 1887 г.
1019/23.

Кто-то многое скомкал.

194а. Нефтяная комиссия. Новое Время, 24 Дек[абря] 1886 г.
1019/24.

Говорить-то я говорил, но оттенок, очевидно, был иной.

194б. Налог на керосин. Новости, 18 дек[абря] 1887 г. 1019/25.

1880 Картина Куинджи меня глубоко заинтересовала, но писать я начал о ней только тогда, когда с разных сторон меня просили об этом.

195. Перед картиною А. И. Куинджи. 13 ноя[бря] 1880 г. Голос. 1019/26.

1880 Замстки не бесполезные в чисто биографическом смысле. Оттого и сохраняю.

196. О премии моего имени. Голос, 16 Ноя[бря] 1880. 1019/27.

197. Некрологическая заметка о А. А. Воскресенском. Голос. 23 Янв[аря] 1880 г. 1019/28.

197а. Статейка Нового Времени 18 мар[та] 1882 о моих и Кузьминского опытах над трением. 1019/29.

197б. Из газеты Новости 19 фев[раля] 1881 о моей прощальной лекции. 1019/30.

То же. Это попробовал воспроизвести 15 ав[густа] 1906 г. Кто писал, не знаю, я уехал потом в Италию к Анне Ивановне и там узнал про убийство императора. Мне же чутье говорило. Для биографии очень важно.

198. О донецком к[аменном] угле. Новое Время, 7 мая 1888 г. Мое сообщение. 1019/31.

198а. О сообщении Лоранского о том же. 20 Янв[аря] 1889 г. и мои заметки. Это тоже очень важно для суждения о моих взглядах. 1019/32.

Очень мне самому полезны.

198б. Выписка из моего послужного списка в 1880 г.
1019/33.

1889 Речь эту заставили меня писать товарищи — для съезда, а я в то время занимался тарифом (№ 174). Она подробнее и точнее в трудах съезда.
Для биографии.

199. Корректура речи о ценах, читанной 28 Дек[абря] 1889 г. на съезде. См. № 238.
1019/34.

200. Рукописный список моих первых работ.
1019/35.

1887 Сделал по жел[анию] И. А. Вышнеградского в 1887 г.

201. Рукописное сопоставление развития русс[кой] и америк[анской] нефтяной промышленности.
1019/36.

1887 Представил по желанию Островского нескольким министрам, когда шла речь об этом предмете.

202. По вопросу о нефтепроводе и керосинопроводе, Март 1887.
1020/1.

1888 Она же находится в собрании писем. Отправлена почтой государю императору. На нее было обращено нек[оторое] внимание.

203. Первейшая надобность русской промышленности. Письменная записка 1888 г. Июнь.
1020/2.

1890 Писано по желанию И. А. Вышнеградского вследствие диспутов в комиссии, разбиравшей

204. Добавление к докладной записке, относящейся к связи частей таможен-

программу тарифа (см. № 144). Здесь же развит и вопрос о курсе, что и было под конец принято Вышнеградским.

1891 Происхождение то же. Нужно было доказать в Государственном совете.

Меня призвали в Г[осударственный] совет, а потому прислали и корректуру.

1891 Представление это сделано в особую комиссию, где был Витте, Кази, Макаров и др. Она скоро прекратилась и только в 1898—1899 гг. возобновилась.

1890 Летом 1890 ездил с ними в Англию и Францию и узнал много чрез Абеля и Андерсона, Бертело и Фрейсине при Морен-гейме.

[200] 1891 Это И. А. Вышнеградский склонил меня итти в Артиллер[ийский] комитет. Я очень не хотел, да скоро и вышел — не милы мне все эти взрывные дела.

ного тарифа 1890 (144 № 1014/1). Не публиковано, п[отому] ч[то] в делах комиссии.
1020/3.

205. О таможенной пошлине на серу и серный колчедан. Март 1891.
1020/4.

205а. Делопроизводство в Государственном Совете по пересмотру тарифа в Апр[еле] — Мае 1891 г.
1020/5.

206. Мнение о способах для поощрения мореходства и судостроения России. Окт[ябрь] 1891.
1020/6.

207. О бездымном порохе. Доклад Чихачеву: Менделеева, Чельцова и Федотова 16 ок[тября] 1890. Секретная.
1020/7.

208. Об экономических условиях приготовления бездымного пороха. Докладная записка м[инист]ру военному Ванновскому. 1891. Секретная.
1020/8.

[ ] 1891 Все это я делал, так сказать, с неохотой, не лежала моя душа к этим Софиано, Каминским и т[ому] п[одобным] деятелям.

209. 2 = Соображения, касающиеся Главной артиллер[ийской] лаборатории взрывчатых веществ. 1891.
1020/9.

[ ] 1891 Мне следовало так писать.

210. 3 — О деятельности при пересмотре тарифа. Письмо в Новое Время 1891 г. 23 июня.
1020/10.

На эту-то статью — мой № 210.

210а. 4 = Статья Нового Времени о изменении тарифа, 21 Июня 1891.
1020/10а.

211а. 4 — Объявление о публич[ных] лекциях в Университете в пользу голодающих. Январь 1892 г.
1020/11а.

Поучительно сличить эти статьи между собою. Они явились одна за другою в той же газете.

211б. 4 — Статья 1 фев[раля] 1892 газеты Новое Время о моей лекции.
1020/11б.

211б″. 4 — То же от 2 фев[раля] 1892 г.
1020/11б″.

[ ] 1892 То, что хотел сперва написать, было резче, чем я привык и решил писать, а потому корректура изменена, смягчена.

211. 2 = По поводу лекции 24 января 1892 г. Корректура, мною затем немного измененная (№ 212).
1020/11в.

212. 2 = Та же статья, как она явилась в печати 5 фев[раля] 1892 г. в газете Новости.
1020/11г.

[ ] Сличи № 130 и № 174.
1892.

213. По поводу нового содового завода. Новое Время, Апр[ель] 1892.
2 = 1020/12.

[ ] Это мой лучший друг, товарищ и прекрасный мыслитель, которого очень уважал.
1892

214. К. Д. Краевич. Некролог. Новости 6 фев[раля] 1892.
3 — 1020/13.

214а. По случаю смерти Краевича. Новое Время, Окт[ябрь] 1892 г.
3 — 1020/13а.

[ ] Чтение передано довольно близко, но все же местами и дух и смысл искажены. См. № 1038/24.
1891

215. Чтение в Кронштадте о бездымном порохе. Март 1891 г.
2 = 1020/14.

[ ] И. А. Вышнеградский чрез С. Ю. Витте и В. И. Ковалевского просил меня вникнуть в это дело и сказать свое мнение. Для этого я получил данные, приведенные в 1-м столбце. Они очень интересны и новы сами по себе.
1891

216. Железнодорожные недочеты и способ их сокращения. Новое Время 26 окт[ября] 1891.
2 = 1020/15.

Ответ—поучителен для характера газетной полемики того времени.

216а. Ответ мне о желез[ных] дорогах в Нов[ом] Времени 27 Окт[ября] 1891.
4 — 1020/15а.

216б. Адрес Кекуле 20 фев[раля] 1890 г.
4 — 1020/15б.

1890 Считаю А. В. Пеля деятелем и умным и полезным, а потому вступился за него, когда напали.
Вышел даже я из Медицинского совета, когда тот напал на Пеля, — и не жалею, п[отому] ч[то] приобрел истинного друга.

217. Два письма к А. В. Пелю о спермине. Врач 1890 г. 1020/16.

217а. То же, что № 217, в Новом Времени 30 ноября 1890 г. 1020/16б.

1890 Отказавшись быть председателем, я охотно взялся быть редактором, чтобы явно показать свою симпатию к трудам, но не к почестям.

218. Предисловие к трудам VIII съезда 1890 г. 1020/17.

1889 Меня возмутили нападки очень грубого свойства на Ротшильда, и я решился защитить.

219. Мои замечания в собрании Общ[ества] Содейст[вия] п[ромышленности] и т[орговле] 1889 г., когда шла речь о нефти, Ротшильде и нефтепроводе. 1020/18.

1890 Мне хотелось сказать (того мало кто видел тогда), что это есть коллоидальное состоя[ние].

220. О растворимом серебре Кэри Ли. Русс[кое] ф[изико-] Х[имическое] Общ[ество], 1890, т. XXII, 1 февр[аля]. 1020/19.

Это устроил Чихачев, — главным образом руководясь моими советами. Меня назначили консультантом.

220а. Устав научно-тех[нической] лаборатории и учреждение консультанта. 1891, Июнь. 1020/20.

Писано Швецовым и очень трогательно и симпатично.

220б. Швецов [из Живописного Обозрения 3 Июня 1890 г. Обо мне при выходе из Университета. Портрет.
4
1020/25.

220в. Из Недели (14 ок[тября] 1890) о моем выходе из профессуры.
4
1020/стр. 26.

1861 Долго я не докторствовал по той причине, что не было мест, нужды и времени. Должен был зарабатывать хлеб, так как ничего не давали на жизнь. И работать было некогда. Поступив профессором Технол[огического] института — я получил на то возможность, и первую работу представил как диссертацию. Она сделана была в духе мыслей, давно меня проникавших. Не могу сказать, чтобы всем тем, что сделал тогда, я был и теперь доволен (см. № 148), но все же и ныне я не убежден в том, что сжатие не зависит от образования определ[енного] соединения. Если бы было много времени, стоило бы эту работу повторить при тех средствах, какие у меня имеются теперь (1899) в Главной палате мер и весов.

221. О соединении спирта с водою. Докторская моя диссертация 1865 г. См. № 73.
1
1021/1.

□ 1875 Эта статья показывает как мою научную смелость, так и мою уверенность в периодич[еском] законе. Все оправдалось. Это мне имя.

222. Remarques à propos de la découverte de gallium. Comptes rendus, 1875. 1021/2.

□ 1875 См. № 87.

223. Sur la température des couches élevés de l'atmosphère. Comptes rendus, 1875. 1021/3.

□ 1876 Эта статья, следующая и статья n° 110 более всего охватывают мои исследования 70-х годов об упругости газов.

224. Des écarts dans les lois relatives aux gaz. Comptes rendus, 1876. 1021/4.

□ 1876 Сравнить с № 92.

225. Du coefficient de dilatation de l'air sous la pression atmosphérique. Comptes rendus, 1876, par D. Mendéleeff et Kaiander. 1021/5.

225a. Salleron. Sur la nouvelle balance de M. Mendeleeff. Comptes rendus, 1875. 1021/6.

Сравни № 11.

225б. Über den Zusammenhang etc. 1898. То же, что № 1002/3. 1021/7.

□ 1860 Сравни № 18, 12 и др.

226. Sur la cohésion de quelques liquides organiques. Comptes rendus, T.L—52, 1860 и LI—97. 1021/8 и 9.

1868 Считаю эту свою работу, хотя она и без экспериментов, очень немаловажною по тому времени. Из нее ясны все почти варианты азотистых соединений элементов, ее состав ясен— синерод и синильная кис[лота].

227. О нитрилах. Первый съезд Русс[ких] Естествоиспытателей. СПб., 1868 г.
1021/10.

1869 Это сообщение считаю очень важным для истории периодической законности. Хотя мне потом многое стало яснее, но уд[ельные] объемы простых тел (но не элементов — это очевидно) тогда мне были явственны, а это было гораздо ранее Лотара — Мейера (см. № 40—49).

228. Об атомном объеме простых тел. Сообщено на II-м съезде русс[ких] Естеств[оиспытателей]. Москва, Авг[уст] 1869 г. (стр. 62).
1021/11.

1870 Меня очень часто вызывали для экспертизы в суды, вновь открывшиеся. Видя недостатки следствий, я считал полезным писать об этом.
То же № 99.

229. Об экспертизе в судебных делах. Судебный Вестник 29 Октября 1870 г.
1021/12.

229а. Заметки о преобразовании Гимназий. СПб. Вед[омости], 29 апр[еля] 1871 г. (к 1012/24).
1021/13.

1870 Кольбе написал и гадко, и лживо, а потому мы ответили ему.

230. St. Petersburger Zeitung. 9 ок[тября] 1870 г. Заявление Зинина, Бутлерова и Менделеева про Лавуазье.
1021/14.

1870 Работали многие (на деньги от и. В[ольного] э[кономического] общ[ества]) у меня в лаборатории. Дело делалось очень тщательно, и результаты очень поучительны.

231. Химические исследования почв и продуктов с опытных полей, произ[веденные] в хим[ической] Лаб[оратории] СПб. Университета. Сообщено на съезде 1869, напечатано 1870.
1021/15.

