АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ

СОЧИНЕНИЯ

XV

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
Ленинград — Москва
1949

D Mendelssohn

РЕДКОЛЛЕГИЯ:

Академики: В. Г. Хлопин (председатель), С. И. Вольфкович, И. В. Гребенщиков, В. С. Немчинов

Члены-корреспонденты АН СССР: Т. П. Кравец, А. А. Максимов, С. Э. Фриш. Канд. хим. наук Е. Д. Еолова (ученый секретарь)

Редактор тома: профессор В. Я. Курбатов

«ЗНАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ», МЕЛКИЕ ЗАМЕТКИ

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

От редакции 9
Химический анализ ортита из Финляндии 17
Пироксен из Рускиалы в Финляндии 21
Новости естественных наук за 1857 г. (I) 25
Причина сфероидального состояния жидкостей (25). — Изменение температуры плавления чрез изменение давления (28). — Лампа и горн г-на Сен-Клер Девилля (28). — Теплоемкость некоторых тел (30). — Согласование температуры кипения и состава (31). — Опыты с фосфорическими телами (32). — Видоизменения серы (33). — Кремний, или силиций (33). — Фабрикация алюминия, или глиния (34). — Водная окись железа, измененная от нагревания (37). — Отношение между окисью углерода и муравьиною кислотою (39). — Состав хлопчатобумажного пороха, или пироксилина (40). — Мускульное дыхание во время сокращения (41). — Температура сокращающихся мускулов (42). — Гальванический ток в сокращающихся мускулах (43). — Работа мускулов (43). — Влияние азотнокислых солей на растения (44). — Вода кипящего озера в Новой Зеландии (45).
Новости естественных наук за 1857 г. (II) 46
Разложение воды слабым током и электрическою машиною (46). — Отношение между ветрами и дождями в России (47). — Искусственный алмазовидный бор (50). — Кристаллы селена, иода и фосфора (53). — Образование азотной кислоты из воздуха (54). — Растворимость стекла в воде и кислотах (54). — Соединения стильбоэфиля (54). — Обмыливание жиров (55). — Действие хлористого и бромистого фосфора на глицерин (55). — Горькоминдальное масло (58). — Откуда берется азот в растениях (59). — Корневидка (60). — Растительность полуострова Крыма (60). — Теплота живого тела (65). — Эмбриологический атлас Косты (68). — Европейские лягушки (70). — Насекомое без нервов (70). — Симпатический нерв пиявки (71). — Горные породы Финляндии (72). Геогностический обзор южной части Рязанской губернии (73). Водоросль в силурийском известняке (74). — Легкие колебания земли в Ницце, наблюденные маятником (75).
Новости естественных наук за 1857 г. (III) 76
Электрический свет (76). — Озон и кислород в момент его отделения (77). — Фтористые соединения (79). — Сплавы глиния (80). — Водный кремнезем и опалы (81). — Двойные соли хлористого кадмия (82). — Тройные синеродистые соли (83). — Ванадовая свинцовая руда (84). — Некоторые углекислые соединения (86). — Образование углеродистых водородов

Стр.

(86). — Новое красильное вещество (87). — Четырехсерномефилевая кислота (88). — Получение некоторых органических соединений (88). — О количестве теплоты, необходимой для растений (89). — Причина фосфоричности гриба, растущего на маслине (91). — Исследование низших водорослей (94). — Растительность по реке Амуру (98). — Сернистосинеродистый калий в слюне (101). — Присутствие сахара в вене, идущей к печени (102). — Поглощение твердых частиц кишечной кожицей (103). — Величина кровяных крупинок некоторых холоднокровных животных (103). — Влияние света на количество углекислоты, производимой посредством дыхания животных (103). — Эмбриологическое замечание (104). — Саранча (105). — Эфир как вещество, противодействующее хлороформу (108). — Ископаемая обезьяна в Европе (109). — Исследования К. М. Бэра о Каспийском море (109). — Девонская и другие формации в средней России (115). — Поиски золота в северной Финляндии (124). — Берега реки Волхова (125). — Геогностические исследования окрестностей Байкала (125). — Реки Полтавской губернии (127).

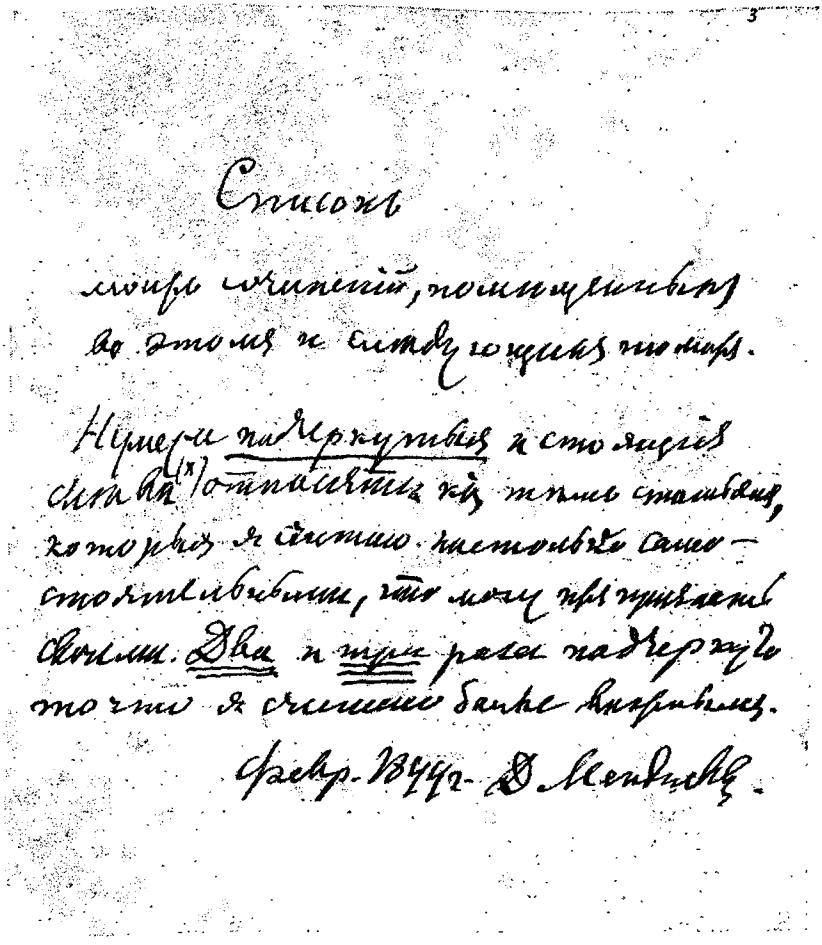
«Северный Урал» Гофмана 128
Краткий учебник органической химии Штреккера 149
Химический конгресс в Карлсруэ 165
Сахарометрия 175
Алкоолометрия 230
Отзыв о диссертации г-на Ильенкова «Исследование о возможности употребить молочную кислоту для извлечения углекислой извести из костяного угля» 289
Отзыв о диссертации г-на Семенова «Исследование о способах образования многоатомных спиртов» 290
Отзыв о диссертации г-на Яцуковича «Об амидах кислот гликолевого порядка» 292
Предисловие к учебнику химии Роско 293
Отзыв о книге В. Ю. Рихтера «Руководство к органической химии». 294
А. М. Бутлеров. Представление в Совет С. Петербургского университета 295
Выписка из протокола общего собрания Русского физико-химического общества для чествования памяти А. М. Бутлерова . . . 298
О теплоемкости сложных и простых тел 300
Предисловие к «Металлургии» Штельцеля 301
Об основности сероводорода 302
О тионовых кислотах (краткое сообщение) 303
Выписки из протоколов заседаний химической секции III съезда русских естествоиспытателей 316
а) О неравенстве удельного объема сумме удельных объемов составных частей (316). — б) Об электрическом движении при химических реакциях (317). — в) О различии воды кристаллизационной от гидратной (318). — г) Об изоморфности фторного и углеродного атомов (318). — д) Об азотистометиловом эфире (318). — е) О влиянии времени и последовательности на ход химических взаимодействий (319).
О кончине М. Л. Кирпичева 321
Выписка из протокола заседания V съезда русских естествоиспытателей и врачей в Варшаве (1876 г.) 323
О криогидрате поваренной соли 325

Стр.

По поводу 400-летия Упсальского университета 327
Надсерная кислота Бертело 333
А. А. Воскресенский. Некролог 335
Некрологическая заметка о Дюма 337
Отзыв о диссертации Д. П. Коновалова «Об упругости пара растворов» 339
Отзыв о диссертации И. И. Канонникова «О светопреломляющей способности химических соединений» 340
Отзыв (совместно с проф. Н. А. Меншуткиным) о диссертации А. Л. Потылицына «О значении теплоты образования солей при реакциях двойных разложений» 342
О влиянии прикосновения на ход химических превращений . . . 345
Лекции по общей химии 355
Лекция I. Стихии. — Закон Лавуазье. — Работы с газами. — Горение и увеличение веса. 357
Лекция II. Основные свойства газов. — Плотности. Опыт Лавуазье о природе воздуха. — Закон вечности вещества 364
Лекция III. Выделение теплоты при химических взаимодействиях. — Влияние теплоты и электричества на химические превращения 369
Лекция IV. Закон постоянства сил и движения. — Простые тела. 376
Лекция V. Элементы. — Вода в природе. 381
Лекция VI. Газы в воде. — Перегонка воды. — Неопределенные химические соединения — растворы 387
Лекция VII. Законы растворения газов в жидкостях. — Кристаллогидраты 392
Лекция VIII. Состав воды. — Электролиз. — Диссоциация. Водород. 397
Лекция IX. Кислород. — Получение, добывание. — Значение в природе 403
Лекция X. Горение кислорода с водородом 409
Лекция XI. Окислы и окисление 413
Лекция XII. Разные типы окислов 419
Лекция XIII. Взаимодействия, не требующие подогревания. Процессы окисления — восстановления в теле человека . . . 423
Лекция XIV. Углекислота, вентиляция. — Анализ воздуха на кислород 428
Лекция XV. Озон 433
Лекция XVI. Азот 438
Лекции по теоретической химии, читанные на Высших женских курсах в 1886/87 г. 441
В оригинале нет разделения первых четырех лекций. Содержание их:
[Лекция I. Памяти А. Бутлерова. Статическая видимость и кинетическое состояние вещества. — Соответствие образования химического соединения образованию двойной звездной из двух солнечных систем. — Химическая статика и химическая динамика] 443
[Лекция II. Понятие о простых телах. — Представления о первичной материи и об ограниченном числе простых тел. — Элементы. — Гипотеза Прута и ее изменения. — Ошибки

Стр.

опыта и средние ошибки опытов. — Спектральные исследования]. 449
[Лекция III. Причина многообразия. — Основные свойства простых тел. — Принцип Жерара и Канницаро] 457
[Лекция IV. Закон Менделеева. — Водородные соединения. — Переходные окислы. — Распространение элементов в природе] 467
Лекция V. Удельные объемы. Температуры плавления, количество выделяемого тепла при взаимодействиях. — Закон Менделеева и предвидение новых элементов 476
Лекция VI. Исследования Ридберга о четных и нечетных элементах. — Растворы и диффузия 486
Лекция VII. Об определенных соединениях и растворах . . . 496
Лекция VIII. Указания зависимости удельного веса от состава растворов. — Гидраты низших кислот жирного ряда 507
Лекция IX. Исследования растворов по удельному весу Вальсона и т. д. 516
Лекция X. Серная кислота. — Работы Мариньяка, Томсена, Ландберна 528
Лекция XI. Степень точности законов. Зависимость электропроводности растворов серной кислоты от состава. — Особые точки растворов серная кислота + вода 539
Лекция XII. Особые точки и составы ($H^2SO^4 \cdot H^2O$; $10H^2SO^4 \cdot H^2SO^4 \cdot H^2O$) 549
Лекция XIII. Применение учения о частицах для различия типа реакций. — Значение равновесия частей внутри частицы (применение третьего закона Ньютона) 558
Лекция XIV. Значение химического равновесия 567
Лекция XV. Теория Гульдберга и Вааге. — Опыты Бертело и Меншуткина. — Принцип индивидуальности 576
О единстве вещества 587
Об аэролите, упавшем вблизи Оханска 589
Химическое исследование образцов оханского метеорита 590
О восстановлении из кремнезема кремния магнием 595
О растворимом серебре Кэри-Ли 596
По поводу открытия азотистоводородной кислоты 599
Возбуждение вещества 609
Выветривание 613
Адрес Русского физико-химического общества Августу Кекуле . . 615
К. Д. Краевич. Некролог 617
Письмо к А. В. Пелю — редактору журнала «Медицинская химия и фармация» 619
Воскресенский (Александр Абрамович) 622
О теплоте горения углей и другого топлива 627
О телеграмме Дьюара, сообщающего о сжижении водорода и гелия . 629
П. К. Ушков. Некролог 630
К переводу «История химии» Э. Мейера 631
Новый газ 633
О газе, полученном профессором А. П. Лидовым 634
Элементы (химические) 635
Памяти А. Л. Потылицына 645



Список моих сочинений, помещенных в этом и следующих томах.

Нумера, подчеркнутые и стоящие слева,(*) 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.

Февр[аль]. 1899 г. Д. Менделеев.

ОТ РЕДАКЦИИ

XV том «Собрания сочинений» Д. И. Менделеева включает в основном работы по теоретической и неорганической химии (кроме работ, опубликованных в томах II, IV и др.), а также студенческие минералогические работы и более поздние статьи и некрологи.