1872 Ср. № 64 (1011/25.). Свод и все исправления сделаны мною. Эти опыты ясно показывают, как много я тогда интересовался сельс[ким] хозяйством.

232. Отчет о сельскохоз[яйственных] опытах $18\frac{67}{69}$ гг. Свел Шмидт, мои выводы. 1872.
1021/16а и б.

1877 Лучший свод моих работ о газах. Меня просили сделать его для «Nature». См. № 110.

233. Researches on Mariotte's law. Nature. 1877. (22 Мар[та] и 5 Апр[еля].
1021/17 и 18.

1877 Переводила Лермонтова, поправлял слог Вюрц. Это — лучшее из моих изложений этого предмета.

234. L'origine du pétrole. Revue scientifique, 3 Ноя[бря] 1877 № 18.
1021/19.

1886 Мое мнение о нефтепроводе. Тут же мнения Вышнеградского, Петрова и м[ногих] других.

235. Комиссия о нефтепроводе. 1886 г.
1021/20.

235а. Материалы этой комиссии, где и мое мнение. 1886.
1021/21.

235б. Фотографии бакинских
4 фонтанов нефти 1886
и др.
1021/22,23.

Снимок делал Роско 4 сен[тября] 1887. Манчестер.

236. 2 портрета мои, снятые
4 в Манчестере. 1887, Сент[ябрь] 4.
1021/24.

Здесь заметки о моей жизни: 25а. Очень характерен конец: «Rien ne manque à sa gloire; il manquait à la notre», сказ[ано] про Мольера.

237. О периодическом зако-
4 не. Лондонское чтение
1889. Переведено на
франц[узский]. Moniteur scientifique — Ques[neville]. Août, 1889. Примечательно.
1021/25.

Эти две и предшествующая статьи очень характерны, признаться, я их до сих пор не читал и очень был удивлен, прочтя теперь. Но боже сохрани — обольщаться.

237а. The Chemist and Drug-
4 gist 1889, p. 786. Портрет и о периодич[еском] законе.
1021/26.

237б. Мой портрет, приложен-
4 ный к Nature в 1889 и моя биография, писана Thorpe. Июня 27 1889 Nature.
1021/27а, б.

1889 См. № 199.

238. Приемы естествознания
2 в изучении цен. Съезд
русс[ких] Естествоисп[ытателей] 1889 (см. № 199 и 1019/34).
1021/28.

239. Растворы. Из курса теоретич[еской] химии, читанного в $18\frac{73}{74}$ г. Д. М. в СПб. Университете (составлял, кажется, Крупский). 1875 (литограф[ировано]).
1022/1.

1874 Хотя моя надпись есть на листах, но я не читал их, а сделал надпись, п[отому] ч[то] она требовалась для цензурных формальностей.

См. № [87].

240. Ueber die Temperatur der höheren Luftschichten. Zeitschr[ift] f[ür] öster-r[eichischen] Gesel[lschaft] f[ür] Meteorologie. 1876. № 15, p. 228.
1022/2.

241. La loi périodique. Из Moniteur scientifique—Quesneville, Juil. 1879.
1022/3.

1879 Жил тогда в Ницце. Переводила Л. М. Жербина. Предисловие писал особо для Кеневилля.

242. Лекции земледельческой химии, читанные 1880/81 на высших женских курсах. Литография.
1022/4.

1881 Сам предложил прочесть такой курс (бесплатно), п[отому] ч[то] считаю делом для женщин важным и полезным. Знаю результаты.

243. По нефтяным делам. Из Вестника промышленности, издававшегося в Москве. 1885 г. Ст[атья] первая (керосин).
1022/5.
Статья 2 (загр[аничный] сбыт).
1022/6.

1885 Эти статьи содержат много такого, что я в других местах не писал. Особенно здесь резкие скачки в Δ и T, что никто ранее не видел, и Марковников только недавно подтвердил.

1885 Тут сказались некоторые из моих мыслей (особ[енно] о труде) в первый раз. Писал с удоволь[ствием], тем более, что Вольф платил хорошо.

244. Письма о заводах. Новь (изд[ание] Вольфа), 1885. 3 письма.
2
≡
1022/7, 8, 9.

1887 Читал опять, когда умер Бутлеров. Какова запись — не знаю, но хотел быть популярным.

245. Лекции теоретической химии на женских курсах 1886/87. Литогр[афировано].
1
≡
1022/10.

1884 Тут сказались мои мысли отчасти того же рода, как в № 224 и в моих последующих и предшествующих писаниях. И поныне частная инициатива слаба.

246. О возбуждении промышленного движения в России. Вестник промышленности, 1884, № 2,
2
≡
2 Та же статья в начальном виде с местами, вычеркнутыми цензурою.
1022/11а и б.

1884 Статья не кончена, п[отому] ч[то] журнал лопнул. № 148 (1887) в сущности есть та же тема, но более научного вида. Это задумано было очень хорошо.

247. Зависимость уд[ельного] веса растворов от состава и температуры. Издание жур[нала] Вестник промышленности 1884.
1
≡
1022/12.

1891 Перевод с 5-го издания. Этот перевод для меня был очень радостен. В Оксфорде и Кембридже стали много применять мою книгу.

248. The principles of chemistry. Перевели Kamensky and Greenway, издал Longmans, 1891, 2 тома. Green [a.] C°.
1
≡
1023 и 1024.

☐ 1892 Не хотели публиковать все труды Тариф[ной] комиссии, как я просил: так я свою издал — и очень рад. Но книга пошла.

249. Толковый тариф или исследов[ание] о разв[итии] промыш[ленности] России в связи с ее общим тамож[енным] тариф[ом] 1891 г. 1892. 1025/1.

☐ 1895 Это издание сильно переделано и напечатано в колич[естве] (с мая 1895 г. продается) 7500 экз[емпляров] (стоило около 6 т. р.); идет в год около 1250 экземпляров.

250. Основы химии, 6-е изд[ание]. 1895 г. 1026/1.

☐ 1897 Этот перевод сделан с 6-го издания. Он для меня тем важен, что показал полный расход 1-го издания (№ 248), а оно, говорят, было 5000 экз[эмпляров].

251. The principles of Chemistry. Перевели Каменский и Lawson. 1897, 2 тома. 1027 и 1028.

☐ 1895 Перевод с 5[-го] и 6[-го] изданий.

252. Principes de Chimie. Д. М. Т. I и II. Перевели Achkinasi et Carrion с пред[исловием] A. Gautier (1895). 1029 и 1030.

☐ 1863 Исправлений не очень много; издание «Обществ[енной] Пользы», получил за него на 1500 р. акций, которые

253. Органическая химия, 2-е издание 1863 г. 1031.

стали давать хоть что-нибудь только с средины 90-х годов.

См. № 159. Не помню, кто доставил мне эту фотографию и кто снимал. См. п° 302.

254. 4 — Фотография шара, на котор[ом] поднимался из Клина в 1887 г. 1032/1.

1890 Беглая заметка, не лишенная некотор[ого] интереса. См. № 264.

255. 1 — По поводу открытия азотисто-водород[ной] кисл[оты] N^3H. Ж[урнал] Р[усского] ф[изико-]х[имического] общ[ества], 1890. 1032/2.

1891 Очень меня интриговал этот вопрос. См. № 259.

256. 1 — Изменение плот[ности] воды при нагревании. Жур[нал] Р[усского] ф[изико-] х[имического] об[щества]. 1891. 1032/3.

1894 Не мог я ездить по вечерам в заседания — и отказался.

257. 3 — Отказ от председательства в Хим[ическом] Отд[еле] Р[усского] ф[изико-]х[имического] о[бщества], 1894. 1032/4а.

1897 Нашел формулу, обрабатывая «Основы технол[огии]» (см. 1033/3).

258. 1 — О теплоте горения углей и др[угого] топлива. Прот[околы] Р[усского] ф[изико-] х[имического] об[щества], 1897. 1032/4б.

1892 Перевод № 256.

259. 1 — The variation in the Density of Water with the Temperature. Phylos[ophical] Mag[azine], 1892, page 99. См. № 1032/3. 1032/5.

1895 Работа, сделанная для «Временника». См. 1033. См. п° 346.

1897 Перевод с русского. См. № 314.

1898 Извлечено с русского. См. № 300.

1888 Отчет, предст[авленный] м[инистру] госуд[арственных] имущ[еств[Островскому после поездки на Донец. Не публикован. 1-я и 2-я корректуры.

1890 См. № 255. Перевод на немецкий.

1891 Тут и штат Морской научно - техн[ической], лабор[атории]. Писан мною для Чихачева.

260. On the Weight ofa cubic Decimeter of Water at its Maximum Density. 1895. Proceed[ings] of R[oyal] Soc[iety].
1032/6.

261. Examen des rapports entreles mèsures russes et mètriques. Из Proceed. verbeaux d. B. Internation[ale]. 1897.
1032/7.

262. Exper[imental] investigations on the oscillations of Balance. Proceed[ings] of Roy[al] Society, 1898.
1032/8.

263. О мерах для разв[ития] донецкой каменноуголь]ной] промышленности. 1888.
1032/9.

264. Zur Entdeckung d. N^3H.. Berlin, Berich[te] XXIII,. p. 3464. 1890.
1032/10.

264а. Приказ о назначении консультантом Морск[ого М[инистерст]ва, 1891..
1032/11.

1895 Это дело меня занимало в 1890 г. Насилу упросил, чтобы дали возможность (право) напечатать хоть это. Целая история. См. 307.

265. 1 О пироколлодийном бездымном порохе. Помещ[ено] в Морском Сборнике. 1895. 1032/12.

1895 Повторение n° 171, 164 и 165, с добавлением в предисловии, что надо заметить.

266. 1 Два лондонских чтения. 2-е изд[ание], 1895. 1033/1.

1897 Писал по желанию и просьбе Тарханова для первой книжки нового журнала.

267. 1 Золото из серебра. Журнал журналов, 1897. 1033/2.

1897 Начал с большим интересом, делал больше при жизни в Канне (1896 г.). Тут много вложил своего. Доходу книга не дала.

268. 2 Основы фабр[ично-]завод[ской] промышлен[ности]. О топливе. 1897, вып. 1. 1033/3.

1894 Предисловие к Временнику и его ведение первое время совершенно лежало на мне.

269. 1 О весе литра воздуха. Временник Гл[авной] п[алаты], часть 1, стр. 57. 1894. 1033/4a.

1895 Издание Временника за это время поглощало весь остаток моего времени от занятий Палатою и в М[инистерст]ве фин[ансов].

270. 1 Вес опред[еленного] объема воды. Временник, часть 2-я, 1895, pag. 1. 1033/5a.

1895 То же.

271. Об измен[ении] уд[ельного] веса воды 0°—30. Там же, pag. 133. 1895. 1033/5б.

1896 Считаю все эти три статьи совершенно самостоятельными, предметы меня глубоко интересовали. См. 298.

272. Ход работ по возобн[овлению] прототипов. Там же, pag. 157. 1895. 1033/5в.

1896

273. О приемах точных взвешиваний. Временник Гл[авной] п[алаты], ч. 3, стр. 1. 1896. 1033/6а.

1895 Это то же, что в п° 273, отпечатано ранее, больше для priorité't'a и для работающих в Палате.

274. Выводы—о приемах взвешивания (особый оттиск). 1895. 1033/7.

1898 Предмет считаю оч[ень] важным и интересным. Помещ[ен] в 4[-й] ч[асти] «Временника» и труд[ах] съезда.

275. О колебании весов. Речь на съезде в Киеве 1898 г. 1033/8.

1893 Редакция труда лежала на мне, и я много и самостоят[ельно] работал для него.

276. Обзор фабрично-зав[одской пром[ышленности] и торговли России. Для Чикагской выстав[ки]. Издание М[инистерст]ва фин[ансов]. 1893. 1034/1.

1893 Там же моя статья о нефтяной промышленности.

277. Химическая промышленность, в том же издании.
1034/2.

1896 Эти заметки оч[ень] важны для моего отношения к метр[ической] системе.

278. О введении в России метрич[еской] системы. Съезд 1896 г. в Нижн[нем] Новг[ороде].
1034/3а.

1896 Участвовал на съезде только по особому настоянию Витте, котор[ый] очень желал, чтобы я не уклонился от диспута. Ходский много говорил, как хотел.

279. Диспуты того же съезда (1896) о сельскохоз[яйственных] машинах (см. стр. 213).
1034/4.

1897 Мною и вызвано это издание и редактировано. Оно очень интересно.

280. Обзоры экспертов выставки 1896 г. под моею редак[цией]. 1897.
1034/5.

1897 Мои мнения изложены во многих местах. Часть дела ведена мною. Многие мои предл[ожения] приняты и новы. О стиле шла речь, но отлож[ено].

281. Заседания ком[иссий] по мерам и весам. 1897 г. февр[аль].
1034/6.

1891 Ефрон меня приглашал быть редактором после смерти Андреевского, но я взялся только за технику и химию.

282. К статьям о фабр[ично-]заводск[ой] промышл[енности]. Энциклоп[едический] слов[арь] Ефрона, IV, 1891.
1034/7.

1891 Эту статью написал по желанию издателя и друзей. Я очень рад, что сделал это.

283. Вещество. Статья Энц[иклопедического] слов[аря]. 1891.
1034/8.

1892 В то время я уже вел пороховое дело в Военном и Морском м[инистерст]вах.

284. Взрывчатые вещества. 1892. Там же. Добавка к статье И. М. Чельцова (стр. 206).
1034/9.

1892 В то время я охотно писал в Энц[иклопедический] словарь, п[отому] ч[то] интересовался техникой.

285. Вино (виногр[адное]) как напиток (стр. 448). То же, том 6-й. 1892.
1034/[10а].

1892 Руднев взялся писать и отказался к сроку, я писал всего два вечера, спешно.

286. Винокурение. Энцикл[опедический] словарь, т. 6-й, 1892, стр. 466.
1034/10б.

1892 Статья неважная.

287. Вода. Там же (стр. 706).
1034/11.

1892 Статьи Энц[иклопедического] Словаря, писанные в 1892 мною самим. Потом я это дело (с 1894 г.) сдал Рубцову. Много есть и других.

288. Воды сточные (стр. 740).
1034/12.

1892

289. Волокна растений (стр. 69).
1034/12а.

1892

290. Воскресенский А. Аб. VII (стр. 243).
1034/13.

1897 Эту статью считаю очень содержательною.

291. Нефть. Там же, 1897, XX — 939.
1
1034/14.

1898 Писал для того, чтобы сказать об Ar, J и др.

292. Периодическая законность хим[ических] элементов. 1898. XXIII—211.
2
1034/15.

1893 Это (см. п° 276) издание переведено на английский и много читалось. Вообще оно оч[ень] интересно.

293. Фабрично-зав[одская] пром[ышленность] и торговля России для Чикаго (стр. 276, 277). 1893, стр. 299. Нефт[яная] пром[ышленность].
1
1035/1.

1899 Мне хотелось хоть этим сохранить надолго память о милом моем Володе. Многого о нем не досказал (как вывел из труд[ностей] Чихачева, спас «Память Азова» пред Тулоном, как работал для фотографии).

294. Проект поднятия уровня Азовского моря запрудою Керченс[кого] пролива, соч. Володи Менделеева, после его кончины издано (с моим предисловием). 1899 г.
3
1035/2.

1896 Переделал немного и это издание Ефрона не пошло, п[отому] ч[то] Д[епартамен]т издал свое новое изд[ание]. См. книгу п° [276]

295. Фабрично-завод[ская] пром[ышленность] и торговля России. 2-е изд[ание] (см. № 293). 1896 г.
2
1036/1.

1897 — Оба письма писаны по желанию С. Ю. Витте и моему с ним разговору. Оба письма, по словам Витте, приняты были государем хорошо и некотор[ое] действие произвели.

1898 —

296. Письмо к государю о покровительств[енной] системе. Июнь. 1897. То же 1050/6. 1037/1.

297. Такое же письмо, Ноябрь 1898, об иностранных капиталах. То же 1050/7. 1037/2.

1895 См. № 273. Теорему нашел в Боблове, обсуждая взвешивания и их расчет. Считаю ее немаловажною для квадратур. Редактировал Бертран. Он же и сообщил.

298. Sur un théorème de géométrie. Comptes rendus, 1895, 9 Sept[embre] p. 421. 1037/3.

— Как они сюда попали в переплет — не понимаю.

299. Таблицы отнош[ений] американских мер с метрическими. 1898. 1037/4.

1898 Много я тут работал и вложил души. Это — часть отчета о возобновл[ении] прототипов.

300. Опытное исследование колебания весов. 1898. 1037/5.

Кто-то мне доставил, см. 1047/19.

301. Речь Салисбюри в Оксфорде, где он говорил и обо мне (стр. 340). 1894. 1037/6.

См. п° 254.

302. Фотография, снятая при моем поднятии из Клина. 1887. 1037/7.

303. Sur la nouvelle balance
4 de Mendéleeff p[ar] Salleron. Comptes rendus, 1875.
1037/7а.

304. Knott. Рецензия об ан-
4 гл[ийском] переводе моих Основ химии. 1892. The Medical Press.
1037/7б.

305. Bischoff. То же о немец-
4 [ком] переводе. Rigasche Industrie Zeitung, 1891.
1037/7в.

306. Malfatti. То же. Oester-
4 reich[isches] Literaturblatt, 1893.
1037/7г.

См. n° 265.

307. Французск[ий] перевод
2 1896 г. 1-ой моей статьи (см. № 265) о бездымном порохе в Bullet[in] de Soc[iété] d'Encouragement (перев[од] Куинджи).
1037/8.

☐ 1893 Это составило исход всему делу 1893—1900 г. для Глав[ной] палаты мер и весов. Не публиковано.

308. Представление (1893 г.) о
2 необх[одимости] возобновления русс[ких] прототипов. Офиц[иальное].
1038/1.

309. Комиссия по пересмотру
2 законов мер и весов 1897 года. Состав.
1038/2.

Составлено в Д[епартаме]нт торговли и мануф[актур] Мурашкинцевым и Розенсоном. См. п° 309.

310. Материалы по устройству местных поверочных учреждений. 1897. 1038/3.

1897 Почти весь проект составлен лично мною.

311. Первоначальный проект законов о мерах [и] весах, составленный в 1897 г., февр[аль]. Отзывы газет и мелочные документы, сюда относящиеся. 1038/4.

1897 Писано все мною.

312. Заметки к проекту 1897. 1038/5.

313. Проект закона о мерах и весах, как выпущен комиссией. 1897. 1038/6.

1897 Считаю, что эта таблица (см. п° 261) внесла много стройного и нового. Все это я помещаю для того, чтобы показать те изменения и усовершенствования, каким подвергался проект закона о мерах и весах, пока не был утвержден.

314. Отношение русс[ких] мер к метричес[ким] и английским, состав[ленное] 1897. 1038/7.

315. То же, что № 313, немного исправленный в ноябре 1897 г. 1038/8.

316. Представление (затем отложенное до марта 1899 г.—по случаю недорода в нек[оторых] губерниях) в Госуд[арственный] Совет о мерах [и] весах, сделанное в Октябре 1898 г. 1038/9a.

317. Проект закона о том же.
4 1038/9б.

1 1898 Когда рассмотрение закона было отложено (оно было 24 апреля 1899 г.), тогда многое что переменено.

318. Мое представление о доходах и расходах мер и весов по проекту на 1899 г.
3 1038/9в.

1893 Мое представление морскому министру в 1893 г., весна.

319. О снабжении флота пироколл[одийным] порохом. Май 1893.
2 1038/10а.

1893 Такое же, но более важное и секретное.

320. О бездымном пироколлодийном порохе. Июнь, 1893. 1038/11.
2

Меня Витте назначил председателем и ком[иссия] собиралась у меня на Вас[ильевском] Остр[ове], 1 линия, д. 9, кв. 4.

321. Протоколы засед[ания] комиссии по виноградному вину. 1895—1896 гг.
2 1038/12.

322. Доклад этой комиссии и проект положений. 1896.
2 1038/13, 14.

1896 Это суть того, что было обсуждаемо и более или менее мною направляемо.

323. Мое мнение и соображения о виноград[ном] вине в России 1896 и особые мнения Минцлова и Фейка.
2 1038/15.

1893 Одно время это меня занимало, но я видел, что д[епартамен]т не хочет по существу — и бросил.

324. Письмо к Ковалевскому о необходимости промышленной энциклопедии. 1893 г.
2 1038/16.

1894 Начал сам. № 268.

325. Второе письмо о том же. 1038/17.

1892 Говорил экспромптом, хотя кое-что набросал. См. 1038/30. См. № 347.

326. Наброски речи, читанной мною в Общ[естве] для содей[ствия] русс[кой] пром[ышленности] и торговле в 1892 г. 1038/18.

1869 Это то же, что № 43 — по-русски.

327. Опыт системы элементов. 1869. 1038/19.

328. Реферат об уд[ельном] весе воды. 1891. 1038/20.

1894 Заставил меня читать Веселитский (Аргус) и Козалет — и я говорил.

329. О торговой политике России. Чтение в Англо-русс[ком] общ[естве]. 1894. 1038/21.

Это поучительно для указания времени.

330. Привет французским химикам от русских. 1893. 1038/22а.

331. Привет от англичан русским химикам. 1893. 1038/22б, в.

1893 Это было торжеством русс[кой] науки и оч[ень] поучительно.

332. 25-лет[ний] юбилей Русс[кого] химич[еского] общества 6 ноя[бря] 1893 г. 1038/23.

См. 215.

333. 2 = О бездымном порохе, чтение в Кронштадте. 1891.
1038/24.

Кажется из Beiblätter.

334. 4 О[тзыв] об Основах химии (нем[ецкий] перевод 1891).
1038/25.

1895 Очень было трогательно получить такое письмо.

335. 3 О пожертвовании d'Arcy на памятник Лавуазье. 1895.
1038/26.

1894 Мое [...] мнение о умершем государе требовало говорить и я писал поэтому.

336. 2 Подъем русс[кой] промышл[енности] в царствование Алекс[андра] III. Новое время, 26 Окт[ября] 1894 г.
1038/27.

—4 Франц[узское] извлечение из этого.
1038/28.

—4 О франц[узском] переводе Основ химии, отзыв.
1038/28a.

1895 Результатом комиссии был сбор всего 11½ тыс[яч] руб[лей]. Это поучительно и трогательно.

337. Памятник Лавуазье. 1895. 1038/29.

—1 Список жертвователей. [1038]/29a.

См. n° 326 и 347.

338. 4 Засед[ание] Общ[ества] для Содействия русс[кой] пром[ышленности] и торговле.
1038/30.

—4. О том же. Новости. 1038/31.

339. 4 Франц[узское] извлечение (Nature) моей ст[атьи] о бездым[ном] порохе. 1038/32.

Это меня тогда очень растрогало, я не знал, а на письмо отвечать не думал.

340. 4 О ваксе и чернилах. Новое Время, 1881 г. 1038/33.

340. 4 О метрической конференции 1895. 1038/33а.

—4. Об Основах химии во французск[ом] переводе 1897. 1038/33б.

341. 4 Предположение о лекциях (1880 г.) о сопротивлении среды. 1038/33в.

См. № 290.

342. 3 Воскресенский. Биография. 1892. Энц[иклопедический] Словарь. 1038/34.

1892 Пель очень просил, я и написал ему.

343. 2 Письмо к Пелю, редактору журн[ала] Медиц[инской] химии и фармации. 1892. 1038/35.

1896 Был на выставке, ее много ругали в газетах, а я видел иное, и многие меня про-

344. 2 Впечатление Нижегородской выставки. 1896. Новое Время. 1038/36.

сили — писал в Боблове. Произвела свое впечатление — многие говорили.

1897 Нападки на протекционизм — заставили меня писать. (См. п° 296).

См. № 260.

1889 Статья писана преимущественно по желанию и просьбе Монда.

1892 См. п° 326, 338.

345. 2 Оправдание протекционизма. Новое Время, 11 нояб[ря] 1897.
1038/37.

—1. Англ[ийская] статья о весе литра воды. 1895.
1038/38.

346. 2 О кавказ[ской] нефт[яной] промышленности в J[ournal] of chem[ical] Industry. 1889.
1038/39.

347. 2 Засед[ание] Общ[ества] для сод[ействия] русс[кой] промышленности и моя речь. 1892 (корр[ектура]).
1038/40.

348. 1 Предисловие к брошюре Котова об аэропланах. 1895. Не публиковано.
1038/41а.

Начало брошюры Котова.
1038/41б.

— 4 Мелкие известия франц[узской] прессы, биограф[ического] свойства.
1038/42а, б.

Чорт их знает, что пишут.

349. 4 В среде ученых. 1887. Новое Время. А—т (Петерсон?).
1038/42в.

Очень порядочный портрет для газетной статьи, притом английской.

—4. Портрет (р. 129) мой—в Science and Art, 1893 и биограф[ические] заметки.
1038/43.

Кончил это 14 мая 1899 г.

1872

350. 1 Основы химии, 2-ое издание 1872 г., часть 1-я.
1039.

1877

Каждое издание дополнялось и переделывалось, но более всего 5-е и 6-е.