Настоящий том начинается двумя студенческими работами Дмитрия Ивановича. Хотя он сам в дальнейшем и не считал их существенными, однако весьма примечательно, что проф. С. Куторга доверил студенту не только анализ минерала, заключающего редкие земли, но даже и геологическое описание минералов. К чести Дмитрия Ивановича следует сказать, что он ярко нарисовал картину залегания ортита в граните. Мало того, Менделеев дал не только химический анализ минерала, но и показал, что в ряду ортитов данный (из Суонтаки) является первым членом изоморфного ряда.

Вторая помещенная в настоящем томе работа — «Пироксен из Рускиалы» — представляет сочетание кристаллографического и химического анализов, что позволило Дмитрию Ивановичу разрешить вопрос о природе данного минерала и отметить особую роль глинозема в силикатах. Так, уже студенческие работы подвели Дмитрия Ивановича к диссертации «Изоморфизм» (т. I).

«Новости естественных наук» Менделеев писал для «Журнала министерства народного просвещения» в 1857 г., т. е. в период подготовки великих естественно-исторических открытий русскими учеными нового (менделеевского) поколения, в том числе самим Менделеевым, Бутлеровым, Бредихиным, А. и В. Ковалевскими, Сеченовым и другими. Следует учесть, что Дмитрий Иванович писал эти статьи по заказу Министерства народного просвещения, а заказчик статей прежде всего требовал от него сведений о заграничных новостях науки.

Именно в этом и следует искать объяснения того вызывающего сейчас удивление факта, почему Дмитрий Иванович в своих статьях мало упоминает русских ученых. И все же Д. И. Менделеев в этой работе подробно пишет, например, об исследованиях флоры Крыма, сопоставляя присутствие различных семейств растений Крыма с таковыми в других странах.

О гранитах Финляндии, несомненно знакомых ему по экскурсиям с Куторгою, Д. И. Менделеев говорит очень кратко и, наоборот, очень подробно сообщает о строении почв в Рязанской губернии.

Широта, с которой Д. И. Менделеев подходит к изучению вопроса о почвах, говорит о его глубокой заинтересованности этой важной наукой. Он подробно сообщает об исследованиях Еремеева, посвященных строению берегов реки Волхова, этого древнейшего торгового пути России; о геологии озера-моря Байкала, исследования берегов и окрестностей которого дали обширный геологический и минералогический материал. Дмитрия Ивановича привлекают даже, казалось бы, относительно мелкие вопросы описания природных ресурсов России, такие, как, например, исследования Маркевичем рек Полтавской губернии и др. Дмитрий Иванович очень подробно излагает обширнейшие исследования акад. К. М. Бэра о Каспийском море: о внезапном падении его уровня, о неодинаковой солености на различных участках. И в то же время он не ограничивается простым изложением точки зрения Бэра, но подтверждает и дополняет ее новыми, неизвестными дотоле сведениями.

В другом месте Д. И. Менделеев говорит о результатах исследования Северного Урала, вблизи отрогов которого он провел свое детство.

Свой рассказ Дмитрий Иванович начинает с указания на то, что в то время, как европейцы проникли в дальние страны с целью колонизации и грабежа их, русские изучали «юго-восточные части Сибири и северные границы двух частей света, Азии и Европы», где и население было немногочисленно и где требовалось огромное культурное воздействие, чтобы вызвать расцвет этих областей.

Читатель бесспорно обратит особое внимание на слова Д. И. Менделеева о том, что сходство растительности в соседних странах не дает ответа на вопрос «о времени происхождения известной страны. Это — вопрос, который мы можем разрешить только тогда, когда точно узнаем меру влияния других причин, влияние теплоты и влажности... когда узнаем

быстроту расселения видов, определим возможность их изменения под влиянием различных условий... [тогда] мы в состоянии будем ответить или узнать, здесь ли родился данный вид». Иначе говоря, в 1857 г. Дмитрий Иванович твердо был убежден в происхождении новых видов под влиянием борьбы за существование, т. е. именно в том смысле, в каком это имел в виду Дарвин.

Дмитрий Иванович дает подробное описание работы академика Веселовского, касающейся отношения между ветрами и дождями в России, в которой указано, что ливни, сопровождающие юго-западные ветры, вредны растениям, а восточные вносят сухость. Таким образом, эта работа по крайней мере на три четверти века обгоняет свое время, предсказывая тот вред, который восточные ветры в связи с обезлесиванием наносят южной половине русской равнины и на борьбу с которым поднялся теперь наш народ, вооруженный грандиозным сталинским планом лесонасаждений.

Замечательно то, что, занимаясь изложением нового в исследовании природы и экономики России, Дмитрий Иванович при этом упоминает лишь те из западных открытий, которые могли иметь решающее значение в разрешении важных для нее вопросов техники, а также в действительно научном понимании явлений, происходящих в природе.

В этом смысле, к слову сказать, очень характерна его большая критическая статья об учебнике Штреккера, потерявшем сейчас всякое значение, в которой Д. И. Менделеев требует систематического применения русской терминологии в науке.

Очень разнообразен был и круг биологических вопросов, о которых в этот период писал Д. И. Менделеев. В одном случае его привлекает проблема влияния температуры на продолжительность созревания плодов, в другом он приводит данные об изучении водорослей, в частности выдающиеся исследования петербургского профессора Ценковского.

Дмитрий Иванович затрагивает и проблему получения новых органических веществ лабораторным путем в заметке «Мускульное движение во время сокращения» и особенно в сообщении о работах Бертело по образованию углеводов. Эти работы имели особо важное значение, так как получение каждого нового органического вещества в лаборатории подрывало тогда еще широко распространенное мнение о том, что для образования подобных веществ нужны какие-то особые жизненные силы. Но еще большее внимание Д. И. Менделеева привлекают химические вопросы, как,

например: полиморфизм серы, кремний, тогда только лишь выделенный в виде простого тела, а также переходы кристаллических форм кремния (от ромбоэдра к октаэдру).

Не могло не привлечь внимания Менделеева и заводское изготовление алюминия. Он знал о том, что повсюду в России есть глина, казавшаяся тогда основной алюминиевой рудой. Дмитрий Иванович подробно говорит о первых исследованиях сплавов алюминия, над которыми в начале XX века работали многие лаборатории и заводы.

Интересовали Д. И. Менделеева и такие вопросы, как соединения фтора и проблема искусственного получения кварца и опала, причем то, что наблюдалось в минеральных растворах, он перенес на явления, происходящие в растениях. Не ускользнуло от зоркого взгляда Дмитрия Ивановича и многое другое, в том числе и вопрос о применении платины в России, на что впервые обратил внимание А. А. Мусин.

Следует, однако, сказать, что наряду с оригинальными и интересными мыслями, высказанными Менделеевым в «Новостях естественных наук», некоторые выдвигаемые им положения являются глубоко ошибочными. К этим последним надо отнести в частности отрицательные характеристики нравственных качеств, которые он дает отдельным народностям, населяющим Север России, и ныне решительно опровергнутые всей советской действительностью. Столь же ошибочными являются и рассуждения Дмитрия Ивановича о том, что «... всего сильнее в нас... поступки бессознательные...», рождающиеся, якобы, независимо «от правильно распределенной умственной деятельности».

Публикуемые в XV томе статьи Д. И. Менделеева из «Журнала министерства народного просвещения» показывают, что, работая здесь немногим более одного года (1856—1857), Дмитрий Иванович внес целый ряд хотя и не прямо высказанных, но, тем не менее, веских замечаний, подготовлявших будущие его утверждения о том, что «вещество оказывает разнообразные явления, и нет ни одного явления, совершающегося без вещества» (Основы химии, 1-е изд., стр. 7).

Следует упомянуть и о публикуемых в настоящем томе главах об «Алкоолометрии» и «Сахарометрии» (из «Технологии по Вагнеру»), свидетельствующих о большом значении, придававшемся Д. И. Менделеевым точности измерений для химических производств.

Еще в начале своей научной деятельности Дмитрий Иванович много раз принимался писать теоретическую химию:

Отличие теоретической от общей химии (неорганической) Д. И. Менделеев видел в том, что первая изучает ход превращений веществ, вторая же — сами вещества и существующие между ними соотношения. В настоящем томе воспроизводятся лишь два литографированных и притом неполных курса лекций Д. И. Менделеева.

Первый публикуемый здесь курс «Общей химии» относится, без сомнения, к ранней эпохе. Об этом можно судить, в частности, и по тому, что кое-где Дмитрий Иванович применяет несколько устарелые обозначения и очень долго обсуждает вопросы окисления и сохранения веса, которые к концу XIX в. он уже считал совершенно ясными. Весьма важно, что в этом курсе Менделеев много говорит об изменении движения, происходящем при всех превращениях в природе. Очень много места отведено также воде и растворам, этой типично менделеевской теме, к которой впоследствии он вновь и вновь возвращается в курсах теоретической химии и в специальных сочинениях (см. тома III и IV).

Второй публикуемый здесь курс теоретической химии относится к более позднему периоду (1885) деятельности Д. И. Менделеева. Свидетельством тому являются первые строки труда: «Я вступаю на кафедру вместо моего друга Александра Михайловича Бутлерова». Особой заслугой А. М. Бутлерова Менделеев считал его отказ от «забивания головы опытными мелочами». Может быть именно этим объясняется то, что Бутлеров в своих работах оставил далеко позади достижения западной науки, предложив учение о таутомерии.

Много говорит Д. И. Менделеев о работах Локиера, благодаря которым еще в 80-х годах прошлого столетия были вскрыты основные черты эволюции звезд, потрясшие основы идеалистической науки. Автор новой теории подвергся ожесточенным нападкам со стороны реакционной науки. Однако Д. И. Менделеев продолжал придерживаться учения Локиера, открывавшего путь к познанию того, из чего построены атомы элементов.

Наибольшая часть лекций в публикуемом курсе теоретической химии (1886) посвящена теории растворов. Много места уделено двояко возможным представлениям о ходе реакций в органической химии, что являлось предметом постоянной научной полемики между менделеевской и бутлеровской лабораториями. Весьма подробно рассматриваются отделы «Периодичность элементов» и «Об удельных объемах».

Среди других теоретических работ особое значение имеет воспроизводимая в настоящем томе заметка «О влиянии прикосновения на ход химических превращений». В ней Д. И. Менделеев отказывается не только от проводившегося в то время, но и поддерживаемого до сих пор многими западными учеными представления о том, будто катализатор действует на ускорение превращений одним лишь своим присутствием. На самом же деле, как предвидел Дмитрий Иванович, катализатор всегда образует промежуточные соединения со взаимодействующими веществами. Менделеев предполагал уже тогда, что все химические взаимодействия в известных условиях часто при помощи катализатора могут быть сделаны обратимыми. И действительно, вскоре после его смерти стали каталитически осуществляться многие превращения.

Исключительно интересным для истории науки является печатаемое в XV томе письмо Менделеева к А. А. Воскресенскому, являющееся своеобразным отчетом о заседаниях Химического конгресса в Карлсруэ, который оказался весьма важным этапом в развитии учения о частицах и атомах.

Дмитрию Ивановичу пришлось пережить смерть трех наиболее близких ему людей: своего учителя А. А. Воскресенского, сотрудника М. Л. Кирпичева и ученика А. Л. Потылицына.

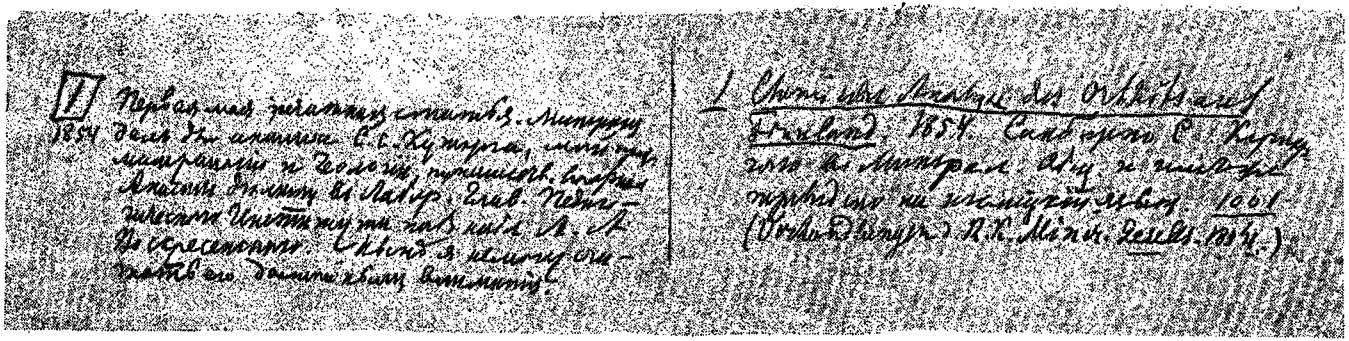
Тепло пишет Д. И. Менделеев некролог об А. А. Воскресенском, которого он, как и все, называл «дедушкой русской химии». Дмитрий Иванович был убежден, что сделанное А. А. Воскресенским далеко превзошло все, что было достигнуто другими выдающимися химиками. Это вселяло гордость за «русскую химическую дружину», к которой, кроме Воскресенского, должны были быть отнесены ближайшие друзья Д. И. Менделеева – А. М. Бутлеров и Д. П. Коновалов. Дважды посвящает он прочувственные строки А. Л. Потылицыну, работавшему над одним из сложнейших вопросов: о взаимном вытеснении элементов одной и той же группы из одинаковых соединений.