351. 1 Основы химии, 2 изд[ание], часть 2-ая, 1873.
1040.

352. 1 Основы химии, 3 издание, 1877.
1041.

1881

353. 1 То же, издание 4-е, 1881.
1042.

1899

Это стоило мне много труда и неприятностей—после того. См. 395.

354. 2 Уральская желез[ная] промышленность в 1899 г. По отчетам о поездке. Редакт[ировал] Д. Менделеев. 1900. См. 1047/17.
1043.

1899

Это меня просили написать. Кое-что свое тоже сказалось.

355. 3 К переводу Истории химии Э. Мейера, мое предисловие. 1899 г.
1044/1.

[ ] 1899 Порт-р[ет]

Эта и след[ующие] статьи включены затем в особую брошюру (см. далее № 377). Потребность говорить о просвещении сред[нем] и высшем родилась из убеждения о том, что благодаря Д. А. Толстому оно стало явно упадать. См. 361.

356. 2 В пользу обучения. Газета Россия, май 1899 г.
1047/2,
1044/2.

—4. Портрет мой. Газ[ета] Россия, 1899.
1044/3.

—4. По вопросу о дипломах. Интервью. «Новое Время», 1901 г.
1044/4.

—4. Перепроизводство чугуна. Интервью. Петерб[ургская] газета, 1901. (Гейнце).
1044/5.

—4. Тарифная война. Там же и то же.
1044/6.

—4. Германские аграрные домогат[ельства]. То же.
1044/7.

—4. О провозе прототипов в Москву, в Русс[ких] Ведомостях, 1901.
1044/8.

—4. Газетное известие о посещении Глав[ной] палаты (2 Мар[та] 1901 г.) в[еликим] ки[язем] Мих[аилом] Ал[ександровичем].
1044/9.

—4. О новом здании Гл[авной] Пал[аты]. Петерб[ургский] лист[ок]. 1901.
1044/10.

—4. Палата мер и весов. Петерб[ургская] газ[ета], 1901.
1044/11.

—4. «Важное дело». О часах Гл[авной] Пал[аты]. 1901.
1044/12.

1898

1901

1898

1900

$190\frac{0}{1}$

Мелкие заметки, но все они очень характерны для моего настроения того времени.

357. 3 Письмо в «Новое Время» 1898 г. о смерти П. К. Ушкова.
1044/13.

358. 3 «Памяти хорошего человека». Россия, 1901 г. О смерти M-lle Flechmon.
1044/14.

359. 3 Известие о сжижении водорода. Нов[ое] Вр[емя], 1898.
1044/15.

360. 2 Вискоза на Парижской выставке. Газ[ета] Россия, 1900 г.
1044/16.

361. 2 По вопросам русс[кого] школьного образования. Газета Россия, 1900. Гимназии.
1044/17, 18, 19, 20, 21, 22.

Статьи эти, характеризующие время. Их забвение вызвало то, что произошло [в] 1904—1906 гг.

—4. Классическое суеверие. Ев. Марков. 1900 г.
1044/23.

—4. Вопль молодой души,. «Отец». 1899.
1044/24.

—4. Родители и дети. Лухманова 1901 г.
1044/25.

1899 Участие мое в «Ермаке» было немалое. Н. А. Смирнов ездил по моей просьбе для приемки «Ермака». См. 79. Чрез меня С. О. Макаров у Витте получил возможность сделать заказ.

362. Ледокол «Ермак». Нов[ое] Вр[емя], 1899 г. 3
1044/26.

—4. Относящиеся сюда телеграммы и статьи. О том же. Газеты.
1044/27—31.

—4. 1044/32—36.

≡4. Корреспонденция Сибирского Вестника, относящаяся к моему посещению Аремзянки в 1899 г.
1044/37, 38.

1899 Для меня очень памятная поездка в Тобольск.

—4. Жемчужина Русс[кой] промышленности. Статья (чья?). Нов[ое Врем[я]. 1900 г.
1044/39.

—4. Из Уфимских ведомостей. 1899.
1044/40.

Это все по поводу моей поездки на Урал. См. 1043 и 1044/77.

—4. Заключение м[инистерст]ва об Урале. Новости, 1899.
1044/41.

—4. Французская статья о том же. 1900.
1044/42.

—4. Истинные причины уральской красоты. Газ[ета] Россия. 1900. Проф. Алексеева.
1044/43.

—4. Об урал[ьской] промыш[ленности]. Петерб[ургская] газ[ета], 1900.
1044/44.

□ 1900 Календарный вопрос занимал меня сильно, но все же считаю его пустым и незначащим, □ 1899 хотя думаю, что в нем сказал свое слово ясно: «Новый стиль, как и старый, ошибочен». См. 390=1047/16.

—4. 2 статьи Бредихина «о Календаре». 1900.
1044/45, 46.

363. Календарное объединение. 1900 г. (газ[ета] Россия).
1044/47.

364. Заявление Менд[елеева] о стиле. 1899 г.
1044/48.

—4. Постановление и протоколы календарной комиссии. 1899 г.
1044/49—63.

О месте для могилы. И мне там. Вписал 6 авг[уста] 1906 г.

114. План кладбища, где схоронена матушка, сестра Лиза, дочь Маша, сын Володя; там желал бы и сам лечь. План делал сын Володя.
1044/64.

□ 1900 г.

365. Новый газ Лидова. 1900.
1044/65 и 67.

—4. О палатках мер и весов. 1901 год.
1044/66.

[ ] 1900 Статья писана много для сборника, изданного для Парижской всемир[ной] выставки. 1900 г.

366. Соврем[енное] состояние химич[еской] и нефтяной промышл[енности] в России. 1900.
1044/68.

[ ] 1897 Говорил по вызову Вл. Ив. Ковалевского и рад, что тогда же сказал о недост[атках] профессс[оров].

367. Засед[ание] о высшем технич[еском] образовании. 1897. Мое слово (случайное) о профессорах.
1044/69.

— Был послан Витте в Киев для присутствия на экз[аменах] Политех[никума].

—4. Из Киевской газеты 1903 г.
1044/70.

— Здание это негорючее построено лишь благодаря моим настояниям, когда я подал в отставку—после отказа Госуд[арственного] сов[ета], Витте доложил государю, и тот разрешил.

—4. Рисунок «Петербургской жизни» 1902 г. по случаю открытия второго дома Гл[авной] палаты.
1044/71—74.

Портрет.

Портрет мой, рис[овал] Кравченко. 1900.
1044/75.

1899 См. 1043. Здесь кое-что рельефнее.

368. О казенных горных заводах. Докл[адная] записка, подана Коковцеву. 1899 г. 1044/76.

1899 После смерти это и многое другое публиковать, думаю, не лишнее (№ 370, 371 и след[ующие] тоже).

369. О поездке на Урал. Доклад Витте. 1899. 1044/77.

—2. О преобразовании Депо мер и весов. Госуд[арственный] совет 1893 г. 1044/78.

1901 Записку эту после моей смерти, кажется, полезно было бы публиковать. В ней сказано много верного. Витте сочувствовал, но отправил меня к вел[икому] князю Алек[сею] Мих[айловичу], а тот не сочел нужным даже выслушать.

370. Докладная моя записка об исследовании Северного полярного океана. 1901 г., рукопись. 1044/79.

1891 Кажется это дубликат? Была комиссия, в ней Витте, Скальковский, Верховский и др., но дело не сделали.

371. Записка о способах поощр[ения] мореходства и судос[троения] в России. 1891. 1044/80.

1902

372. Записка о сельскохо[зяйственных] мелиорациях. Подана Витте. 1902 г. 1044/81.

— Соответственное требование земства. 1044/82.

1902 Эту записку считаю очень интересным публиковать!!! после моей смерти. Здесь о первом министре.

1900 Сперва сам хотел издавать Библ[иотеку] пром[ышленных] знаний (см. книгу 1033/3) 1897 г.,
1900 но дорого; потом хотело м[инистерст]во финансов, но побоялся запутаться с казной, а предложил Илья Абр[амович] Ефрон 1899 г. Я и согласился, начал сильно работать, но с 1901 г. он отказался, и дело, которое обещало хорошие результаты, прекратилось. Мое учение о промышленности очень ладно задумано. См. 1046/4 и 1050/5.

373. Записка о нуждах русс[кого] сель[ского] хозяйства. Подана Витте. 1902 г. Рукопись. 1900 г. 1044/83 и 1047/1.

374. Программа Промышл[енной] библиотеки. 1900 г. 1045/1 и 1047/1.

375. Учение о промышленности Д. М. 1900 г. 1045/2.

—3. Корзухин. Месторожд[ения] и разведка полезных ископ[аемых]. 1045/3.

—3. Митинский. Рудничная доставка, вентиляция и водоотлив. 1900. 1045/4.

—3. Петухов. Произв[одство] глиняных издел[ий]. 1900 г. 1045/5.

—3. Азотная к[ислота] и ее соли, 1900. 1045/6.

—3. Лидов. Техн[ология] волокнистых веществ: беление, крашение и ситцепечатание. 1045/7.

—3. Кнаббе. 1901. Литейное дело. 1045/8.

—3. Антипов. 1901. Металлург[ия] меди. 1046/1.

—3. Святловский. Фабр[ичная] гигиена. 1901. 1046/2.

—3. Кнаббе. Кузнечное дело. 1901. 1046/3.

1901 Тут многое из того, что развивал затем в «Заветных мыслях» 1903 г., и многое полнее, чем позже сделал. Надо это иметь в виду при новом издании «Завет[ных] мыслей», если оно будет. См. тоже 376 bis.

376. Менделеев. Учение о промышл[енности]. 1901. 1046/4 и 1047/1.

—3. Антипов. Металл[ургия] свинца и серебра. 1901. 1046/5.

—3. Кнаббе. Проволочное произв[одство]. 1901. 1046/6.

—3. Пресс. Лесопильное произв[одство]. 1901. 1046/7.

—3. Погрузов. Кустарная промышл[енность] России. 1901. 1046/8.

—3. Дебу. Парфюмерное произв[одство]. 1901. 1046/9.

—3. Лидов. Естеств[енные] органич[еские] краски. 1901. 1046/10.

376 bis. Учение о промышленности. 1900—1901, как 375 и 376.
1047/1.

[ ] 1901 Это всё мысли мои того времени — после издания 6-го химии перед 7-м.

377. Заметки о народ[ном] просвещ[ении] России, см. 356, 361. 1901 г.
2 =
1047/2.

[ ] 1900?

378. Химическая промышленность. Отчет для выставки 189? года. 1900?
2 =
1047/3.

[ ] 189? Ряд статей, в каждой из которых сказалось что-то мое собственное.

379—385. Статьи мои в Энцикло-пед[ическом] словаре Ефрона: Нефть, Периодическая законность химических элементов, Технология, Топка, Топливо, Трубы дымовые, Фунт.
2 =
1047
4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

[ ] 1899 Положение это писано и обдумано мною.

386. Положение о мерах и весах. 1899 г.
4 =
1047/11.

[ ] 1900

387. Химическая промышленность. 1900 г.
2 =
1047/12.

[ ] 1899 По просьбе Докучаева читал и печатал.

388. Мысли о сельском хозяйстве. 1899 г.
2 —
1047/13, 14.

389. О кипении прод[уктов] нефти. 1882 г.
2
—
1047/15а и б.

[ ] Письмо Ньюкомба очень
1900 важно.

390. Письмо Ньюкомба о длине года. 1900 г. См. 363, 364.
2
—
1047/16.

[ ]
1895

391. Основы химии, 6 изд[ание], 1895.
1
≡
1048.

[1903] Это 7-е изд[ание] особенно сильно переделано и дополнено. С него 3-е английское издание.

392. Основы химии, 7 издание. 1903.
1
≡
1049.

Это дубл[икат] Моя поездка по Уралу 1899 г., в Тобольск и заключительная статья.
2
—
См. 1043.
1047/17.

[ ] Председательствовал
1886 Кобеко и очень он глуп. Моя речь очень слабовата, был не в духе, сердился на Кобеко.

393. Общее собрание Торгово-промышленного
2
≡
съезда. 1896 г.
1047/18.

?—4. Bruhnes в La Quinzaine 1899. Статья (пустяшная) о Менделееве. см. 301.
1047/19.

394. Опытное исследование
1
≡
колебания весов, 1898.
См. 1037/5.
1050/1.

—$\frac{1}{2}$. То же, но французское. Перевод Ольги Ерастовны Озаровской. 1900.
1050/2.

1899

395. Письмо к Ковалевскому об Урале. См. 354=1043. Март 1899 г.
1050/3.

1899

396. Письмо к заводчикам Урала. Ав[густ] 1899 г.
1050/4.

1899 См. 1045.

397. К сотрудникам Пром[ышленной] библ[иотеки]. 1899.
1050/5.

1897

Оба первые и третье письма писаны и посланы по желанию С. Ю. Витте, который говорил, что он один не в силах убедить. Второе письмо государь пометил во многих местах и приказал напечатать и передать пек[оторым] членам Госуд[арственного сов[ета].

398. Письмо к государю о покровительственной системе. 1897 г. То же 1037/1.
1050/6.

1898

399. Письмо к государю об иностранных капиталах. 1898 г. То же 1037/2.
1050/7.

1901

400. Письмо к государю о промышленности вообще. 1901 г.
1050/8.

1900 Эту записку считаю оригинальной по разреш[ению] предмета.

401. Попытка понять китайские события. 1900 г.
1050/9.

1903

402. Письмо к С. Ю. Витте о поездке в Киевский политехникум на испытания. 1903 г. 1050/10.

1903

1902

Тут содержится много того, что после развивалось мною часто.

403. Письмо к С. Ю. Витте о необходимости развивать переделочную промышленность. 1903 г. 1050/11.

404. Письмо к В. И. Ковалевскому о том же. 1902. 1050/12.

1903

405. Письмо к Н. П. Петрову о русс[кой] желез[оделательной] промышленности. 1903 г. 1050/13.

1902 Статья эта писана дов[ольно] спешно, но попала в момент и была переведена и толковали всюду в последующие годы.

406. Попытка химич[еского] понимания мирового эфира. 1902. 1050/14.

—4. О моем избрании в Париж[скую] Академию. Jaubert в Revue générale de Chimie. 1899. 1050/15.

Каталог иного рода (по предм[етам] и годам) для всех моих сочинений помещен в 1051 — пред началом.*

---

* В томе 1051 никакого каталога иного рода нет, вероятно Д. И. Менделеев здесь имеет в виду «Список произведений», помещенный им в № 1019 (см. стр. 781—803 этого тома). [*Прим. ред.*].

Рукопись хранится в Музее им. Д. И. Менделеева при Ленинградском Государственном университете им. А. А. Жданова, кн. № 1019.

[СОДЕРЖАНИЕ ТОМОВ БИБЛИОТЕКИ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА, В КОТОРЫХ ИМ СОБРАНЫ НАПИСАННЫЕ И НАПЕЧАТАННЫЕ ИМ РАБОТЫ]

Число нумерованных ст[атей]	Томы	
8	1001	Изоморфизм и первые химические и др[угие] работы.
18	1002	Удельные объемы: Соотнош[ение] свойств с реакциями. О сцеплении и расширении.
2	1003	Органическая химия 1861. Париж[ская] выставка 1867 г.
3	1004	Технология по Вагнеру. Произ[водство] муки, сахара и спирта.
2	1005	Стеклянное и кожевенное производства. 1865.
3	1006	Маслобойное произв[одство]. Обраб[отка] животных веществ. 1868. Писчебумажное произв[одство]. 1869.
1	1007	Качественный анализ, по Жерару и Шанселю. 1864.
2	1008	Количественный анализ. То же, 1866.
1	1009	Основы химии. Часть 1. 1869.
	1010	Основы химии. Часть 2. 1871.
34	1011	О периодическом законе. Пульсирующий насос. Разные мелкие химич[еские и физ[ические] статьи. Сельскохоз[яйственные] опыты.
29	1012	Статьи о сжимаемости газов. Температура верхн[их] слоев атмосферы, о расширении возд[уха], ртути и разн[ые] др. Мои.

Число нумерованных ст[атей]	Томы	
36	1013	О период[ическом] законе. О нефти. Об прекр. опытов над упругостью. О заводских делах и разные хим[ические], технич[еские] и физические.
4	1014	Материалы для суждения о спиритизме, 1876. Нефтян[ая] промышл[енность] в С. Штатах и на Кавказе. 1877. О сопротивл[ении]. 1880.
23	1015	Исследование водных растворов по уд[ельному] весу, 1887. Бакинс[кое] нефт[яное] дело 1886 г. Полет из Клина 1887 и раз[ные] мелкие.
2	1016	Основы химии. 5 изд. 1889. Два Лонд[онских] чтения, 1889.
1	1017	Основы химии в нем[ецком] переводе, 1891.
1	1018	Об упругости газов. 1875.
36	1019	Связь частей там[оженного] тарифа. Разные по нефти. Разные мелкие. Каталог
Экон. 22		по предметам и годам.
22	1020	По вопросам тарифа, нефти, пороху и промышл[енности] вообще.
28	1021	О соед[инении] спирта с водою, 1865. О галлии. 1875. Разные мелкие.
12	1022	Записки (литогр.) теорет[ической] химии 1875 и 1886. О заводах и мелкие.
1	1023	Англ[ийский] перевод Основы химии. 1891. Том 1.
	1024	То же, том 2-й.
1	1025	Толковый тариф. 1891.
1	1026	Основы химии 6 изд. 1895.
1	1027	Англ[ийский] перевод Основ химии. 1897. Т. I.
	1028	То же, том II.
1	1029	Французский перевод Основ химии. 1895. Т. 1.
	1030	То же, том 2.
1	1031	Органическая химия. 1863. 2-е изд.
12	1032	Вес опр[еделенного] объема воды; ее расширение, пироколлодий и др.

Число нумерованных ст[атей]	Томы	
8	1033	О топливе. Золото из серебра. Взвешивания и др.
15	1034	Фабрики и заводы России для Чикаго, 1893. Комиссия мер и весов. 1897. Статьи Энц. Словаря.
2	1035	Фабр[ики] и заводы России для Чикаго. Володя об подн[ятии] уровня Азовского моря. 1899.
1	1036	Фабр[ично]-завод[ская] промышл[енность] России, 2-е изд.
8	1037	Письма к Государю 1897, 1898. Исслед[ование] колебания весов. Разные мелкие.
43	1038	Оффиц. о мерах и весах и о порохе. Памятник Лавуазье и разные мелкие.
	1039	Основы химии. 2-е изд. 1872 г. Часть 1-я.
1	1040	То же. Часть 2-я. 1873 г.
1	1041	Основы химии. 3-е изд. 1877.
1	1042	То же. 4-е изд. 1881.
1	1043	Уральская железная промышленность. 1899.
83	1044	Газетные статьи о стиле, промышл[енности] и пр. Записка об исслед[овании] Северного Океана. 1901.
8	1045	Промышленная Библиотека. 1900 г. 8 выпуск[ов].
10	1046	То же. 10 выпусков. 1901.
19	1047	Мысли о сельск[ом] хозяйстве и раз[ные] мелкие.
1	1048	Основы химии. 6 изд. 1895 г.
1	1049	То же. 7 изд. 1903.
15	1050	О колебании весов. 1898. О китайских делах. Письма к Витте, Петрову, Ковалевскому и др.[1]
7	1051	Заветные мысли 1904—1905. К познанию России, 2-е изд. Раз[ные] др[угие].
93	1052	Разные мелкие мои и обо мне, годы 1901—1906.
	1053	Основы химии, 8-е изд. 1906. Попытка о эфире.

[1] Подробный каталог томов 1001—1050, см. начало *1001.**

* Здесь Д. И. Менделеев ссылается на «Список сочинений», помещенный в начале 1001 тома. См. стр. 687—776 настоящего тома. [*Прим. ред.*].

Рукопись хранится в Музее им. Д. И. Менделеева при Ленинградском Государственном университете им. А. А. Жданова, кн. № 1019 (в конце книги).

СПИСОК ПРОИЗВЕДЕНИЙ

помещенных в книгах библиотеки Д. И. Менделеева под нумерами 1001—1100

Под знаками I, II и III перечислены произведения Д. И. Менделеева в хронологическом порядке по следующим предметам:

I. По чисто научным: химии, физике, минералогии, и другим физико-математическим наукам.

II. По прикладным наукам: сельскому хозяйству, технологии, педагогии и социологии (политической экономии, статистике, административным отношениям и т. п.).

III. Мелкие статьи и заметки, некрологи, личные воспоминания и т. п.

В конце под знаком:

IV. Книги, переведенные или вышедшие под редакц[ией] Д. И. Менделеева.

V. Перечислены произведения других авторов, сообщения корреспондентов, биографические заметки, портреты Д. И. Менделеева, статьи, относящиеся к предметам I, II и III и т. п.

Налево: год составления и публ. произведения с обозначением при годе: ≡ книга, = брошюра и — небольшая заметка.

Направо: Нумер книги и под ним (под чертою) нумер статьи в книге, если в ней несколько статей, и язык, на котором изложено произведение (если не по-русски).

Начат список в Авг. 1906 г. Е. А. Яцимирской и окончен Д. И. Менделеевым.

I. Д. И. Менделеев. Знания теоретические:

1854 —	Химич. анализ ортита из Финляндии	1001/1 (по нем.)
1855 —	Пироксен из Рускиаля	1001/2 (тоже)
1856 =	Изоморфизм (студенческая диссертация)	1001/3
1856 =	Удельные объемы (магистерская диссертация)	1002/2
1856 =	Положения (тезисы) к магистер[ской] диссертации	1002/1
$\frac{1858}{1-29}$ =	О соотношении свойств с составом	1002/3 и 1021/7 (по нем.)
1858 =	Эйпантолово-сернистая кислота	1002/8 (по нем.)
1859 =	То же (из Химич. Журнала Соколова и Энг.)	1002/9
1860 —	Химический конгресс в Карлсруэ	1002/15
1860 —	Частичное сцепление жидкостей	1002/5 (нем.)
1860 =	О расширении гомологических жидкостей	1002/6 (нем.)
1860 =	Роль сцепления при реагировании	1002/7 (нем.)
1860 =	Частичное сцепление нек. органич. жидкост[ей]	1002/4
1860 —	О молекулярном сцеплении	1002/10 (франц.)
	О том же в Париж. Академии	1021/8, 9 (франц.)
1861 =	О сцеплении и реагировании	1002/11
1861 =	О расширении и уд. весе перегретых жидкос[тей].	1002/12 (нем.)
1861 =	О расширении перегретых жидкостей	1002/13 (нем.)
1861 =	О расширении жидк. от нагрев. выше темп. кипен.	1002/14
1862 =	Оптическая сахарометрия	1011/21
$\frac{1862}{\text{Авг.2}}$ =	Опыт [теории] о пределе органических соединений	1002/16 (франц.)

1861 — Программа органической химии 1002/17

1861 Окт. ≡ Органическая химия[1] 1003/1

1865 ≡ О соединении спирта с водою (докторск. диссерт.) 1021/1

1865 — Тезисы к докторской диссертации 1011/33

1866 = О плотности паров и газов (в Аннал. Химии по Жерару) 1008/2

1868 — О нитрилах (сообщение на съезде Естествоиспыт.) 1021/10

1869 = Über d[ie] Verbindung d[es] Alkohol's mit Wasser 1011/10 (нем.)

1869 1 мар. ≡ Опыт системы элементов по их атомному весу 1011/3а, б bis 1038/19

1869 6 мар. — Соотношение свойств с атомн. весом элементов. 1011/2

1869 2 Окт. — Количес[тво] кислорода окислов и периодичность элементов 1011/1

1869 — Об атомном объеме элементов 1021/11

1869 1871 ≡ Основы химии в 2-х частях и 4-х выпусках[2] 1009, 1010

1870 = О тионовых кислотах (группа HSO^3) 1011/15

1870 = Замечания к исследованиям Эндриуса 1011/11 (нем.)

1870 = О законе теплоемкости и о сложности част[иц] угля 1011/14

1870 29 нояб. = Естественная система хим. элементов 1011/6

1870 29 нояб. = Положение церия в системе элементов 1011/4 (нем.)

1871 = К вопросу о системе элементов 1011/5 (нем.)

1871 = Периодическая законность хим. элементов 1011/7 (нем.)

1871 = О соединениях, содержащих группу NO^2 1011/16

1871 — Об уд. объеме хлористых соединений 1011/31

[1] 2-е издание той же Орг. Химии см. далее.

[2] 2-е изд. (1873 г.) 1039 и 1040; 3-е (1877) 1041; 4-е (1881) 1042; 5-е (1889) 1016; 6-ое (1895) 1026; 7-ое (1903) 1049; 8-ое (1906) 1053.