Странное, на первый взгляд, может создаться сейчас впечатление при чтении тех страниц (например стр. 354, 357, 449 и др.), где Д. И. Менделеев говорит о Лавуазье, как об ученом, открывшем закон вечности вещества. При этом первое, что невольно бросается в глаза, — это отсутствие даже упоминания имени Ломоносова. Но эта кажущаяся нам сегодня странность тотчас найдет свое объяснение, если вспомнить об эпохе, когда Дмитрием Ивановичем были написаны эти строки.

Дмитрий Иванович, конечно, прекрасно сознавал, что Лавуазье, сохранивший среди элементов и теплород, и светород, вовсе не является основателем новой химии, что он только завершил «старую» науку.

Однако ему были тогда еще неизвестны работы Ломоносова, который первый открыл закон неизменности массы и доказал это своими опытами, много лет спустя лишь повторенными Лавуазье. Об этом русским ученым стало известно гораздо позже.

Несомненным является то, что Дмитрий Иванович полностью разделял ломоносовское утверждение о безграничности вселенной и материи, глубоко верил в великое будущее русской науки, которая, преодолев все преграды, станет самой передовой наукой, помогающей человечеству в действительном познании истины.



I

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. R. K. Miner[alogischen] Gesells[chaft], 1854).

1001/1

Verhandlungen der R. K. Mineral. Gesellschaft zu Petersburg, Jahrgang 1854.

(Труды Русского минералогического общества в Петербурге, 1854), отдельный оттиск, перевод проф. В. Я. Курбатова.

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОРТИТА ИЗ ФИНЛЯНДИИ

Во время путешествия по Финляндии летом 1853 г. профессор *С. Куторга* нашел при въезде на почтовую станцию Суонтака, под первым служебным зданием направо, в прислоненном граните включенный в большую массу минерал, который по его физическим свойствам признал о р т и т о м.

Вся местность между станциями Соркис, Хиннерйоки, Суонтака, Летала и Нэстис представляет, по сообщению профессора Куторги, возможность наблюдать многообразно различный по величине зерна и по окраске р а п а-к и в и-г р а н и т, которого округленные, обнаженные купола между станциями Соркис, Хиннерйоки и Суонтака местами так проросли массою ортита, что поверхность их кажется как бы покрытой коричневой блестящей сеткой, которая бросается в глаза даже издалека на светлом фоне полевого шпата. Ортит там образует индивидуальные участки до 3 см длиною и 2 см шириною, преимущественно длинные таблитчатые до очень малых и длинных игольчатых форм. Его образования — ясно кристалличны, излом их — раковистый. Цвет темно-коричневый до черновато-коричневого, блеск, особенно на плоскостях структур, блестяще-стекловидный. Весьма часто минерал по виду очень похож на уральский ортит из Ильменских гор, но блеск более живой и окраска немного светлее.

Профессор С. Куторга сообщил эти сведения и поручил химически исследовать минерал.

Я определил его удельный вес, равный 3.5, по способу гидростатического взвешивания.

Качественный анализ показал, что минерал крепкими кислотами разлагается только частично и состоит из кремневой кислоты, извести и окиси железа, небольших количеств «закиси» церия, окиси иттрия, глинозема и воды.

Содержание воды было определено по потере веса при осторожном прокаливании и предварительном просушивании при 100°. Для определения остальных составных частей минерал был обработан два раза углекислыми щелочами и два раза CaF^2 и серной кислотой. Содержание $\dot{S}i$, $\dot{C}a$ и $\ddot{A}l$ было определено обычным способом. Для $\dot{C}e$ был применен $\dot{K}\ddot{S}$, а $\ddot{F}e$ был отделен от Yt при помощи $\dot{B}a\ \ddot{C}$.

Результаты анализов были следующими:

Первый анализ 2.697 г

$\dot{H}$ = 0.019 г,	т. е.	0.70%
$\dot{S}i$ = 1.311 »	» »	48.60
$\dot{C}a$ = 0.276 »	» »	10.23
$\dot{C}e$ = 0.146 »	» »	5.42
$\ddot{A}l$ = 0.056 »	» »	2.07

Второй анализ 1.772 г

$\dot{H}$ = 0.013 г,	т. е.	0.74%
$\dot{S}i$ = 0.843 »	» »	47.51
$\dot{C}a$ = 0.148 »	» »	8.36
$\dot{C}e$ = 0.0605 »	» »	3.41
$\ddot{F}e$ = 0.606 »	» »	34.19

Третий анализ 2.200 г

$\ddot{A}l$ = 0.059 г,	т. е.	2.68%
$\dot{Y}t$ = 0.035 »	» »	1.59
$\ddot{F}e$ = 0.755 »	» »	34.32

Четвертый анализ 2.278 г

$\dot{H}$ = 0.018 г,	т. е.	0.79%
$\ddot{A}l$ = 0.056 »	» »	2.46
$\ddot{F}e$ = 0.818 »	» »	35.92
$\dot{C}e$ = 0.0230 »	» »	1.01
$\dot{Y}t$ = 0.034 »	» »	1.49

Откуда среднее:

$\dot{S}i$ = 48.1%,*	т. е.	кислорода	24.98%	25.0
$\ddot{A}l$ = 2.4	» »	»	1.12	11.8
$\ddot{F}e$ = 34.8	» »	»	10.67	
$\dot{C}a$ = 9.3	» »	»	2.61	4.0
$\dot{C}e$ = 3.3	» »	»	0.49	
$\dot{Y}t$ = 1.5	» »	»	0.30	
$\dot{H}$ = 0.7	» »	»	0.62	

Этим числам лучше всего соответствует следующая формула:

$$\dot{R}\ddot{S}i + \dot{R}\ddot{S}i^2 \text{ или } \dot{R}\ddot{S}i + \ddot{\dot{R}}\ddot{S}i.$$

И, действительно, содержание кислорода

	в $\ddot{S}i$	в $\ddot{R}$	в $\dot{R}$
Найдено	25.0	11.8	4.0
По формуле	25.0	12.5	4.2
Следовательно, разность	0.0	—0.7	—0.2

* В оригинале опечатка: «грм» [*Прим. ред.*].

Если признаем представление *Бонсдорфа*[1] об изоморфизме 3 атомов воды с 1 атомом $\dot{R}$ и 3 атомов $\dot{Al}$ с 2 атомами $\dot{Si}$ и перенесем то же представление на $\dot{Fe}$, то получим для нашего минерала гораздо более простую и точную формулу $(\dot{R})[\ddot{Si}]^3$, в которой $(\dot{R}) = \dot{Ca}, \dot{Ce}, \dot{Yt}, 3\,\dot{H}$ и $[\ddot{Si}]$ — кремневая кислота и 3 атома $\ddot{R}$ соответствуют двум $\ddot{Si}$.

И, действительно, содержание кислорода оказалось [в %]:

	в $(\dot{R})$	в $[\ddot{Si}]$
Найдено	3.61	32.84
По формуле	3.65	32.84
Следовательно, разность	−0.04	0.00

Если выразим таким же образом химический состав других минералов, наиболее близких к ортиту, то получим непрерывный ряд друг другу подобных формул:

Наш минерал . . . . . $(\dot{R})^4[\ddot{Si}]^2$	Церин* . . . . . $(\dot{R})^6[\ddot{Si}]^6$
Уральский ортит . . . . $(\dot{R})^4[\ddot{Si}]^6$	Ортит и алланит** . . . $(\dot{R})^9[\ddot{Si}]^6$

В этом ряду наш минерал является первым членом.

Принимая для нашего минерала обычно применяемую формулу

$$\dot{R}\ddot{Si} + \ddot{R}\ddot{Si}^2$$

и представляя ее в виде

$$2\ddot{R}\ddot{Si}^2 + \dot{R}^2\ddot{Si}^2,$$

так же как для ортита (по *Шеереру*) — формулу

$$3\dot{R}^3\ddot{Si}^2 + 2\dot{Al}\ddot{Si} \text{ или } 2\ddot{R}\ddot{Si}^2 + \dot{R}^9\ddot{Si}^4,$$

убедимся, что наш минерал является разновидностью ортита. Эта разновидность — новый пример гетеромерного (*Германн*) или полимерного (*Шеерер*) изоморфизма и отличается от всех до сих пор анализированных простейшей формулой, наименьшим $\dot{R}$ и тем, что большая часть $\dot{Al}$ всех других ортитов в данном заменена $\dot{Fe}$.

---

[1] Handwörterbuch der Chemie von J. Liebig, Poggendorf und Wöhler, IV, S. 179.

* Красно-коричневая разность ортита [*Прим. ред.*].

** Иное название церина, т. е. и ортита [*Прим. ред.*].

2
1856. Замечания те же, что и для 1.

2 Pyroxen aus Ruskiala in Finnland. (Там же 1855—1856).

Verhandlungen der R. [K. Mineral. Gesellschaft zu Petersburg, Jahrgang 1855—1657.

(Труды Русского минералогического общества, 1855—1856), отдельный оттиск, перевод проф. В. Я. Курбатова.

ПИРОКСЕН ИЗ РУСКИАЛЫ В ФИНЛЯНДИИ

В мраморе из Рускиалы, на западном берегу Ладожского озера, на границе мраморного массива и слюдяного сланца профессор *С. Куторга* нашел очень крупные отдельные куски светлозеленого минерала, у которых одни грани имели матовый стекловидный, а другие — почти перламутровый блеск. Хотя весь внешний облик минерала заставлял признать его за малаколит, тем не менее для большей уверенности профессор Куторга попросил меня подробнее изучить и химически анализировать минерал.

Для определения удельного веса три пробы при обычной температуре были гидростатически взвешены: один образец, весом 18.156 г, показал удельный вес 3.209; несколько маленьких кусков все вместе весили 5.719 г и оказались имеющими удельный вес 3.233 и, наконец, мелкий порошок, весивший 4.137 г, имел удельный вес 3.237; следовательно [удельный вес] в среднем 3.226.

Спайность минерала вполне ясна; однако грани недостаточно зеркальны и, кроме того, некоторые лестнично изогнуты и изломаны так, что точное определение углов между ними при помощи отражательного гониометра оказалось невозможным. Шесть достоверных граней на одном куске показали приблизительно следующие углы наклона:

Определенные грани с матово-стеклянным блеском . .	1 : 2 = 133½°
Менее ясно выраженные с перламутровым блеском . .	2 : 3 = 134°
Не столь ясно выраженные и хуже отражающие . . .	3 : 4 = 94°
Едва заметные матовые грани	4 : 5 = 133°
Наиболее определенные из всех и имеющие перламутровый блеск	5 : 6 = 130½°
Чуть блестящие	6 : 1 = 93°
Сумма (вместо 720°) = 718°	

Углы между наиболее блестящими гранями 1, 2 и 5 определены наиболее точно, а именно:

$$1:5 = 46°30'$$
$$2:5 = 180°$$

Наибольшее развитие граней 1 и 5 приводит к клинообразным образованиям.

Если не обращать внимания на случайно вкравшиеся ошибки, то видно, что следующие плоскости параллельны друг другу: 1 и 4, 3 и 6, 2 и 5 и что угол между плоскостями 1 и 3 равен $4:6 = 87°$, как и 1 и 6 равен $3:4 = 93°$, и $1:2$ равен $2:3$, равен $4:5$, равен $5:6 = 133°30'$. Поперечное сечение призмы, образованной этими плоскостями спайности, как раз равно поперечному сечению призмы пироксена, у которой плоскости 1, 3, 4 и 6 принадлежат призме ∞P, а 2 и 5 ортопинакоиду $\infty P \infty$. Кроме того многие авгиты, как и изоморфный пироксену сподумен (Dana, Silliman Americ. Journ., XV, p. 278) имеют точно такую же спайность. Цвет, удельный вес и общий облик дают мало возможностей решить пироксен это или сподумен.

Качественный анализ показал следующее. Кислоты трудно и неполно разлагают минерал. Если высушить его и нагреть при 100°, то он мало уменьшается в весе и [при нагревании] в стеклянной колбе выделяет лишь следы воды, которая почти не взаимодействует с синей лакмусовой бумагой. Нагретый порошок краснеет, что указывает на наличие закиси железа. Мелко измельченный порошок сплавляется с поташем не очень легко, целиком разлагается (с поташем) при нагревании на спиртовой лампе Берцелиуса и сплавляется в мутнозеленый стеклянный перл. Этот анализ показал наличие значительных количеств кремневой кислоты, извести, закиси железа и магнезии и незначительные количества закиси марганца и глинозема. Не оказалось следов фтора, борной кислоты, калия и цинка. Все это позволяет причислить наш минерал к пироксенам.

Для количественного анализа минерал был сплавлен с едким кали. Ход анализа — обычный. Железо определено в виде окиси, известь как сернокислая,[1] а магнезия как углекислая.

---

[1] Щавелевокислый кальций в тигле нагрет с серной кислотой, прокален, два раза увлажнен углекислым аммонием и снова прокален, причем и получена чистая основная сернокислая известь [т. е. чистый сернокислый кальций]

Сделано два анализа. Для первой пробы взято 2.120 г и получено:

Потеря при прокаливании	0.007 г	т. е.	0.33%
Кремневой кислоты	1.087 »	» »	51.25
Извести	0.572 »	» »	26.98
Магнезии	0.230 »	» »	10.85
Окиси железа	0.216 »	» »	10.19

Для второго анализа взято 2.996 г и получено:

Потеря при прокаливании	0.003 г	или	0.10%
Кремневой кислоты	1.593 »	»	53.17
Извести	0.779 »	»	26.00
Магнезии	0.352 »	»	11.68
Окиси железа	0.329 »	»	10.95

Отсюда среднее:

Кремневой кислоты	52.2%	т. е. кислорода	27.12%		
Извести	26.5	» »	»	5.78	
Магнезии	11.3	» »	»	4.44	12.66
Окиси железа	10.6	» »	»	2.35	
Потеря	0.2				
Окиси марганца и глинозема	Следы				
	99.7%*				

Следовательно, отношение количества кислорода в кремневой кислоте к количеству его же в основаниях составляет 27.12 : 12.66 = 2.14 : 1.