1871 —	О кристаллизационной воде	1011/31а
1871 =	Об увеличении средств хим. лабор. СПБ Универ-та	1011/20
1872 =	О сжимаемости газов. Ж. Русск. Ф. Х. Общества	1011/18
=	Та же статья в Артиллер. Журнале	1011/19
1872 =	Пульсирующий насос (с Кирпичевым и Шмидтом Г.)	1011/17
=	Та же статья в Liebig's Annalen	1011/13 (нем.)
1873 =	О применимости периодич. зак[она] к церит. металл[ам].	1011/8
=	Та же статья в Liebig's Annalen (подроб.)	1011/9 (нем.)
1873 —	Предвар[ит]. заметка о дифференциал. барометре	1012/13
1874 =	О сжимаемости разрежен. воздуха Предв. зам. с М. Л. Кирп[ичевым]	1012/1 (франц.)
1874 —	Об опытах Зильештрема над сжат. воздуха	1012/2
—	О том же в Berichte d. Deutsch[en] Ch[em]. Gesellsch[aft]	1012/3 (нем.)
1874 —	Общая формула для газов	1012/3а
1874 —	Ртутный насос без кранов и клапанов	1012/3б
1874 —	Определение глубин моря манометром	1012/3в
1874 —	Водородный и нефтяной термометры	1012/3г
1874 —	Метрическая система в термометрии	1012/3д
1874 —	Разрыв стекл. трубок давлением	1012/3е
1874 —	Опыт с машиною Грамма	1012/3ж
1875 =	О воздухе, в словаре Березина	1012/16
1875 ≡	Об упругости газов (часть первая и рисун. к 2-ой)	1018/1
	Оглавление к этому сочинению на франц. языке	1019/8 (франц.)
1875 =	Заметка об открытии Лекоком де Боабодраном галлия	1021/2 (франц.)
1875 ≡	О растворах. Литограф. записки лекций 1873/4 г.	1022/1
1875 —	Расширение ртути по опытам Реньо	1012/15
$\frac{1875}{4}$ нояб. =	Расширение воздуха при обык. давлении (с Каяндером)	1012/12

1875 — О температуре верхних слоев воздуха (см. далее) 1012/8
1875 — Криогидрат поваренной соли 1012/7а
1875 — Заметка на возражения Зильештрема 1012/7
1875 = Температура верхних слоев воздуха (Compt. Rend.) 1021/3 (фр.)
1876 — Температуры верхних слоев атмосферы 1012/9 (франц.)
— О том же 1012/10
— О том же 1012/11а
— О том же 1012/11б
- О том же, сообщение Австрийского метеор. ж. 1022/2 (нем.)
1876 = Об уклонениях от законов для газов 1021/4 (франц.)
1876 = Коэф. расширения воздуха при обык. давлении 1021/5 (франц.)
1876 — О сжимаемости газов с Гемилианом (немец. из лабор.) 1012/17 (нем.)
То же (ниже атмосферного давления) с Гемил[ианом] 1012/18 (франц.)
1876 — О сжимаемости воздуха при давл. выше атмосф. с Богусс[ким] 1012/25
1876 — Определение климата немногими постоян. велич. 1012/26
1876 = Предисловие к Метеорологии Мона 1012/29
1876 = О барометр. нивелировании и высотомере 1012/28
1877 = О происхождении нефти (L'origine du pétrole) 1021/19 (франц.)
1879 = Периодический закон (в Moniteur Scientifique) 1022/3 (франц.)
1879 = О сопротивлении жидкостей (сообщение) 1014/3
1880 = О сопротивлении жидкостей и воздухоплавании 1014/4
1877 = О мариоттовом законе в («Nature») 1021/17, 18 (англ.)
1880 — К истории периодического закона 1013/1 (нем.)
1880 — О дробной перегонке нефти 1013/2б
1881 — Изучение нефти на заводе В. И. Разозина 1013/4

1881 = Об опытах над упруг. газов в и. РТ Об. 1013/5
1881 — Надсерная кислота 1013/6
1882 — Исследование погонов бакинской нефти 1013/15а
1882 — Разноречие с Марковниковым о нефти 1013/15б
1882 = Заметки о «редких» металлах и пер[иодическом] зак[оне] 1013/16
1882 = Теплота горения углеводородов 1013/24
1883 — Пентан C^5H^{12} бакинской нефти 1013/17а
1883 — О дробной перегонке нефти 1013/21
1883 — Ответ Марковникову — о нефти 1013/23
1883 = О законе замещения 1013/17б
1884 — Отношение плотности раств[оров] к частичному весу 1013/25
1884 — О расширении жидкостей ($v = 1/1 + kt$) 1013/27
— О том же по английски и по немецки 1013/27б, в (англ., нем.)
1884 — Связь между расширен. жидкостей и их темпер. абсол. кип. 1013/28, 30б
1884 — Еще о расширении жидк. Ответ Авенариусу 1013/29а и б
1884 — Плотность нормальной серной кисл. 1013/30с
— То же на немецком 1013/33 (нем.)
1884 — О перегонке американской нефти 1013/30д
1884 — Сжатие при образовании растворов 1013/32
1884 — Необходимость нового здания для Хим. Лаб. СПБ Ун-а 1013/31
1884 = Уд. вес растворов (Вестник промышленности) 1022/12
1886/7 = Лекции теор. химии на Выс. Женских курсах (литогр.) 1022/10
1886 = Материалы для суждения о спиритизме 1014/1
1886 — О влиянии контакта на хим. реакции 1015/9
— О том же предмете в Berichte d. Ch. G. 1015/5 (нем.)
1886 = Химич. ассоциация серной к[ислоты] с водою 1015/3 (нем.)

1886 = Теплота, отделяющаяся при соединении серной к[исл.] с водою 1015/4 (нем.)
— О том же по русски 1015/6
1886 — О единстве вещества в связи с период. законом 1015/7
1887 = Исследов. водных растворов по уд. весу 1015/1
1887 — Гидраты серной кисл. по их уд. весу 1015/8
1887 = Об уд. весе гидратов серной кислоты 1015/11 (нем.)
1887 = О соединениях алькоголя с водою, судя по уд. весу 1015/10 (англ.)
1887 = Воздушный полет во время затмения 1015/12
1888 — Исследование Оханского метеорита 1015/14
1889 = Заметка о диссоциации в растворах 1015/16
1889 = Попытка применения к химии одного закона Ньютона 1015/18
= Та же статья в английском оригинале 1015/20
1889 = Периодический закон. Фарадеевское чтение 1015/19
= Та же статья в Английском Хим. журн. 1015/21 (англ.)
1889 = Два лондонских чтения 1016/2
1889 = Потребности хим. лаб. СПБ Унив-а 1019/12
1890 Фев. — О растворимом серебре Кэри Ли 1020/20
1890 — Два письма к А. В. Пелю: о спермине 1020/16а, б
1890 — По поводу открытия азотистовод. кисл. N^3H 1032/2
— Та же статья по немецки 1032/10
1890 — Изменение плотности воды при нагревании 1032/3
— Реферат об этой статье по немецки 1038/20
1891 = Вещество — Статья Энцикл. словаря Ефрона 1034/8
1892 = Изменение плотности воды с температурою 1032/5 (англ.)
1892 — О взрывчатых веществах (к статье Чельцова) 1034/9

1894 = Вес литра воздуха (Временник Глав. Палаты) 1033/4a
1895 = О весе определенного объема воды 1033/5a
1895 — Уд. вес воды от 0° до 30° 1033/5б
= О весе куб. дециметра воды (англ. статья) 1038/38 (англ.) 1032/6
1895 = К брошюре Котова об аэропланах 1038/41
1895 = О пироколлодийном бездымном порохе, Мор[ской] сбор[ник] 1032/12
1897 = Золото из серебра (об Эммепсе) 1033/2
1895 Сент. — Теорема геометрии (квадратура параболы) 1037/3 (франц.)
1895 = Ход работы по возобновлению прототипов 1033/5в
1895 — О приемах точных взвешиваний 1033/7
1896 = О том же предмете (подробнее) 1033/6a
1896 — О введении в России метрической сист. (Нижний) 1034/3a
1897 = Соотношение русских и метрических мер (Procès intern.) 1032/7 (франц.)
1897 = Отношение русск., метрич. и английских мер 1038/7
1897 = Нефть. Статья Энцикл. Словаря Ефрона 1034/14
1897 = О теплоте горения каменных углей и др. топлива 1032/4б
1898 — Сообщение в Royal Society: о колебании весов 1032/8 (англ.)
1898 = Речь на съезде: о колебании весов 1033/8
1898 = Опытное исследование колебания весов 1037/5 1050/1
= То же во французском переводе (О. Е. Озаровской) 1050/2 (фр[анц].)
1898 = Периодич. законность химич. элем. (Энц. Сл.) 1034/15 1047/5 bis
1899 22 нояб. = Засед. Календарной Комиссии; мое заявление о стиле 1044/48
1900 = Календарное объединение (газета Россия) 1044/47
1902 = Попытка хим. понимания мирового эфира 1050/14 1052/80 bis

1904 = То же на английском языке 1051/3 (англ.)
1905 = То же на языке эсперанто 1053/6 (эсп.)
1904 — Колебания при истечении 1051/4
1904 = Элементы хим[ические]. Статья Энц. Словаря 1052/8
1905 = Подготовка к опред. напряжения тяжести золотым маятником 1051/5

Вторые издания и нек. переводные

1863 ≡ Органическая химия, 2-ое изд. 1031
1872 ≡ Основы Химии, 2-ое издание 1039 и 1040
1877 ≡ » » 3-ье » 1041
1881 ≡ » » 4-ое » 1042
1889 ≡ » » 5-ое » 1016
1895 ≡ » » 6-ое » 1026
1903 ≡ » » 7-ое » (значительно дополнено) 1049
1906 ≡ Основы Химии, 8-е издание 1053/1
1891 ≡ Немецкий перевод «Основы Химии» 1017/1 (нем.)
1891 ≡ Английский перевод «Основы Химии» и 1023/1024 (англ.)
1897 ≡ То же, 2-ое изд. и 1027/1028 (англ.)
1905 ≡ То же, 3-ее издание и 1054/1055 (англ.)
1895 ≡ Французский перевод. Основы Химии 1 и 2 т. и 1029/1030 (франц.)
1895 = Два лондонских чтения, 2-е изд. 1033/1

В рубрике II: «Знания прикладные»

статьи Д. И. Менделеева расположены в 6-ти отделах:
Отдел 1-й Сельское хозяйство, виноделие и т. п.
» 2-й Нефть и каменный уголь
» 3-й Порох, особенно бездымный (см. I, 1895 г.)
» 4-й Меры и весы
» 5-й Образование, обучение, педагогика
» 6-й Общепромышленные, экономически-социальные, тарифные и специально-технические статьи, не вошедшие в предшествующие отделы.

Отдел 1-ый. Сельскохозяйственные статьи

1866 = Об организации сель[ско-]хозяйств. опытов при В. Эк. Об.	1011/22
1866 = Программа таких опытов	1011/23
1867 = Первый отчет об сел. хоз. опытах	1011/24
1869 = Об артельном сыроварении	1011/26
1869 — Беседа об этом	1011/27
1870 = Анализ почв с опытных полей	1011/28
1869 = Значение с. х. опытов (сообщ. на Московском съезде)	1011/32
1870 = Об обществе содействия с. х. труду	1011/29
1872 = Об опытах над действием удобрений	1011/25
1870 = Химич. исследов. почв и прод[уктов] с опытных полей	1021/15
1872 = Отчет об опытах 1867—1869 г.	1021/16а, б
1881 = Лекции земледел. химии, на В. Женск. Кур. Литогр.	1022/4
1892 = Вино виноградное. Из Энциклоп. Словаря	1034/10а
1892 = Винокурение. Там же	1034/10б
1896 = О сельскохозяйственных машинах Нижегор. съезд	1034/4

1896 = Протоколы Комм[иссии] о виноградном вине 1038/12
1896 = Доклад этой Комм. (писанный Д. М.) 1838/13, 14
1896 = Мнение Д. М. о виногр. вине в России 1038/15
1899 = Мысли о сельском хозяйстве 1047/13, 14
1902 = О сельскохозяйственных мелиорациях 1044/81 и 82
1902 = Поданный С. Ю. Витте отзыв (рукопись) о сел. хоз. надобн. 1044/83
1904 = О мелиорационных работах 1052/1
1904 = Отзыв о том же 1052/2

Отдел 2-ой. Нефть и каменный уголь

1876 = Нефт. дело в С. Штатах. Сообщение] Р. Т. Общ. 1019/13
1880 — О поездке в Баку (газ. Голос) 1019/16
1880 = Что делать с бакинской нефтью? 1019/17
1880 = Ответ К. И. Лисенко по нефти в Баку 1019/18
1880 = Ответ Нобелю о том же 1019/19
1880 — О поездке в Баку (сооб. Хим. Общ.) 1013/2а
1881 = Где строить нефтяные заводы? 1013/7
1877 = Нефтяное дело в Пенсильвании и на Кавказе 1014/2
1886 = О нефтепроводе (письмо в Новое Время) 1019/20
1886 = Осветит. масло русск. и америк. нефти (письменно) 1019/10
1886 = Письмо к Посьету о нефтепроводе, письменно 1019/9
1886 = Об акцизе на нефть. Докл. зап. Н. Х. Бунге 1019/4
1886 — О нефтяном истощении в Баку (Бак. Вед.) 1019/5
1886 — Замечания на расчеты Нобеля о нефтепр[оводе] 1013/35а 1014/11
1886 = О налоге на нефть. Общ. для сод. русск. промышл. 1013/36
1886 = Бакинское нефтяное дело в 1886 г. 1015/2
1885 = Комиссия о нефтепроводе 1885 г. 1013/34
1882 — О нефтяном истощении 1015/23

1887 = По вопросу о нефте- или керосинопроводе 1020/1, 1019/6
1887 = О нефти, лекция в Кронштадте 1019/23
1887 — Сопост. добычи нефти в С. Штатах и в России (письм.) 1019/36
1887 — Заметки к сообщ. Лоранского: о каменноуг. пром. Росс[ии] 1019/30
1889 — Соврем. сост. нефтяной промышл. России (по англ.) 1015/22, 1038/39 Англ. bis
1888 = О мерах для разв. произв. каменн. угля на Донце. Доклад М. Н. Островскому 1015/13, 1032/9 bis
1888 = Будущая сила, покоящаяся на берегах Донца 1015/15
1882 — Первый конкурс ламп для соляр. масла 1013/10
1883 — Второй конкурс ламп для соляр. масла 1013/12
1883 — О бакуоле 1013/18
1883 — О безопасном освещении 1013/19
1883 = О нефти и лампах в Технич. Общ. 1013/22
1889 = Замечания Д. М. о ходе нефтяных дел 1020/18
1886 = Комиссия о нефтепроводе 1021/20
= Разные к ней материалы 1021/21
1885 = По нефтяным делам. Вестник Промышленности 1022/5 и 6
1900 = Современное сост. химич. и нефтян. пром. России 1044/68
1897 = Нефть. Статья Д. М. в Энцикл. Словаре 1047/4

Отдел 3-ий. Порох, особенно бездымный

1890 = О бездымном порохе (Докл. зап. секретная) 1020/7
1891 = Экон. условия произв. безд. пороха (Докл. зап. Ванновскому) 1020/8
1891 = Сообр., касающиеся лаборатории для взрывч. веществ 1020/9
1891 = Чтение в Кронштадте о безд. порохе 1020/14, 1038/24 bis
1891 — Устав Научно-техн. лаборатории Морск. М-ва 1020/20, 1032/11 bis

1893 = О снабжении флота пироколл[од]. порохом 1038/10а
1893 = О пироколлодийном порохе (докл. Чихачеву) 1038/11
1895 = О пироколлодийном бездымном порохе с моей припиской 1906 г. (секретно) 1032/12, 13
1896 = Французский перевод этой статьи (Куинджи) 1037/8 (франц.)

Отдел 4-ый. Меры и весы

1897 = Журналы Комис[сии] по пересм. законов о мерах и в[ес.] 1034/6
1038/2
1897 = Проекты закона о мерах и вес. (состав. Д. М.) (см. 1038/3) 1038/8, 6
1893 = О необход. возобновления русских прототипов 1038/1
1897 = Заметки к проекту зак. о мерах и весах 1038/5
1898 = Представл. в Гос. Сов. о мерах и весах (окт. 1898) 1038/9
1893 = О преобразовании Депо мер и весов 1044/78
1903 = О необходимости преобразования местн. повер. учрежд. 1052/3
1902 = Сравнение русских метр. и английских мер 1051/7

См. статьи 1

1903 — Русский «фунт» Энцикл. словарь 1047/10
1899 = О доходах и расх. Гл. Палаты М. и весов, проект, на 1899 1038/9в
1897 — Разные мелкие о м[ерах] и в[есах] 1038/4, 4а, 9б

Отдел 5-ый. Педагогика, образование

1870 = О нар. образовании на Московск. Съезде 1011/30
1871 = О преобразовании гимназий (СПб Ведомости) 1012/24, 1021/13 bis
1876 = В защиту Антошки Homo novus 1012/22
1880 = О преподавании химии в физ.-мат. фак. СПБ У-та 1019/3

1899 = О народном школьн. образовании. Газета «Россия», 1899 и 1900 1044/2, 17—22
1901 = Заметки о народном просвещении России 1047/2
1807 — В заседании о высшем техническом образовании 1044/69
1903 — Письмо к Витте о Киевском Политехнич. Инст. 1050/10
1905 — К докладу об Училище Наставников 1052/55
1906 = Проект Училища Наставников 1053/2

Отдел 6-ой. Экономические, социальные, тарифные и разные технические

1862 = Алькоголометрия (в книге Произв. спирта) 1004/3
1864 = О составе стекла (в книге Стекл. произв.) 1005/1
1867 = С Парижск. выставки 1867 г. Химич. произв. 1003/2
1874 — Анциферовская железная руда 1012/5
1875 — О том же предмете, поездки 1012/6
1882 = Речь на съезде о развитии заводского дела в России 1013/9
1883 — Заметки о том же В. А. Кокореву в Собр. Сель[ских] Хоз[яев] 1013/20
1889 — О соде Любимова 1013/26
1889 = Связь частей общего таможенн. тарифа 1019/1
1879 = О переселении в России 1019/7
1877 — Об единице (псевдон. Д. Попов) 1019/14
1888 = Первейш. надобн. русск. Промышл. (Письмо Государю) 1020/2
1890 = Добавление к «Связь частей об[щего] тамож. тарифа» 1020/3
1891 = О пошлине на серу и серный колчедан 1020/4
1891 = Делопроизводство в Г. С. по тарифу 1020/5
1891 = О поощрении мореход. и судостр. в России 1020/16, 1044/80
1884 = О возбуждении промышл. развития России[1] 1022/11а и б
1885 = Письма о заводах (3 письма) («Новь») 1022/7, 8, 9

[1] 11б с тем, что вычеркнула цензура.

1890 = О экспертизе в суде 1021/12
1891 = Железнодорожные недочеты («Новое Время») 1020/15
1892 = По поводу лекции о промышленности 1020/11в, г
1892 = По поводу нового содового завода (Сольвей—Любимов) 1020/12
1889 = Приемы естествозн. в изучении цен 1021/28
(Съезд. естеств.) 1019/34 bis
1892 ≡ Толковый тариф 1025/1
1891 — К статьям о промышл. в Энцикл. Словаре 1034/7
= Статьи: вода, волокно и др. излож. Д. Менд[елеевым] 1034/11, 12 и др.
1893 ≡ Обзор русск. промышленности для выс. Чикаго 1035/1 bis
≡ То же, другое издание 1036/1
1036/2
1893 = Химич. промышленность России 1034/2 bis
1897 ≡ Обзор эксп. выставки 1896 в Нижнем Новгороде 1034/5
1897 ≡ Основы фаб. завод. промышленности. О топливе 1033/3
1897 VII = О покровит. русс[к]. пром-ти 1037/1
Письмо к государю 1050/6 bis
1898 XI = Об иностр. капит. в русск. промышл. 1037/2
То же 1050/7 bis
1901 24 июля = Еще о покровительств. политике
То же 1050/8
1892 — К Пело, как редактору жур. Фармации 1038/35
1892 — В засед. Общ. для Сод. Русск. Промышл. и Торговле 1038/40 и 18а, б
1894 — Подъем русск. промышл. в Царств. и. Александра III 1038/27
1894 = О торговой политике России. Читано в Англо-русск. общ. 1038/21
1893 = О необх. Промышленной библиотеки Письмо к В. И. Ковалевскому 1038/16
1894 = Второе письмо о том же к В. И. Ковалевскому 1038/17
1896 = Впечатление Нижегородской Выставки 1038/36

1897 —Оправдание протекционизма («Новое Время») 1038/37

1899/III = О казенных горных заводах. Докл. записка 1044/76

1899 = О поездке на Урал. Доклад С. Ю. Витте 1044/77

1899 — Письмо к В. И. Ковалевскому об Урале 1050/3

1900 = Уральская железная промышл. Отчет поездки 1899 г. 1043/1

1899 — Особые оттиски моих личных отчетов 1899 г. об Урале 1047/17

1900 = Вискоза на Парижск. выставке (газ. Россия) 1052/13 bis, 1044/16

1901 = Об исследов. Сев. Ледов. или Поляри. Океана. Рукоп. 1044/79

1900 = Программа Промышленной Библиотеки 1045/1

1901 : Учение о промышленности (в Пром. Библ., не кончено) 1047/1

То же в 1045/1 и 1046/4 bis

1893 = Химическая промышленность России 1047/3

1900 = Хим. и нефт. промышл. России 1047/12

1901 = Статьи в Энц. Словаре: Технол[огия], Топка, Топл[иво], Трубы 1047/6—9

1896 — В общем Собрании техн. съезда в Нижнем 1047/18

1900 — К письму Ньюкомба: о длине года см. 1044/47 и 48 1047/16

1900 = Попытка понять китайские события 1900 г. Письмо Витте 1050/9

1904 — Фабрики и заводы (не знаю моя-ли?) (газ. Русск. земля) 1052/24

1902 — Письмо к Н. П. Петрову о русск. железной промышл. 1050/13

1902 — Письмо к В. И. Ковалевскому о переделывающей пром[ышл.] 1050/12

1903 = Письмо к С. Ю. Витте о том же 1050/11

1903 = Заветные мысли (начало 1053/7) 1051/1

1906 = К познанию России. Издание 1-ое 1053/3 изд. 2-е 1051, 2[1]

[1] Список этот кончил 27 авг. 1906 г.

III. Д. И. Менделеев. Мелкие, случайные, рефераты:

1857 = Новости естественных наук. Ж. М-ва Нар. Просвещ. 1001/4
1856 = О книге Гофмана: Северный Урал 1001/5
1857 = Об орг. химии Штреккера 1001/6
1857 = О жидком стекле 1001/7
1858 = О бессемеровании и др. новостях металлургии 1001/8
1875 — О кончине М. Л. Кирпичева 1012/7
1876 — Об издании сборника русс. исслед.-й по естеств. наукам 1012/27
1880 — Премия Рагозина для соляровых ламп 1013/3
1880 — «Перед картиною Куинджи» (газ. Голос) 1019/26
1880 — По поводу кончины А. А. Воскресенского 1019/28
1881 — Предисловие к 4-му изд. Основы Химии 1013/8
1884 — По поводу кончины Ж. Дюма 1013/30а.
1887 — Список первых работ Д. И. Мен-ва (им составлен.) 1019/35
1870 — Заявление Зинина, Бутлерова и М-ва о Лавуазье — противу Кольбе 1021/14
1895 — Пожертвование американского мальчика на памятник Лавуазье 1038/26.
1895 — О пожертвов. на памятник Лавуазье и список 1038/29
1891 — О деятельности по пересмотру тарифа (газ. Новое Время). 1020/10
1892 — Биогр. А. А. Воскресенского (Энц. Слов.) 1038/34 и 1034/13
1890 — Предисловие к трудам VIII Съезда Естествоиспыт. 1020/17

1892 — Некрологическая заметка о К. Д. Краевиче 1020/13
1892 — О стипендии имени К. Д. Краевича 1020/13a
1894 — Отказ от председательства в Р. Хим. Общ-ве 1032/4a
1898 — О смерти П. К. Ушкова 1044/13
1898 — Известие о сжижении водорода Дьюаром 1044/15
1899 — Предисл. к книге сконч. сына В. Д. «Поднятие уровня Азовского моря запрудою Керченского пролива». 1035/2
1899 — Приветствие ледоколу «Ермак» 1044/26
1899 — Предисловие к переводу истории химии Э. Мейера 1044/1
1900 — Новый газ Лидова 1044/65 и 67
1899 — Письмо к уральским заводчикам 1050/4
1899 — К сотрудникам Промышленной Библиотеки 1050/5
1901 — Памяти хорошего человека M-lle Flechmon 1044/14 1052/15 bis
1904 — О закрытых учебных заведениях 1052/31
1904 — Спиритические узлы (И. Н. Ливчак) 1052/33
1904 — О дизентерии на войне (Л. И. Димко) 1052/34
1905 — Памяти А. Л. Потылицина 1052/49

IV. Книги, редактированные, дополненные и переведенные Д. И. Менделеевым

«Технология по Вагнеру»

1862	Производство муки и хлеба	1004/1
1862	Сахарное производство	1004/2
1864	Производство спирта	1004/3
1864	Стеклянное производство	1005/1
1867	Маслобойное произв[одство]	1006/1
1865	Кожевенное произв. *Скобликова*	1005/2
1868	Обработка животных продуктов, *Швецова*	1006/2
1869	Писчебумажное произв. *Белова*	1006/3
1864	Качественный анализ *Жерара* и *Шанселя*	1007/1
1860	Количественный анализ. *Они же*	1008/1
1876	Метеорология *Мона*	1012/29

Промышленная Библиотека ред. Д. Менд.