Это отношение — среднее между обычною формулой пироксена ($\dot{R}\ddot{S}i$ или $\dot{R}^3\ddot{S}i^2$) и такой же амфибола ($\dot{R}^8\ddot{S}i^9$ или $\dot{R}\ddot{S}i + \dot{R}^3\ddot{S}i^2$), так как в формуле первого отношение кислорода 2.00 : 1, а в последнем 2.25 : 1. Следовательно, формула пироксена из Рускиалы колеблется между формулой пироксена и амфибола и может быть выражена следующим образом:

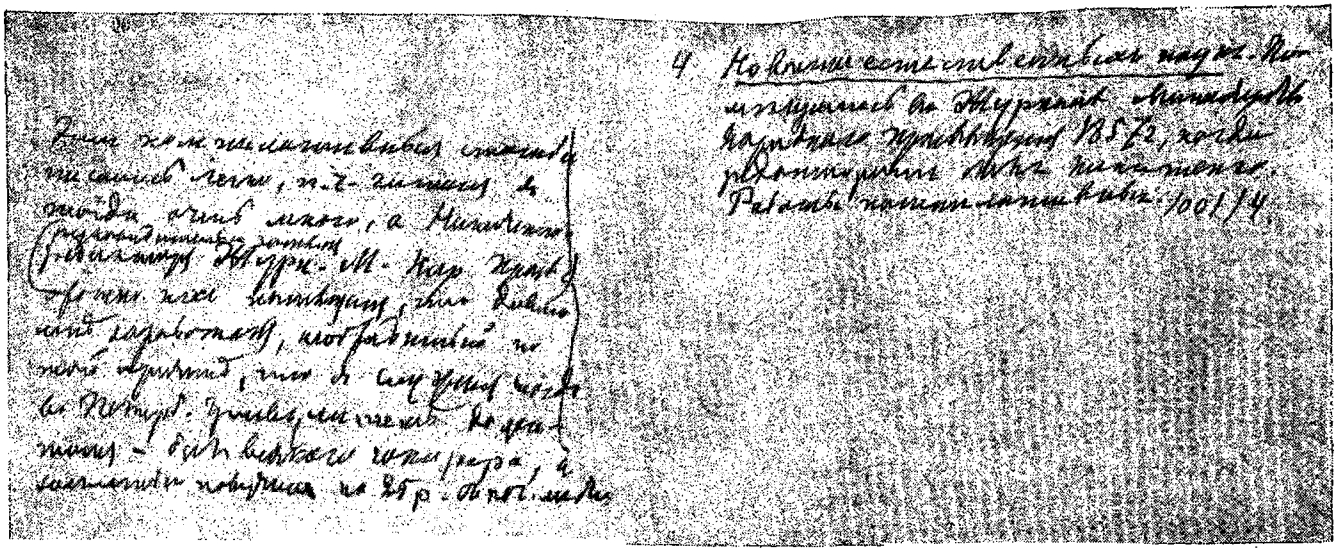
$$6\dot{R}\ddot{S}i + \dot{R}^8\ddot{S}i^9 \ (= \dot{R}^{14}\ddot{S}i^{15} = \dot{R}^7\ddot{S}i^5).$$

Следовательно, отношение [кислорода] в этой формуле 2.14 : 1.

Итак, минерал из Рускиалы имеет все физические свойства пироксена, его химическая формула является средней между столь близкими пироксеном и амфиболом. Она отличается малым содержанием летучих составляющих и глинозема, роль которых во многих кремнеземных соединениях до сих пор остается непонятной.

---

* Итог неверен. Должно быть 100.8. [*Прим. ред.*]



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 [в] 1857 г., когда редактором был Никитенко. Работы компилятивные.

1001/4

Журнал министерства народного просвещения, 1857, № 1. Отдел VII «Новости и смесь», стр. 3—25.

НОВОСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

I

Причина сфероидального состояния жидкостей. Известно, что все жидкости способны принимать (сфероидальное состояние) форму медленно испаряющихся капель, когда будут приведены в прикосновение с раскаленною поверхностью. Это явление, описанное Лейденфростом (Leidenfrost), стало предметом многих исследований с тех пор, как Бутиньи (Boutigny) сделал многие наблюдения, относящиеся к этому предмету. В настоящее время самый существенный вопрос этого предмета есть следующий: существует ли между каплею, находящеюся в так называемом сфероидальном состоянии, и между накаленною поверхностью промежуток или пространство, или капля касается хотя периодически той поверхности, на которой находится? Действительно, этот вопрос имеет важное значение для теории названного явления. Есть три мнения о причине сфероидального состояния жидкостей. Капля, брошенная на раскаленное тело, по мнению первых, находится в известном и постоянном отдалении от него, по силе упругости тех паров, которые быстро образуются на ее поверхности. Главным защитником этого мнения должно считать Персона (Person). По мнению Бутиньи, есть какая-то особая отталкивающая сила между жидкостями и накаленными телами. Третье мнение, высказанное и постоянно защищаемое Буффом, состоит в том, что причина сфероидального состояния жидкостей объясняется так же, как мы объясняем причину капельного вида жира в воде или ртути на стекле, т. е., во всяком случае, капельнообразный вид жидкость принимает в том случае, когда частицы ее менее притягиваются поверхностью, на которой находятся, чем друг к другу. Последнее предположение основывается на том, что взаимное притяжение

тел значительно изменяется с изменением температуры и не предполагает непременно, что между поверхностью и жидкостью есть разделяющее пространство. Оба первые мнения, напротив того, непременно требуют, чтобы между сфероидальною жидкостью и нагретою поверхностью было постоянное отделяющее пространство. Существование его старался доказать Тиндалль (Tyndall).[1] Для того на дно (почти вполне выпуклое) накаленной серебряной чашечки Тиндалль клал каплю чернил, смешанных со спиртом. Черная капля приходит немедленно в сфероидальное состояние, и тогда можно простым глазом наблюдать промежуток между каплею и дном чашки; промежуток этот доходит даже до $^1/_2$ дюйма, по словам Тиндалля. Чтоб еще лучше видеть этот промежуток, Тиндалль свободно вводил в него тонкую платиновую проволоку, накаленную посредством гальванического тока. Подтверждением существования этого промежутка служат наблюдения Поггендорфа,[2] Вартманна[3] и Church;[4] они показали, что, сообщая каплю, находящуюся в сфероидальном состоянии, и металлическую поверхность, на которой находится капля, с электродами — не получим тока. Существование этого пространства вполне объясняют наблюдения, показавшие, что жидкости, находящиеся в сфероидальном состоянии, часто не действуют химически. Так, капля слабо щелочного сернистого натра не оставляет пятна на накаленном серебре, тогда как известно, что на слабо нагретое или холодное серебро быстро действует подобный же раствор. Известно также, что капля эфира и почти всякой легко испаряющейся жидкости приходит в сфероидальное состояние на поверхности нагретой воды или всякой почти другой трудно испаряющейся жидкости. Если капля эфира, смешанного с малым количеством кислоты, будет пущена на нагретую воду, окрашенную лакмусовою настойкою, то эта настойка не покраснеет, что произойдет при обыкновенной температуре от действия кислоты. В тех же обстоятельствах родановое кали не действует на хлористое железо. Все эти обстоятельства приведены нами как случаи, говорящие в защиту первых двух теорий причины

---

[1] Tyndall, Phil. Mag. (4), X, p. 353; Arch. d. sciences phys. et natur. (Biblioth. univers de Genève), 1856, XXXI, p. 77; Lieb. u. Kopp. Jahresber., 1855, p. 4.

[2] Poggendorf, Pogg. Ann., LV, p. 539.

[3] Wartmann, Arch. d. sciences phys. et natur., XXVI, p. 61.

[4] A. H. Church, Phil. Mag. (4), VII, p. 275; Lieb. u. Kopp. Jahresber., 1854, p. 2.

сфероидального состояния жидкостей. Но они объяснены и в смысле последней теории, не признающей необходимости существования постоянного промежутка между накаленною поверхностью и жидкостью. Буфф[5] прямо утверждает, что жидкость в сфероидальном состоянии не постоянно отстоит от накаленной поверхности, но что она делает прыжки, в промежутки которых касается накаленной поверхности. Чтобы доказать существование этих прикосновений, Буфф употребил также гальванический ток, но только довольно сильный, и нашел, что он периодически (во время прикосновений) проходит чрез жидкость и накаленную металлическую поверхность, что особенно ясно видно тогда, когда для опыта взять накаленный тигель и наполнить его значительным количеством воды, слабо подкисленной (для лучшей проводимости). Различные видоизменения в опытах показали несомненность промежуточного прохождения тока. Этим опровергается справедливость первых двух теорий, объясняющих опыт Лейденфроста. Причина скачков, совершаемых сфероидальною жидкостью, по мнению Буффа, зависит от упругости образующихся паров (которая одна, очевидно, не может объяснить всего явления). И потому высота поднятия капли, приведенной в сфероидальное состояние, при равенстве других обстоятельств, зависит от массы жидкости. В подтверждение своей теории Буфф приводит то, что и при обыкновенной температуре капля воды принимает сфероидальное состояние на серебряной поверхности, слегка выпачканной сажею, также и то, что жидкость тем скорее приходит в сфероидальное состояние, чем ниже ее точка кипения. Медленное испарение жидкости, находящейся в сфероидальном состоянии, Буфф объясняет одним тем, что жидкость не находится в постоянном прикосновении с накаленною поверхностью, а потому мало может нагреваться.

Из сказанного о сфероидальном состоянии жидкостей можно видеть, как не полны еще и несовершенны наши сведения об этом явлении, столь интересном и для науки и для практики: ибо известно, что большая часть взрывов в паровых котлах зависит от того, что вода в них принимает сфероидальное состояние.[6]

---

[5] H. Buff, Ann. de chim. et phys. (3), 1856, XLVIII, p. 195; Ann. Chem. u. Pharm., LXXXII, p. 1; Lieb. u. Kopp. Jahresber., 1850, p. 12; 1854, p. 3; 1855, p. 6; Phil. Mag. (4), X, p. 350.

[6] Normandy, Phil. Mag. (4), VII, p. 283.

Изменение температуры плавления чрез изменение давления. Как следствие механической (или динамической, признающей колебание частиц) теории теплоты *Ж. Томсон*[7] вывел, что температура плавления должна изменяться при изменении давления воздуха. Это было подтверждено опытами *В. Томсона* и *Бунзена* в отношении к воде, спермацету и параффину. Подобные опыты произвел также Гопкинс.[8]

При давлении	Температура плавления (Ц°)			
	спермацета	воска	серы	стеарина
1 атмосферы	51.1	64.7	107.2	67.2
520 »	60.0	74.7	135.2	68.3
793 »	80.2	80.2	140.5	73.8

Эти опыты дают новое доказательство для механической теории теплоты.

Лампа и горн г-на Сен-Клер Девилля.[9] Снаряды эти дают новые, легкие и весьма удобные средства для получения возвышеннейших температур, какие до сих пор можно было производить только посредством двух дорогих и неудобных способов — пламени гремучего газа и гальванического тока. В лампе Девилля горят пары терпентина (скипидара) в струе вдуваемого воздуха. Устройство этой лампы (lampe-forge) довольно сложно для того, чтобы описывать его без чертежа, но довольно просто для употребления. По плану Девилля она устроена г-ном *Висснегом* (Wiessnegg) в Париже. На этой лампе легко сплавляются полевой шпат и платиновая проволока в $^1/_2$ мм толщиною. Она весьма удобна для анализов кремнеземистых соединений, если их производить посредством сплавления с известью. Начало, на котором основано устройство Девиллевой лампы, очень просто: жар тем больше, чем большее число частиц углерода и водорода сгорит в единицу времени в известном, по возможности малом, пространстве. Девилль выбрал из масл, находящихся в продаже, скипидар, потому что он, не содержа в себе кислорода, приходит в пары уже при 100° Ц и пары его будут еще плотны при этой температуре (хотя она ниже точки кипения), потому что и пай

[7] J. Thomson, Lieb. und Kopp. Jahresber., 1850, pp. 47—48.

[8] Hopkins, Dingler's Polyt. Journ., CXXXIV, p. 314; Athenaeum № 1406; Lieb. u. Kopp. Jahresber., 1854, p. 47.

[9] H. Sainte-Claire Deville, Ann. de chim. et phys. (3), 1856, XLVI, p. 182.

этого тела довольно высок, ибо известно, что плотность паров, при равенстве других обстоятельств, пропорциональна паю и что пары значительно расширяются с возвышением температуры. Потому-то, при возможно низкой температуре и при большой плотности паров мы получим в данном объеме наибольшее число горючих частиц, как того требует условие произведения наибольшего жару. Такое тело, наиболее дешевое, есть терпентин. Девилль доводит его до температуры 100° посредством нагревания в кипящей воде; полученные пары проходят до того места, где им следует гореть, и здесь сожигаются в струе нагнетаемого воздуха. Эти простые начала, вероятно, со временем будут применены к приборам, еще более совершенным, чем прибор Девилля, но важно то, что указан путь, которому должно следовать, чтоб итти далее в этом отношении.