1900	*Корзухин:* месторожд. и разведка ископаем.	1045/3
1900	*Митинский:* Рудн. доставка, вентиляц. и водоотлив.	1045/4
1900	*Петухов:* Производство глиняных изделий	1045/5
1900	*Федотьев:* Азотная кисл. и ее соли	1045/6
1900	*Лидов.* Техн. волокн. вещ., белепие, ситцепеч[атание]	1045/7
1901	*Кнаббе:* Литейное дело	1045/8
1901	*Антипов:* Металлургия меди	1046/1
1901	*Святловский:* Фабричная гигиена	1046/2
1901	*Кнаббе:* Кузнечное дело	1046/3
1902	*Антипов:* Металлургия свинца и серебра	1046/5
1901	*Кнаббе:* Проволочное производство	1046/6
1901	*Дебу.* Эфирные масла	1046/6a
1901	*Пресс.* Лесопильное произв.	1046/7
1901	*Погрузов.* Кустарная промышлен.	1046/8
1901	*Дебу.* Парфюмерное производство	1046/9

V. Статьи, письма, книги и др. произведения, касающиеся Д. И. Менделеева и его портреты

1858 — А. Энгельгардт: о сернисто-этаноловой кислоте 1002/9a
1862 — Бейльштейн об Органической Х. Д. М-ва 1002/18 (нем).
1874 = Вюрц: атомическая теория 101/19a (франц.)
1875 — О высотомере 1012/14 1019/15
1875 = Саллерон. О весах системы Д. М-ва 1037/7a, bis 1021/6 (фр.)
1868 — Устав Р. Химич. Общества (сост. при б. участии Д. М.) 1011/34
1876 = Проект устр. Упи-в. Простакова (Градовский) 1012/19
1876 = Об университетах Homo novus Моск. Вед. 1012/20
1876 = Об этой статье газ. «Голос» (Д. М. см. 1012/22) 1012/21
1876 — Петрушевский ответил Homo novus 1012/23
1880 — Из послужн. списка Д. М-ва 1019/33
1880 — О премии имени Д. И. Менделеева 1019/27
1881 — Прощальная лекция Д. М-ва (газ. Новости) 1019/30
1882 = Андреев: исследов. ламп для соляров. масл. 1013/11
1882 — О предп. лекции по молекулярной механике 1013/14
1882 — Большое дело (нефтяное) 1019/22
1882 — Об опытах над трением. (Новое Время) 1019/29
1886 — Комиссия о нефтепроводе (Нов. Вр.) 1019/24
1887 — Колотов: Письмо о кире и пустотах при уклад. зерна 1019/2a, б
1887 — Налог на керосин («Новости») 1019/25

1880 — Предисл. о лекциях о сопротивлении воды	1038/3в
1881 — О ваксе и чернилах (Новое Время) = Петерсон	1038/33
1887 — В среде ученых («Ат» и Новое Время)	1038/42в
1889 = О период. законе. Перевод с английск. на французский	1021/25 (фр.)
1889 = О период. законе The Chemist and Druggist	1021/26 (англ.)
1889 = Thorpe. Биография Д.М-ва («Nature»)	1021/27
1889 — Программа о чтениях (Д. М-ва) в Royal Institution	1015/17 (англ.)
1889 — Ротшильд и нефтепровод (Нов. Вр.)	1019/21
1888 — О Донецком кам. угле	1019/31
1891 — Об изменении тамож. тарифа (Нов. Вр.)	1020/10а
1890 — Адрес Кекуле (сост. Д. М-в)	1020/15б
1890 = Швецов: о Д. М-ве при выходе из Ун-та (Жив. Обоз.)	1020/25
1890 = «Неделя» о том же	1020/26
1891 — О железных дорогах (возраж. Д. М-ву)	1020/15а
1892 — Объяв. о публ. лекциях в пользу голодающих	1020/11а
1892 — «Новости» и «Новое Вр[емя]» о моей публ. лекции (мои возраж. 1020/11в)	1020/11б
1891 — О назначении консультантом М-ра Морск.	1032/11
1894 = Оксфордская речь Салисбюри (в ней о Д. М-ве)	1037/6
1893 — Рецензии о переводах Основ химии Д. М-ва	1037/7б, в, г (англ., нем.)
1897 — Материалы для устройства местных повер. учреждений	1038/3
1898 — Отношение американских мер к английск.	1037/4
1893 — Взаимные приветы русск., франц. и англ. химиков	1038/22а, б, в
1893 — Юбилей (25 л.) русского Химич. Общества	1038/23а, б
1891 — Отзывы о немец. переводе Основы Химии	1038/25 (нем.)

1894 — Эконом. политика Алекс. III	1038/28 (фр.)
1899 — О француз. переводе Основы Химии	1038/28а, 33б(франц.)
1892 — Заседания Общ. для Содействия русской промышл. и торговле	1038/30, 31
1895 — Французское сообщение о бездымном порохе Д. М-ва	1038/32 (фр.)
1895 — О метрической конференции	1038/33а (фр.)
1895 — Мелкие франц. статьи о Д. М-ве	1038/42а, б (фр.)
1899 — О избрании Д. М-ва в Парижской Академии	1050/15 (франц.)
1899 — «Вопль молодой души» (о гимназиях)	1044/24
1899 — Телеграммы и проч., относящиеся к «Ермаку»	1044/27—31
1899 — Сибирский Вестник о Д. М-ве в Тобольске	1044/37, 38
1904 — Капустина-Губкина: Детство Д. М-ва	1052/21
1899 — О заключ. Д. М-ва по поездке на Урал	1044/39—41
1899 = Протоколы календарной Комиссии	1044/49—63
1898 — План кладбища, где Марья Дмитр. Мендел[еева]	1044/64
1899 — Положение о мерах и весах	1047/11
1899 = Bruhnes: Дмитрий Менделеев (Quinzaine)	1047/19 (франц.)
1901 — Газетные интервью: о дипломах, перепроизв. чугуна, германских хлебн. пошлинах и тамож. войне	1044/4—7
1901 — Посещ. Гл. Палаты, в. к. Михаилом Александр.	1044/9
1901 — Перевозка прототипов в Москву	1044/8
1901 — О новом здании Гл. Палаты, газеты	1044/10—12 71—74
1901 — Об нашем гимназ. образовании (Марков, Лухманова)	1044/23, 25
1900 — Об Уральской поездке Д. М-ва (разные)	1044/42—44
1900 — Бредихин—о календарном счислении	1044/45, 46
1901 — О палатках мер и весов (газ.)	1044/66 1052/9, 10
1903 — Интервью в Киеве	1044/70
1904 = В Гос. Совете о преобразовании повероч. дела	1052/4—7

1902	— Торговля и образование (интервью)	1052/11
1903	— Газеты и журн. об «Основы Химии»	1052/16, 26, 43, 44, 45
1901	— The Eternal News	1052/18 (англ.)
1904	— О статье Д. М-ва об эфире	1052/19
1904	— Газетные статьи по поводу 50-тилетн. юбил. Д. М. (во многих биографич. подробности о Д. М-ве)	1052/20, 23, 28, 30, 40, 41, 52, 54, 58, 78, 79
1903	— Пиччини: о редких металлах	1052/22 (итал.)
1904	— О предполагавшейся поездке в С. Люис (газеты и письма)	1052/25, 72—74
1895	— Начало брошюры Котова: аэропланы	1038/41а
1905	— О предпол. опытах с золотым маятником	1052/27
1904	— Меньшиков: Л. Н. Толстой, Д. И. Менделеев и В. В. Верещагин	1052/29
1904	— Интервью о войне с Японией	1052/32, 71
1905	= Bourdon: интервью с Д. М-м в Figaro	1052/46, 47 (фр.)
1905	— О проекте Училища Наставников	1052/42, 61, 63
1905	— О присуждении Д. М-ву медали Коплея	1052/48, 50 (англ.)
1905	— Интервью по Университет. делам	1052/51, 53, 66, 67, 81
1905	— » » » по вопросу о смертной казни	1052/52
1902	— Музык. гаммы и химические элементы	1052/76, 77
1904	— Недымов: о понимании мир. эфира	1053/5
1906	— Смута в Обществе и взрывы	1052/64, 68, 75
1906	— Американцы о России	1052/69
1906	— Убийство им-ра Павла (статья эта попала сюда случайно, ибо на обороте)	1052/57
1906	— Из «Wer ist's*» о Д. М-ве	1052/17
1906	— Младенцев: учреждение Гл. Палаты м. и в.	1051/6
1906	= Суворин: о книге Д. М-ва «К Познанию России»	1052/56
1906	— Разные газеты о том же	1052/59, 60, 62, 65, 70, 82.
	Фотографии, гравюры, портреты	1032/1
1887	— Фотогр. шара, на кот. Д. М. летел из Клина	1037/7

* Лейпцигская газета. [*Прим. ред.*].

1886 — Фотогр. Бакинского фонтана нефти 1021/22, 23
1887 — Фотогр. портреты Д. М-ва в Манчестере 1021/24
1889 — Гравир. портрет Д. М-ва из «Nature» 1021/27
1890 — Фотогр. с бюста Д. М-ва раб. Гинцбурга 1001/с начала
1899 — Портреты Д. М-ва в газ. «Россия» 1052/14, 28
1893 — Портреты Д. М-ва в Science and Art и биограф. 1038'43 (англ.)
1899 — Портреты в газ. «Россия» 1044/3
1899 — Рисунки, относящ. к ледоколу «Ермак» 1044/27—31
1902 — Рис. («Петерб. жизнь») по случаю освящ. здания в Гл. Пал. 1044/71—74
1900 — Портрет Д. М-ва Кравченко (газ. «Россия») 1044/75
1903 — Портр. и биограф. Д. М-ва 1052/78
1905 — То же «Физик-любитель» 1053/8
1904 — То же из др. журн. 1018/2
1903 — С картины Репина и Малявина 1018/3 и 4
1905 — Портреты Д. М-ва в «Новом Времени» 1018/5, 7, 10
1904 — То же 1018/6
1906 — Разные портр. и снимки Д. М-ва «Н. Вр.» 1018/8
1904 — Портр. и из биографии Д. М-ва (газ. «Русь») 1018/9
1904 — То же («Сибир. Жизнь») 1018/10

Досюда закончено 29 ав[густа] 1906 года.

Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Академии Наук СССР

*

Редактор издательства *Ю. А. Эшман*
Технический редактор *Д. М. Крол*
Корректоры *Н. А. Малевич*,
А. В. Сорокина и *И. И. Удимов*

*

РИСО АН СССР № 4811. Подписано к печати 16/IV 1952 г. М-28710. Бумага $60 \times 92/_{16}$. Бум. л. $25^1/_8$. Печ. л. $50^1/_4$. Уч.-изд. л. 43. + 1 вклейка (0.04 уч. л.). **Тираж 3000 экз.** Зак. № 187. Номинал по прейскуранту 1952 г. 31 р. 85 к.

1-я Тип. Изд-ва Академии Наук СССР
Ленинград, В. О., 9-я линия, д. 12

ИСПРАВЛЕНИЯ И ОПЕЧАТКИ

Страница	*Строка*	*Напечатано*	*Должно быть*
93	1 снизу	NiAs	Ni^2As
103	11 »	$\left.\begin{matrix}CO\\(NH^4)^2\end{matrix}\right\}O$	$\left.\begin{matrix}CO\\(NH^4)^2\end{matrix}\right\}O^2$
156	16 сверху	или замещением или	или замещением, если
192	19 снизу	$n\ddot{R}\ddot{S}i$	$n\ddot{R}\ddot{S}i$
301	10 сверху	CH^3NH^2Cl	CH^2NH^2Cl
448	5 »	*(1983 г.)*	*(1893 г.)*
528	3 снизу	в сажени	в 3 сажени
724	Левая часть, 14 сверху	□ 1877	□ 1879
725	Левая часть, 19 »	□ 1888	□ 1886
733	Левая часть, 8 »	□ 1887	□ 1877
747	Левая часть, 14 »	№ 224	№ 244
	Правая часть		
750	9—10 сверху	Proceed. verbeaux	Procès — Verbaux