При устройстве горна для сплавления платины, Девилль руководствовался тем, что увеличение поверхности горящего тела, уменьшение высоты прибора, малая величина тигля и быстрый приток воздуха весьма способствуют к произведению возвышенной температуры. Горн Девилля состоит из глиняного цилиндра около 18 см (около 7 дюймов) в диаметре; на продырявленное (для вдувания снизу воздуха) дно этого цилиндра ставят тигель (около 8 см шириною), сделанный из едкой извести, или угля, или чистого глинозема, смешанного с малым количеством извести (обыкновенные тигли из глины или платины легко плавятся). Между тиглем и стенками цилиндров засыпают мелкий, отобранный из пепла уголь, величиной с горошину, и вдувают снизу воздух. При этом на высоте 7—8 см получается столь высокая температура, что платина плавится очень легко и тигель накаливается до голубого каления. В верхних (и нижней) частях горна температура значительно ниже той, какая замечается на высоте 7—8 см, потому что там весь вдуваемый кислород истребляется для горения. Из горна выходит смесь азота и окиси углерода, которая воспламеняется по выходе из горна. Для сплавления платины г. Девилль употреблял известковый тигель, с углублением в 1—2 см шириною, и мелкую порошковатую платину. Переплавленная платина не имеет тех мелких отверстий, какие всегда более или менее свойственны обыкновенной сжатой и кованой платине; посему сплавленная платина вовсе не способствует соединению кислорода с водородом. Она гораздо легче куется, чем обыкновенная, и во всех отношениях лучше ее, почему, вероятно, со временем вытеснит послед-

нюю из употребления, тем более, что способ сплавления вовсе не дорог. Если сплавить платину в угольном тигле, то она становится хрупкою, вероятно, от того, что превращается в углеродное соединение, сходное с чугуном. Замечательно, что при температуре, немногим большей, чем температура плавления, платина весьма легко улетучивается и скопляется на крышке в виде шариков, как ртуть. Девилль в своем горне получил чистый сплавленный марганец, смешивая чистую окись марганца с таким количеством сахарного угля, чтобы его не было достаточно для восстановления всей окиси марганца. Последнее делалось для того, чтоб быть уверенным в чистоте марганца и в отсутствии углеродного соединения его. Сплавление производилось в известковом тигле, на стенках которого получилось красное соединение, соответствующее шпинели: CaO, Mn^2O^3.

Чистый марганец имеет розоватый цвет, свойственный висмуту. Марганец хрупок, но весьма тверд, в порошке разлагает воду при температуре немногим большей, чем обыкновенная.

При температуре, в которой платина и марганец легко сплавляются, блестки хрома, полученного чрез восстановление окиси углем, почти не плавятся. Блестки эти столь же легко режут стекло, как и алмаз, но они, к сожалению, очень хрупки. Соляная кислота легко растворяет их, серная слабо, а азотная вовсе не растворяет.[10] При той температуре, при которой плавится платина, хром плавится очень несовершенно, а глинозем, уголь и известь вовсе не плавятся.

Теплоемкость некоторых тел. *Реньо*, продолжая[11] свои многочисленные и важные исследования о теплоемкости, нашел следующие числа. Осмий (в виде губчатой массы) имеет теплоемкость 0.03063, родий 0.05408, иридий 0.0363 (прежде 0.03683), алюминий, или глиний с фабрики Руссо (содержащий 2.87% кремния, 2.4% железа, 6.38% меди) 0.20556 (откуда по вычислению теплоемкость чистого глиния 0.2181), глиний более чистый (содержащий до 2% железа) 0.21224 (чистого по вычислению 0.2143), кобальт 0.10696, никкель 0.11095, натрий 0.2934, теллур неперегнанный 0.05165, перегнанный 0.04737, селен металлический близ

[10] Блестки эти не есть ли кристаллическая окись хрома? Они очень сходны с тою окисью, которая получается при прокаливании CrO^2Cl^2, как по твердости, так и по свойствам.

[11] Regnault, Ann. de chim. et phys., 1856, XLVI, p. 257.

температуры кипения воды 0.07616, а при 15° до 20° Ц 0.07446, стекловидный селен при 80° или около 0.1031, а при 20° Ц. 0.7468. Кроме того, Реньо нашел, что температура, при которой кристаллизуется расплавленный натрий, есть 97.63° Ц., калий 55.43°.

Между общими заключениями этой статьи г-на Реньо находим новое подтверждение того, что закон Дюлонга и Пти (о том, что произведение из теплоемкости на пай есть величина постоянная) не вполне точен, и что при умножении теплоемкости на пай получается число, изменяющееся от 36 до 42. Из этого видно, что пай глинозема есть тот, какой дает Берцелиус, т. е. = 171, пай натрия = 144, т. е. половине пая, принятого Берцелиусом. Для иридия произведение из теплоемкости на пай = 44.7, что́ более обыкновенного и зависит от того, вероятно, что металл не чист и пай его не вполне точно известен.

Причина неточности закона Дюлонга и Пти, по мнению Реньо, заключается в том, что тела находятся в различных условиях относительно строения и относительно близости к переходу в различные состояния. Это вполне очевидно из того, что одно и то же тело, при различных температурах, и особенно в различных состояниях, имеет весьма различную теплоемкость.

Произведение теплоемкости кислорода, азота и водорода на пай = не более 24.0, тогда как газообразный хлор, близкий к точке кипения и резко не повинующийся закону Мариотта, дает произведение 29.5. Притом подобные газы при разных температурах имеют различную теплоемкость.

При исследовании теплоемкости соответствующих соединений лития и натрия, г. Реньо нашел, что *для тел сходственного химического состава произведение из теплоемкости на пай становится тем меньшим, чем менее пай* ([l. c.] стр. 278).

Согласование температуры кипения и состава. Когда *Гофман*[12] в письме к Дюма думал определить формулу состава хлористого титана, на основании разности в температурах кипения бромистого (230° Ц по Дюма) и хлористого (135° Ц по Дюма) титана, тогда Копп[13] ограничил свое прежнее правило, послужившее для Гофмана началом. Копп прежде говорил: известная разность в составе определяет

---

[12] H. W. Hofmann, Ann. de chim. et phys., 1856, XLVII, p. 164.
[13] H. Kopp, ibid., p. 166.

постоянную разность в точке кипения. Если пай хлора заменяет пай брома, то температура кипения уменьшается на 32° или около. Например, треххлористый фосфор PCl^3 кипит при 78° Ц, а трехбромистый фосфор PBr^3 при 175° Ц. Разность состава 3(Br — Cl), разность температуры кипения 3(32.5). Точно то же для многих других тел. Оттого Копп, заметивши, что разность в температурах кипения хлористого (59° Ц) и бромистого (153° Ц) кремния = 3(31.5), полагал, что состав обоих есть $SiCl^3$ и $SiBr^3$ и кремнезема SiO^3 (как Берцелиус): потому и Гофман думал, что разность в температуре кипения хлористого и бромистого титана соответствует 3 паям хлора и брома [= 3(31.3)] и что хлористый титан есть $TiCl^3$, а окись титана TiO^3.[14]

В настоящее время Копп, на основании многих соображений и своих многочисленных опытов, полагает, что точка кипения, равно как и все физические свойства, *не вполне и не всегда* согласуется с составом, а потому и не может служить верным ручательством за состав. Должно заметить, что это еще раньше много раз было замечено другими исследователями, например, Л. Гмелиным, Берцелиусом, Шредером и другими.

Опыты с фосфорическими телами. Опыты эти, столь интересные для теории происхождения света, были весьма удачно произведены г-ном *Стоксом*.[15] Для исследования слабофосфорических тел Стокс клал их между двумя окрашенными, но прозрачными телами, цвета которых служат вполне дополнительными друг до друга, так что чрез оба тела свет не проходит. На первое, цвет которого пропускает лучи более преломляемые (содержащие больше химических и фосфоризующих лучей), падает свет солнца и, проходя, освещает испытуемый предмет, на который смотрят чрез второе прозрачное тело, окрашенное дополнительным цветом. Если бы испытуемое тело само по себе не производило света, то его и не было бы видно чрез второе тело (дополнительного цвета), но если взять фосфорическое тело, то второе тело дополнительного цвета поглотит отраженные лучи и только часть, происшедшую от фосфоричности, тогда как другая часть будет проходить, и свет будет виден.

---

[14] Эта формула, как и формула SiO^3, противоречит не только многим другим свойствам, но и особенно удельному объему паров хлористых соединений.

[15] Stokes, Ann. de chim. et phys., LXVI, p. 380.

Видоизменяя опыты, можно с большою точностью исследовать явления фосфоричности, происходящей от освещения, что до сих пор было весьма затруднительно.

Видоизменения серы. По опытам г-на *Магнуса*[16] очевидно, что в сере, несколько раз расплавленной и быстро охлажденной, заключаются четыре видоизменения: сера желтая растворимая (обыкновенная), сера желтая нерастворимая, сера черная (также нерастворимая в сернистом углероде) и сера красная растворимая. Таким образом, в настоящее время мы имеем шесть видоизменений серы: 1) ромбическая сера, 2) моноклиноэдрическая, 3) желтая нерастворимая, 4) красная нерастворимая, 5) красная растворимая и 6) черная.

Кремний, или силиций. Кремний получен в отдельном состоянии в первый раз Берцелиусом, но только в последнее время (1854 г.) Девилль, растворяя алюминий, или глиний (получение которого мы описываем вслед за сим), в соляной кислоте, получил чистый кристаллический кремний. Тот же ученый получил кремний, накаливая алюминий в парах хлористого или фтористого кремния. В настоящее время *Вёлер*[17] получил то же простое тело при добывании алюминия из криолита (при нагревании с натрием) в гессенском тигле. При этом разлагался кремнезем тигля, и полученный кремний смешивался с глинием, восстановляющимся из криолита. Растворяя глиний в соляной кислоте, получим кремний. Он получается также при сплавлении глиния с $KF + SiF^2$. Он образует хрупкие кристаллики, или чешуйки темно-серого железного цвета с металлическим блеском. В этом состоянии кремний совершенно сходен с графитом, получающимся при проплавке чугуна. Как графит происходит в присутствии железа и выделяется при медленном охлаждении чугуна, так кремний относится к глинию. Кремний очень тверд, режет стекло, но чертится топазом. Удельный вес 2.490. Он хороший проводник электричества, подобно графиту и металлам. При нагревании до бело-красного каления в струе кислорода кристаллический кремний не окисляется, тогда как порошковатый кремний, полученный Берцелиусом, окисляется весьма легко. При накаливании с угле-

[16] Magnus, Ann. de chim. et phys. (3), 1856, XLVII, p. 194; Pogg. Ann., XLII, p. 308.

[17] Wöhler, Pogg. Ann., XCVII p. 484; Ann. de chim. et phys. (3), 1856, XLVII, p. 116; Chem. Centralbl., 1856, p. 140.

кислым кали, кремний разлагает углекислоту, превращаясь в кремнезем. Ни одна кислота, даже плавиковая, не действует на кремний: потому его легко очистить, нагревая в кислотах, особенно в плавиковой, которая растворяет примесь кремнезема. Раствор кали медленно действует на кремний, причем отделяется водород; в струе хлора кремний превращается в хлористый кремний.

По определению *Сенармона*[18] и *Деклюазо*, кремний принадлежит к телам правильной кристаллической системы, что доказывается тем, что [он] иногда получается в виде правильных октаэдров, а в другой своей форме имеет наклонение площадей 70°32′, свойственное правильному тетраэдру; замечательно то, что при этом весьма часто кристаллы кремния имеют вид гексагональных призм и ромбоэдров, так что Сенармон полагал вначале, что кремний принадлежит к ряду ромбоэдрических металлов. Оказалось, что гексагональные призмы произошли от удлинения ромбического додекаэдра (гранатоэдра) по оси, соединяющей трехгранные углы, а ромбоэдры суть не что иное, как октаэдры, в которых выпали две параллельные плоскости. Это есть один из новых случаев, где формы различных систем ясно переходят друг в друга, что видно из весьма многих исследований нового времени (Пастера, Лорана, Кокшарова, Ладрея, Шабуса, Ш. Девилля и других).

Фабрикация алюминия, или глиния. Металл, содержащийся в глине, в последнее время получил весьма важное значение в ряду тел, обещающих весьма большое распространение и употребление. Он, как известно, отличается множеством превосходнейших качеств. Серебристый белый цвет, неокисляемость на воздухе, даже при накаливании с селитрой, и звучность ставят его в ряд с серебром и золотом, а ковкость, легкоплавкость и тягучесть делают его способным принимать всевозможную обработку. Глиний нерастворим в азотной и серной кислотах, не соединяется с серою при сплавлении с нею или с сернистым калием, не переходит в раствор при кипячении с раствором поваренной соли и уксусной кислоты (серебро и золото при этом отчасти растворяются); он в четыре раза легче серебра (удельный вес = 2.58). Все это делает глиний незаменимым металлом для множества технических употреблений и осо-

---

[18] Sénarmont, Ann. de chim. et phys., 1856, XLVII, p. 169. Compt. rend., XLII, p. 313.

бенно для кухонной и столовой посуды. Если бы цена глиния была равна цене серебра, то все же предметы, сделанные из глиния, обходились бы в 4 раза дешевле серебряных, потому что глиний в 4 раза легче серебра. Первоначально цена глиния была весьма высока; но ныне она уже не выше цены серебра, и, вероятно, скоро еще значительно уменьшится. Причина того заключается в дешевом способе получения натрия, по способу Девилля, описанному[19] вместе со способом, употребляемом на Жавельской фабрике и на фабрике Руссо для получения глиния в большом виде. Опишем же сперва фабрикацию натрия, а потом и самого глиния, если не в частностях, то, по крайней мере, в общих чертах.

30 кг[20] хорошо высушенных и измельченных кристаллов соды (углекислого натра) смешивают с 13 кг масла и 5 кг сухого мела. Смесь кладут в железную бутылку, например, такую, в какой привозят ртуть. Печь и приемник устроены, и вся операция ведется почти так, как это описали Брунер, Донни и Мареска. Должно только все дело вести скоро, тогда оно идет весьма легко, так что в настоящее время в Париже килограмм натрия обходится не более, как в 10 франков ($2^1/_2$ руб.).

Другой продукт, необходимый для получения алюминия, есть хлористое его соединение. Для получения его смешивают по способу Гэ-Люссака и Тенара 100 частей глинозема, полученного чрез прокаливание аммониакальных квасцов, с 40 частями угля и образуют тесто с небольшим количеством масла; все это накаливают в реторте в струе высушенного хлора. Образующийся нечистый хлористый глинозем пропускают чрез накаленное докрасна железо, чтоб превратить примесь двух-треххлористого железа в однохлористое железо. Пары таким образом очищенного хлористого алюминия пропускают чрез тарелки с натрием. При этом одна часть хлористого глиния разлагается, выделяя металл и способствуя образованию хлористого натрия, с которым и соединяется другая часть хлористого глиния. Обе последние примеси легко отделяют от глиния кипячением с водою. Получающаяся двойная соль хлористого глиния и хлористого натрия может с большою пользою итти снова для получения глиния. Для этого всего лучше нагревать смесь

---

[19] H. Sainte-Claire Deville, Ann. de chim. et phys., 1856, XLVII, p. 415.

[20] Килограмм = 2.44 русских фунта.

400 частей этой двойной соли, 200 частей фтористого кальция, 200 частей поваренной соли и 75—80 частей натрия в тигле. После проплавки получается около 25 частей глиния. Полученный этими или некоторыми другими способами глиний не вполне чист; он содержит примеси меди, железа, кремния и др. Все эти примеси значительно вредят достоинству глиния, делая его хрупким и не столь способным к кованию. Усилия Девилля в настоящее время устремлены к тому, чтобы получить чистый глиний, свободный от вредящих ему примесей. Заметим здесь, что в настоящее время глиний введен уже в употребление: им заменяют серебро для столовых ножей, отливают из него орлы для знамен французской армии, где хотят по возможности увеличить употребление этого легкого металла. Сплавляясь с другими металлами, глиний значительно изменяет их свойства. Малая примесь глиния к меди делает последнюю твердым, трудно окисляемым металлом белого цвета.

Все это придает весьма высокое значение описанному металлу и, вероятно, недалеко то время, когда фабрикация глиния будет производиться в больших размерах, и тогда металл будет стоить весьма дешево.

Припомним при этом, что глиний получен в первый раз Вёлером в 1827 г.[21] при действии калия на хлористый глиний и описан как бурый порошок. В 1845 г.[22] тот же ученый получил глиний в виде металлических зерен, разлагающих воду при температуре кипения воды (от примеси калия). В 1854 г. г. Сен-Клер Девилль[23] дал легчайший способ получения чистого глиния, указал будущее техническое значение и описал главнейшие свойства как весьма постоянного металла, не изменяющегося ни от кислот, ни от нагревания. Вскоре Бунзен[24] получил глиний гальваническим путем, разлагая расплавленную двойную соль хлористых натрия и глиния, а Генрих Розе — сплавляя криолит с натрием.[25]

---

[21] Wöhler, Pogg. Ann., XI, p. 146.

[22] Wöhler, Lieb. Ann., LIII, p. 722.

[23] H. Sainte-Claire Deville, Compt. rend., XXXVIII, pp. 279, 555; XXXIX, pp. 321, 535, 771, 909; XL, p. 1238; L'Institut, 1854, pp. 45, 105, 277; 1855, №№ 1120, 1146; Lieb. Ann., XCIII, p. 365; Arch. d. sciences phys. et natur., XXXV, p. 288; Journ. f. pract. Chem. XLI, p. 385; LXII, p. 83; LXIII, p. 113; Pogg. Ann., XCI, p. 494; Ann. de chim. et phys. (3), XLIII, p. 5, 33. Dingler's Polytechn. Journ., CXXXVII, p. 1—139, p. 204.

[24] Bunsen, Pogg. Ann., XCII, p. 648.

[25] H. Rose, Ibid., XCVI, p. 152; L'Institut, 1855. № 1146; Ann. de chim. et phys (3), XLV, p. 369.

О том же металле в последнее время писали Дюма и Балярд[26], Дикк[27], Тиссье[28], Уаттсон[29], Шапелль[30] и другие.

Водная окись железа, измененная от нагревания. *Пеан де Сен-Жиль*[31] нашел, что водная окись железа ($Fe^2O^3 + 1^1/_2$ HO, если высушена под колоколом воздушного насоса, по анализам Берцелиуса и самого автора), полученная чрез осаждение из дву-, треххлористого железа, при продолжительном нагревании в кипящей воде, не только теряет часть воды (и превращается в $Fe^2O^3 + HO$), но и приобретает другие свойства. Неизмененная водная окись, составляющая ржавчину, имеет охряной желтый цвет, легко растворима в соляной, азотной и серной кислотах, а также и в уксусной кислоте, если только водная окись хорошо промыта и не содержит следов аммиака. Чрез подобное растворение получается жидкость темнокрасного цвета, какой вообще свойствен раствору солей окиси железа. Неизмененная водная окись железа, в прикосновении с раствором синильного кали и уксусной кислоты, легко превращается в берлинскую лазурь. Нагретая до темнокрасного калильного жара, неизмененная водная окись раскаливается и превращается в безводную окись (Fe^2O^3), нерастворимую в азотной кислоте и имеющую все свойства природного красного железняка, т. е. вишнево-красный цвет, известную теплоемкость и т. д.

Та же самая неизмененная водная окись железа, нагретая в продолжение 7—8 часов в кипящей воде, имеет цвет кирпично-красный, сходный с цветом красного железняка; она едва растворяется в крепкой и кипящей азотной и соляной кислотах. Видоизмененная водная окись железа в прикосновении с раствором синильного кали и уксусной кислоты вовсе не дает берлинской лазури, а нагретая до темнокрасного каления, не раскаливаясь, превращается в безводную окись, с которою долго смешивали описываемую окись, состав которой есть $Fe^2O^3 + HO$.

Оба видоизменения водной окиси железа, т. е. бурое и красное, встречаются в природе и имеют сходные свойства

---

[26] Dumas, Compt. rend. XL, p. 1296. — Balard, ibid.
[27] Dick, Phil. Mag. (4), X, p. 364.
[28] Tissier, Compt. rend., XL, p. 1212.
[29] Wattson, Phil. Mag., (4), X, p. 143; Arch. d. sciences phys. et natur., XXIX, p. 750.
[30] Chapelle, Compt. rend. XXXVIII, p. 358.
[31] L. Péan de Saint-Gilles, Ann. de chim. et phys. (3), 1856, XLVI, p. 47.

с искусственными. При нагревании уксуснокислой окиси железа получается красное видоизменение. Чистый раствор уксуснокислой окиси железа имеет цвет красного вина. При нагревании он переходит в более темный, потому что из жидкости отделяется уксусная кислота и получается основная соль, содержащая избыток окиси железа, который и выделяется, от прибавления какой-либо другой соли или кислоты, в виде основной соли прибавленной кислоты. При кипячении раствора уксуснокислой окиси железа выделяется красное видоизменение водной окиси $Fe^2O^3 + HO$. Если раствор уксуснокислой окиси железа нагреть почти до 100° Ц в закрытом сосуде, то соль также разлагается и выделяет красную водную окись железа, хотя уксусная кислота и остается в жидкости. Полученная последним способом водная окись железа имеет совершенную прозрачность и так пополняет сосуд, что присутствие осадка незаметно, если смотреть сквозь стклянку, но при отражении света видно, что жидкость сделалась густою и мутною. Под микроскопом осадка незаметно. Вкус жидкости показывает совершенное отсутствие растворимой соли. То же самое видно и из того, что синильное кали не дает берлинской лазури, а родановое кали не усиливает красного цвета жидкости. Прибавление малейшего количества серной кислоты или щелочной соли производит полное превращение невидного и плавающего осадка в видимый студенистый осадок красного цвета, нерастворимый в холодных кислотах и имеющий все признаки красного видоизменения водной окиси железа. Итак, при нагревании уксуснокислого железа в закрытом сосуде выделяется осадок, висящий в жидкости или наполняющий ее и выделяющийся в обыкновенном, ясно видимом состоянии от прибавления солей и даже от кипячения. Из этого видно, что красный водный окисел железа $Fe^2O^3 + HO$ имеет свойство с уксусной кислотой давать основные соли и жидкость, в которой однообразно плавает окись.

Последнее очевидно из того, что красная водная окись железа, нерастворимая в холодных крепких кислотах, в прикосновении с слабою уксусною или с весьма слабыми азотною или соляною кислотами, дает точно такую же однородно мутную жидкость, какая получается при кипячении раствора уксуснокислого железа в закрытом сосуде. Это явление представляет прекрасный пример того, что химически разнородные вещества, не соединяясь, уже действуют друг на друга; именно в этом случае уксусная и слабые кислоты позволяют водной красной окиси железа мель-

чайшим образом чисто механически распространяться в жидкости. Названные кислоты мешают своею притягательною силою осаждаться окиси на дно сосуда. Такова же, вероятно, причина растворения берлинской лазури в щавельной кислоте. Еще раньше Вальтер Крум[32] показал подобное же явление в отношении к уксуснокислому глинозему.

Названные исследования весьма важны для техники, где уксусные соли глинозема и окиси железа имеют большое употребление.

Отношение между окисью углерода и муравьиною кислотою. По опытам *Бертело*,[33] отношение это одинаково с тем отношением, какое существует между светильным газом (этерен, или эфилен, или маслородный газ) и алкоолем. Светильный газ C^4H^4, в присутствии воды, медленно образует алкооль $C^4H^6O^2$, [34] и алкооль в присутствии крепкой серной кислоты распадается на воду и светильный газ. Точно так же из окиси углерода C^2O^2 и воды медленно может быть (в закрытом сосуде) получена, в присутствии щелочи при 100°, муравьиная кислота $C^2H^2O^4$, как показали последние опыты Бертело, и муравьиная кислота, смешанная с серною, дает окись углерода и воду. Этим способом из чисто неорганических элементов, каковы вода и окись углерода, получается органическая кислота. Действие совершается, впрочем, довольно медленно. На основании того, что окись углерода и вода дают муравьиную кислоту, Бертело искал способа приготовлять последнюю из щавелевой кислоты $C^4H^2O^8$ ($= C^4O^6 + 2HO$), которая, как известно, распадается, при нагревании с кислотами, на углекислоту и окись углерода. И действительно, в присутствии глицерина или маннита, окись углерода в момент отделения из щавелевой кислоты соединяется с водой и дает муравьиную кислоту. Опыт производится в реторте, нагретой до 100° Ц, причем 1 часть глицерина смешивается с 1 частью кристаллической щавелевой кислоты и получается в приемнике $^1/_3$ по весу муравьиной кислоты. Известное количество глицерина может служить для неопределенно большого количества муравьиной кислоты. Если смесь глицерина и щавелевой кислоты нагреть до 100°, то отделяется углекислота и муравьиная

---

[32] Walter Crum, Ann. de chim. et phys. (3), XLI, p. 185.
[33] Marcelin Berthelot, Ann. de chim. et phys., 1856, XLVI, p. 477.
[34] Berthelot, L'Institut, 1855, № 1143.

кислота, но при 200° отделяется окись углерода, потому что сама муравьиная кислота вновь распадается.

Бертело исследовал также поглощение окиси углерода раствором полухлористой меди, что было замечено Лебланом,[35] и получил нерастворимое кристаллическое соединение, содержащее вначале $4Cu^2Cl$, 3CO, 7HO, и после некоторого разложения — Cu^2Cl, CO, 2HO. Это соединение не есть следствие простого поглощения или раствора, но образуется по какой-то нам еще неизвестной силе сродства, т. е. это есть исключительное явление, обещающее многие новые. Бертело сравнивает это соединение с соединением воды и хлора, воды и сернистого водорода,[36] хлороформа и сернистого водорода,[37] камфоры с бромом, хлористым водородом, безводною серною кислотою, серноводородом и другими,[38] сернистого углерода и воды и др. Этот замечательный ряд соединений требует еще большего изучения и, вероятно, приведет к решению многих важных вопросов химии.

Состав хлопчатобумажного пороха, или пироксилина. Состав хлопчатобумажного пороха, а также и его химическое строение, были вновь изучены *Бешаном*.[39] Предлагаем те выводы, каких достиг он. Пироксилин образуется из клетчатки при действии азотной кислоты и при выделении воды. При этом строение клетчатки не изменяется, а только на место водорода вступает радикал NO^4 или на место воды NO^5, что видно из того, что при действии кали получается из пироксилина вновь клетчатка, со всеми своими свойствами. То же явление замечается с ксилоидином, азотистым гумми, азотистыми маннитом, кверцином, глицерином и эфиром. Отсюда можно заключить, что во всех их элементы NO^4 играют совершенно одинаковую роль. Она одинакова при том той роли, в какой те же элементы находятся в азотнокислых солях; ибо азотнокислое KNO^6 кали есть едкое кали HKO^2, водород которого замещен группою NO^4. При действии серной кислоты на пироксилин выделяется азотная кислота, как из азотнокислых солей. Обрабатывая азотнокислые соли железом и уксусною кислотою, получаем аммиак; то же замечается и при пироксилине, если смешать его с уксуснокислою закисью железа. Итак, пироксилин есть соединение,

[35] Leblanc, Compt. rend., XXX, p. 483.
[36] Wöhler, Lieb. Ann., XXXIII, p. 125.
[37] Gerhardt, Chim. organ., I, p. 602.
[38] Bineau, Ann. de chim. et phys. (3), XXIV, p. 326.
[39] A. Bechamp, Ann. de chim. et phys. (3), 1856, XLVI, p. 338.

сходное с азотнокислыми солями и особенно с соединениями глицерина. Если состав клетчатки есть $C^{24}H^{20}O^{20}$, то пироксилин есть водная соль, содержащая 5 паев азотной кислоты вместо 5 паев воды $C^{24}H^{15}O^{15}(NO^5)^5 + 2HO$ или $C^{24}(NO^4)^5H^{15}O^{20} + 2HO$. Между этим соединением и клетчаткою хорошо известны два промежуточные: трехазотнокислая клетчатка $C^{24}H^{17}O^{17}(NO^5)^3$ и четырехазотнокислая клетчатка $C^{24}H^{16}O^{16}(NO^5)^4 + HO$. Новость взгляда Бешана состоит в особенности в том, что, по его мнению, здесь NO^4 входит не в виде металептической группы, как думали прежде, а в виде группы, соединенной подобно тому, как радикалы кислоты соединяются с глицерином. Словом, NO^4 заступает место водорода сочетаний, а не водорода металепсии.

Мускульное дыхание во время сокращения. Оно открыто Маттеучи.[40] Гумбольдт, Валентин и Либих-сын показали, что мускулы в состоянии покоя изменяют воздух, отделяя углекислоту и поглощая кислород, как при дыхании. Маттеучи заметил ныне, что это мускульное дыхание значительно усиливается, если мускулы приходят в движение, например, сокращаются от действия тока. Для опытов итальянский ученый брал лягушек (высшие животные быстро после смерти теряют способность сокращаемости мускулов), очищал их от крови и помещал в определенный объем воздуха. Тогда, пропуская ток чрез нервы лягушки (сокращение происходит даже тогда, когда произведен ток от растворения 0.000 000 007 г цинка), замечают, что по истечении некоторого времени объем газов уменьшается, а химический анализ показывает, что при этом кислород поглощается, а углекислота выделяется. Тридцать четыре грамма препарированных мускулов лягушки, приводимых в сокращение гальваническим током, до тех пор, пока они больше не перестанут двигаться, поглощают 0.0018 г кислорода и отделяют 0.0022 г углекислоты. При этом также выдыхается или отделяется азот. Явление не изменяется до тех пор, пока мускулы не потеряют способности сокращаться, а также и от того, что вместо воздуха будет взят кислород или водород. Только в обоих последних случаях явление остается неизменным в продолжение весьма небольшого промежутка времени, но после изме-

---

[40] Ch. **Matteucci**, в «Исследовании химических и физических явлений живого тела», помещенном в «Nuovo Cimento», 1856 г. и, в виде извлечения, в Ann. de chim. et phys., 1856, XLVII, p. 129.

няется, что замечается еще скорее тогда, когда воздух заменен сернистым водородом или сернистою кислотою. Присутствие углекислоты в воздухе уменьшает количество вновь отделяющейся, и потому весьма полезно под колокол, в котором производят опыт, класть кусок сырого едкого кали, дабы поглощалась вся углекислота, образующаяся от мускульного дыхания. Опыты в водородном газе и с мускулами, очищенными от газов, показали, что углекислота отделяется не прямо от окисления посредством кислорода воздуха, а от изменения, происходящего внутри мускулов, т. е., что кислород, поглощаемый при мускульном дыхании, не прямо превращается в углекислоту, а только служит к образованию вещества, дающего углекислоту. Последнее видно из того, что в водороде скоро прекращается отделение углекислоты, т. е. разлагается все вещество, дающее углекислоту, а вновь образоваться оно не может, потому что нет в окружающем воздухе кислорода. Атмосфера, окружающая мускулы, ускоряет или замедляет продолжительность способности сокращаться, что показали уже ранее Гумбольдт и Либих-сын и что особенно ясно видно из того, что в стклянке без кали (где накопляется углекислота) сокращение прекращается в 10—15 минут, а в стклянке с кали (где образующаяся углекислота тотчас поглощается) оно длится 20—30 минут. Мы не считаем нужным прибавлять что-либо о важности этих исследований для физиологии, особенно для объяснения явлений дыхания, животной теплоты и движения мускулов.

Температура сокращающихся мускулов. Температура эта постоянно выше температуры окружающей соединительной ткани и мускулов, находящихся в покое, как показали прекрасные исследования Беккереля над живыми теплокровными животными. Это явление, по мнению Беккереля, зависит от того, что к сокращающимся мускулам живого тела увеличивается приток крови. Маттеучи[41] убедился в том, что это возвышение температуры сокращающихся мускулов происходит прямо вследствие этого сокращения, потому что Маттеучи заметил ясное возвышение температуры в мускулах мертвой лягушки, когда удален был избыток крови и пропущен ток, приводящий мускулы в движение. Итак, сокращение мускулов сопровождается дыханием и возвышением температуры, кроме того еще и явлением тока.

[41] Matteuci, см. предыдущую заметку. Ann. de chim. et phys., 1856, XLVII, p, 139.

Гальванический ток в сокращающихся мускулах. Ток этот, открытый *Буа Реймоном*, происходит, по исследованию Маттеучи,[42] тогда, когда при сокращении мускулов их дыхание и теплота увеличиваются. Опыты производились также с лягушками, как и прежде, и с электрическим угрем. Этим вполне объясняется производное индуктированное сокращение мускулов (la contraction induite), замеченное Маттеучи в 1842 г. и состоящее в том, что сокращение известного мускула оказывает влияние на соседний нерв, и оттого мускулы, с которыми он сообщен, приводит в движение.

Работа мускулов. Маттеучи[43] определил, что длинный мускул ног лягушки (m. gastrocnemii — м[ускул] икры в ногах) весом 0.32 г способен от своего сокращения, произведенного посредством тока, поднять тяжести: 100 г — на высоту 0.84 мм (=0.00084 м), 70 г — на высоту 1.130 мм, 40 г — на высоту 1.270 мм и 10 г — на высоту 1.412 мм. Посему работа мускулов в течение одного сокращения (принимая последние числа) = 0.01032 кг (=0.32 г + 10.0 г), умноженным на 0.001412 м = 0.00002457 килограммометрам то есть во время одного сокращения мускул лягушки поднимет 0.00001457 кг (или 0.0034 золотника) на высоту 1 м (или 1 аршина 4 вершков). В течение 1 секунды мускул (мы говорим о мускуле икры) лягушки совершает 3 сокращения, т. е. в течение 10 минут 10 мускулов совершат 18 000 сокращений и подымут 0.262 кг на 1 м, т. е. мускульная работа 10 мускулов (икры) лягушки в течение 10 минут = = 0.262 кгм.

Ту же работу мускулов можно, примерно, вычислить, зная работу теплоты[44] и количество теплоты, отделяющейся при образовании всей углекислоты, происходящей от сокращения 10 мускулов в течение 10 минут. Примем, что работа теплоты = 423.5 кгм, что 5 лягушек в течение 10 минут поглощают 0.001802 г кислорода и что 1 кг кислорода, образуя с углеродом углекислоту, отделяет 3030 единиц теплоты (по опытам Фавра и Зильбермана); находим, что механическая работа 5 лягушек в течение 10 минут (т. е.

---

[42] Matteuci, ibid., p 141.

[43] Matteuci, ibid., p. 148.

[44] Работа теплоты, или механический эквивалент теплоты показывает, какую тяжесть в состоянии поднять на 1 м теплота, необходимая для того, чтобы нагреть единицу веса воды на 1° Ц. По опытам Юле [Джоуля] (1850) он = 423.5, по Купферу = 453.

механическая работа, происходящая от превращения 0.001802 г кислорода в углекислоту) = 2.3125 кгм. Так как вес 10 длинных мускулов (икры) лягушки относится к весу 5 лягушек, как 1 : 7.76 (из нескольких опытов), то и очевидно, что работа 10 длинных мускулов, вычисленная из количества отделяемой теплоты, $= \frac{2.3125}{7.76}$ кгм, т. е. = 0.298 кгм. Итак, вычисленная работа мускулов почти равна найденной по опытам (0.262). Очевидно, что со временем все эти опыты и вычисления будут произведены с большею противу нынешнего точностью, но и теперь уже довольно ясно видно, что химический процесс и механическое явление и в живом теле, как и вне — в машинах, находятся в прямом согласии.

Таким образом, мы начинаем восходить до изъяснения главнейших явлений движения животных: оно, как и теплота сокращающихся мускулов, как и ток, в них возбужденный, есть следствие химического процесса, подобно тому, как движение паровоза есть следствие химического процесса, происходящего в очаге его, подобно тому, как гальванический ток есть следствие химического процесса в самой батарее, подобно тому, как жар свечи зависит от химического процесса, которому подвергается стеарин или сало. Основное явление мускульного сокращения есть химический процесс, его причина в действии нервов (или тока, когда производят искусственные опыты).

Влияние азотнокислых солей на растения. Явление это до сих пор было мало известно. Либих думал даже сначала, что примесь азотнокислых солей не оказывает плодотворного влияния на почву. Строгие опыты последующего времени показали, напротив того, что удобрение азотнокислыми солями весьма благотворно. Это показали опыты Давида Барклая, Пузея и Гильберта в Англии и Кульмана и Исидор-Пиерра во Франции. Узнали потом, что в воздухе и дождевой воде находятся и образуются азотнокислые соли, употребляемые на пищу растений, что видно из исследований Бино. Анализы многих плодоносных почв показали значительное содержание селитры; в самих растениях, например в свекловице, табаке, постенке (Parietaria) и других, открыта готовая селитра. Известно притом, что почва способна образовать селитру из воздуха, если содержит щелочи, и представляет пористую массу (Клöц) и что все азотистые вещества, не исключая и аммиака, способны превращаться, в прикосновении с озоном, в азотную кислоту (Шенебейн,

Гузо и др.). Все это делало почти несомненным предположение нового времени, что азотнокислые соли имеют важное значение при питании растений. Кульман, заметивши, что водород в момент своего образования легко превращает азотнокислые соли в аммиак, полагал, что азотнокислые соли потому только полезны, что могут образовать аммиак, и что на поверхности почвы аммониакальные вещества превращаются в азотнокислые, которые, уходя с водою в глубину почвы, там вновь превращаются в аммониакальные соединения. Новейшие опыты Буссенго[45] и Вилля[46] доказали, что растения могут прямо поглощать азотнокислые соли и уже после поглощения часть или вся соль разлагается: щелочь идет на образование органических солей, столь необходимых для растений, а азотная кислота служит для образования азотистых (белковинных) веществ, составляющих во всех отношениях самую существенную часть растения, хотя и малую по количеству. Буссенго, столь много сделавший для физиологии растений, доказал это тем, что в растении, взросшем на почве из чистого песку и селитры, нашел именно столько щелочи и азота, сколько заключается их в том количестве селитры, которое поглощается из почвы. Для того садят семя растения в почву из чистого песку и M частей селитры. В семени определяют N частей азота. Когда вырастет растение, определяют M', т. е. сколько осталось селитры в почве и сколько находится (K) щелочи и азота (N') в происшедшем растении. Находят, что количество поглощенной селитры ($M - M'$) вполне соответствует (K) количеству щелочи в растении, а количество азота (N') в растении равно (N) количеству азота в семенах и азота в поглощенной селитре ($M - M'$), т. е. весь азот селитры, как и азот аммиака, способен превращаться в органическое вещество. Потому азотнокислые соли имеют для растений то же значение, как и аммиак.

Вода кипящего озера в Новой Зеландии. По анализам графа *Понтеля*,[47] вода кипящего озера в Новой Зеландии содержит весьма много кислот, особенно хлористоводородной (до 10.4% на 100 частей) и солей, особенно гипсу и дву-, треххлористого железа, она совершенно прозрачна, желтого цвета и плотности 1.0826.

---

[45] Boussengault, Ann. de chim. et phys., 1856, XLVI, p. 5 и 225.
[46] G. Wolle, ibid, 1856, XLVI, p. 314.
[47] Ann. de chim. et phys., XLVI, p. 233.

Журнал министерства народного просвещения, 1857, № 2. Отдел VII «Новости и смесь», стр. 45—76.

НОВОСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

II

Разложение воды слабым током и электрическою машиною. Разложение это было произведено *Буффом* [1] для разрешения вопроса: способны или нет сложные жидкости проводить электричество и проходит ли часть его в то время, как другая производит разложение? Буфф дает утвердительный ответ на этот спорный вопрос науки и разрешает его опытом разложения воды током, происходящим от трения в электрической машине. Для того полюсы электрической машины были сообщены с двумя сосудами, в одном из которых была слабая серная кислота, а в другом чистая вода. Платиновые электроды особого устройства в обеих жидкостях были прикрыты маленькими, разделенными на части, колоколами. По прошествии 90 минут от вращения машины на отрицательных электродах наблюдено 27.954 мм газов в слабой серной кислоте и 27.268 в чистой воде. Различие в количествах должно приписать только одному различию в растворимости полученных газов в разных жидкостях. Важнее всего то, что полученный газ не есть чистый водород, а смесь его [с кислородом]. Этих примесей получается еще больше, когда где-нибудь прервем проволоку и заставим проходить ряд искр. Это показывает, что часть воды разложилась от действия тока, а другая — от действия теплоты, т. е. часть тока прошла чрез жидкость, и, нагревши ее, разложила, а другая прямо действовала электролитически, разлагая воду. Первая часть одновременно на обоих электродах образовала водород и кислород, потому к водо-

---

[1] H. Buff, Arch. d. sciences phys. et natur. (Biblioth. univers. d. Genève), 1856. XXXI, p. 199.

роду, собранному на отрицательном электроде, примешан кислород. Это ясно показывает, по замечанию Буффа, что часть тока может проходить чрез жидкости. Этого нельзя заметить в обыкновенных электролитических опытах, потому что электроды всегда ставят столь далеко и ток проходит столь медленно, что не может быть возвышения температуры, необходимого для второстепенного разложения воды, по крайней мере в значительном количестве.

Отношение между ветрами и дождями в России. Г-н академик *Веселовский*[2] старался изучить этот предмет в отношении к России. Известно, что тяжелый, холодный и сухой ветер северных стран, по своей тяжести и от движения земли, постоянно направляется с северо-востока (NO) и что теплый, легкий и влажный воздух экваториальных стран идет постоянно с юго-запада (SW). Если бы над нами дул постоянно NO, то страна наша была бы столь же суха, как Сахара; если бы всегда господствовал SW, то было бы столь дождливое время, что никакое хозяйственное предприятие, даже самая жизнь, были бы невозможны. Среднее явление — смена сухой и дождливой погоды, зависит именно от преобладания NO или SW или другого ветра, ими произведенного. Теплый и влажный SW, подвергаясь в наших странах охлаждению, дает дождь. Оттого при северных и особенно NO ветрах бывает меньше дождей, чем при южных и SW. Леопольд фон-Бух, для доказательства этого теоретического вывода, в 1818 г. проследил метеорологические наблюдения, произведенные в Берлине, и нашел фактическое подтверждение этих соображений (Записки Берлинской академии, 1818—1819, стр. 101). Гаспарен сделал то же для многих других мест Европы (Biblioth. univers. d. Genève, XXXVIII, p. 180), и Шюблер, точно исследовавши среднее направление ветра в Германии, пришел к тому же заключению (Schweigers. Neues Journ., XXV, p. 135). То же нашли Кемц (Lehrb. d. Metheorol., I, p. 433; Bull. de l'Acad. de Belgique, 1855, XXII, p. 143, Metheor. Unters. Berl. 1837, p. 239), Кетле и др. То же положение вытекает и из данных, собранных г-ном Веселовским из наблюдений, произведенных в различных местах России, начиная от Петербурга и Архангельска до Якутска и Екатеринослава. Сделаем небольшое извлечение из этого собрания данных.

---

[2] Weselowski, Bull. phys.-math. de l'Acad. de Sc. de St. Pétersb.; Журн. мин. госуд. имуществ, 1856, сентябрь, стр. 302.

Сколько раз должен был дуть известный ветер, чтобы произвести дождь или снег.

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
С.-Петербург, по наблюдениям Эйлера, 1772—1792 гг.	3.3	3.2	3.0	2.7	2.6	2.2	2.8	3.3
С.-Петербург, по наблюдениям Вишневского, 1822—1834 гг. .	5.2	5.7	4.5	4.4	4.4	4.6	6.0	5.7
Архангельск, по наблюдениям Сильвестрова, 1813—1831 гг. .	7.2	7.3	6.1	5.7	4.4	4.2	4.6	6.8
Москва, по наблюдениям Штримера, 1785 — 1789 и 1791 — 1793 гг. .	4.6	3.5	3.2	3.2	3.1	2.8	3.2	4.4
Екатеринослав, по наблюдениям в гимназии, 1833—1844 гг. .	20.1	9.0	10.6	6.4	8.2	5.7	7.2	10.1
Якутск, по наблюдениям Неверова, 1829 — 1844 гг. .	7.4	5.2	6.2	7.2	6.9	4.9	6.9	7.1
Ларошель (Кемц)	11.1	22.4	8.7	5.9	5.2	4.0	6.3	8.6
Берлин	5.8	8.1	8.8	6.9	3.8	2.8	4.2	4.5

Из сравнения всех известных наблюдений, произведенных в России, г. Веселовский выводит следующее:

1) Везде в России ветры SW, W и S суть самые дождливые, точно как в Европе, потому что они теплее и влажнее противных им ветров. Самые малодождливые ветры суть NO, N и O.

2) Ветер SW, по мере движения внутри материка, извергает бо́льшую часть своей влажности в виде дождя, и потому, чем дальше мы идем на север и восток, тем меньше SW сопровождается дождем. Это зависит от того, что вначале SW проходит чрез теплый океан и там насыщается парами. С другой стороны, NO, проникая в страны, более теплые и западные, приносит все меньшую и меньшую вероятность дождя. Потому в юго-западных частях материка Европы

ветры SW и S должны быть более дождливыми, а ветры NO и N более сухими, чем для стран северо-восточных. Если примем величину для самого дождливого ветра за единицу и выразим ею величину для самого сухого ветра, то получим отношение самого дождливого ветра к самому сухому $\left(\text{для Ларошеля оно равно } \frac{NO}{SW} = \frac{22.4}{4.0} = 5.6\right)$. Это отношение, по соображениям и по опытам, увеличивается по мере удаления на северо-восток:

с. ш.	в. д.		Отношение самого дождливого ветра к самому сухому
46° 9′	16°32′	Ларошель	5.6
49° 1′	26° 5′	Карлсруэ	4.7
48° 9′	29°14′	Мюнхен	4.7
49°29′	26° 8′	Мангейм	3.1
49°48′	27°36′	Вюрцбург	2.7
50° 5′	32° 5′	Прага	3.1
52°31′	31° 3′	Берлин	3.1
55°41′	30°14′	Копенгаген	2.3
49°35′	52°16′	Полтава	2.4
54°15′	48°35′	Горки	2.2
56°57′	41°46′	Рига	2.0
55°45′	55°14′	Москва	1.6
56° 7′	58° 5′	Владимир	2.0
64°32′	58°14′	Архангельск	1.7
62°56′	147°15′	Якутск	1.5

3) В Западной Европе, как стране более южной, самый бездождный ветер есть NO и O, а в Европейской России, как стране более северной, — N, что понятно, ибо бездождный N, спускаясь к югу, превращается в NO и O.

4) Ветры NO и N в северных и восточных частях России дождливее, чем в Европе, но в степях ветер N почти бездожден. В Западной Европе и на юге России зимой ветер N и ближайшие к нему надувают снег, потому что они весьма холодны. Но в северной России снег идет чаще всего при южном ветре. Значит, в России с севера ветер приносит холод, недостаточный для сгущения находящихся паров, а южный столь влажен, что при нашем холоде легко дает снег.

5) Как в Европе, так и в России наибольшее количество воды выпадает при юго-западном ветре. Ливни, столь гибельные для растительности, которую подобные дожди сразу орошают водою, а не распределяют количество ее на долгое время, эти ливни, свойственные степям южной России, обыкновенно бывают при северном и северо-восточном ветрах и зависят, вероятно, от того, что последние ветры

быстро охлаждают влагу, принесенную с юга и накопившуюся в воздухе.

Искусственный алмазовидный бор. По исследованиям *Вёлера* и *Сен-Клер Девилля*,[3] бор[4] получается в трех различных видоизменениях, подобных трем различным видоизменениям углерода — алмазу, графиту и углю. Первое *алмазовидное* видоизменение бора получается при сплавлении в угольном тигле 80 г (около 19 золотников) глиния (или алюминия), взятого в цельном куске, с 100 г (около 23 золотников) сплавленной и разбитой в куски борной кислоты. Угольный тигель (плавильный котелок) ставят в графитовый, а последний — в печь, температура которой должна быть по возможности весьма возвышенна и, во всяком случае, достаточна для легкого сплавления никкеля. Прокаливание длится 5 часов. В тигле, разбитом после охлаждения, находят два ясно разделенные слоя: один—стекловидный, состоит из борной кислоты и глинозема, другой имеет металлический вид, пузырист и серо-железного цвета. В этом слое, состоящем, главным образом, из глиния, легко видимы маленькие кристаллики алмазовидного бора. Металлический слой обрабатывают сгущенным раствором едкого натра, который растворяет глиний. Потом остаток кипятят с соляною кислотою для растворения железа и со смесью плавикового шпата и азотной кислоты, что служит для удаления кремния. Оба последние вещества являются как примеси от нечистоты.

---

[3] F. Wöhler u. H. Sainte-Claire Deville, Lieb. Ann. (1857), № 1, CL, p. 113.

[4] Бор, как известно, есть простое тело или химический элемент, заключающийся в буре или тинкале. Последняя соль, употребляемая часто в промышленности, состоит из натра и борной кислоты, подобно тому, как сода состоит из натра (окись металла натрия) и углекислоты (соединение углерода или угля с кислородом). Борная кислота получается из буры, если облить ее серною кислотою. Последняя соединяется с натром, а борная кислота остается в виде осадка. Сплавляя ее, получим безводную борную кислоту, которая состоит из бора и кислорода. При описываемом выше сплавлении борной кислоты с глинием (металл, заключающийся в глине, которая, главным образом, содержит глинозем, т. е. соединение глиния с кислородом) происходит разложение борной кислоты: кислород ее соединяется с глинием и образует глинозем, а бор делается свободным, т. е. получается в отдельном состоянии. Поэтому-то после конца опыта и получается, кроме остатков глиния и кроме бора, глинозем и борная кислота. Вся реакция может быть выражена следующим образом:

$2BO^3$	+	$3Al$	образуют	B	и	Al	и	BO^3	и	Al^2O^3
борная кислота сплавленная		глиний металлический		бор		глиний		борная кислота		глинозем

взятых продуктов — глиния, борной кислоты и угля для тигля. После означенной обработки остается только бор и пластинки глинозема, которые отбирают механическим путем. Из этой массы легко отобрать алмазовидный бор. Полученный бор представляет прозрачные кристаллики гранатнокрасного или медовожелтого цвета. Окраска эта, конечно, зависит от примесей, может быть даже от примесей других видоизменений бора. Кристаллики бора, по блеску и лучепреломлению, весьма близки к алмазу. Потому-то бор, который, вероятно, можно будет получить в виде больших кристаллов, и грозит вытеснить алмаз из употребления, тем более, что при дешевизне материалов, вероятно, вскоре можно будет дешево, легко и скоро приготовлять названное видоизменение бора. Притом и твердость алмазовидного бора весьма высока, как и твердость алмаза. Оба тела чертят корунд и рубин, а потому первое и в этом отношении не уступает алмазу и может его заменить. Алмазовидный бор может служить вместо алмазов для резания стекол. Кристаллики бора весьма в большом количестве скопляются и, срастаясь, образуют кучки. Судя по опытам с поляризованным светом, посредством призмы Никольса, видно, что эти кристаллики принадлежат не к правильной системе; но это определение еще не вполне ясно, по отдельным же кристаллам еще нельзя было определить системы. При той температуре, при которой алмаз горит в струе кислорода, бор окисляется с поверхности. Полученная кора борной кислоты легко отделяется от кристаллов. Хлор действует на бор с большею силою; при красном калении, в атмосфере хлора алмазовидный бор легко дает газообразный хлористый бор, так что сгорает без остатка. При этом замечается такое же раздувание кристаллов, какое замечено было Дюма при сжигании алмаза в струе кислорода. С платиной бор, даже пред паяльною трубкою, образует легкоплавкий сплав. Это дает надежду на возможность получения сплава из платины и бора, который при всех удобствах платиновых сосудов будет к тому же легкоплавок, а, следовательно, легко и обрабатываться. Все кислоты в холоду и при нагревании не оказывают влияния на бор. Только при краснокалильном жаре кислое сернокислое кали превращает алмазовидный бор в борную кислоту. Только крепкий и кипящий раствор едких щелочей действует на алмазовидный бор, окисляя его. При красном калении углекислый натр и едкий натр превращают бор в борную кислоту. При этом жаре селитра почти не действует на бор. Итак, бор, в названном выше

видоизменении, принадлежит к химическим телам, труднее других изменяемым, подобно алмазу. Все эти физические и химические свойства придают алмазовидному бору весьма много достоинств, и он, вероятно, будет иметь в будущности весьма большое значение в химии и в технике или, вероятно, в употреблении заменит алмаз. *Графитовидный* бор получается (как и графит) при растворении бора в глинии: он примешивается отчасти и к тому алмазовидному бору, какой описан выше при его получении. Он легко получается также при обрабатывании соединения фтористого бора и фтористого калия (борнофтористый калий) глинием; полученный сплав глиния и бора обрабатывают соляною кислотою для растворения глиния и получают графитовидный бор. Пластинки такого бора на вид гексагональной системы, несколько красноваты, но вообще совершенно сходственны с природным графитом и с графитовидным кремнием. Такой бор совершенно непрозрачен. Третье видоизменение бора есть *аморфный или некристаллический бор*. Он также образуется при получении алмазовидного, особенно когда на небольшое количество глиния взят будет избыток борной кислоты. В последнем случае получается порошок светлошоколадного цвета, имеющий все свойства того бора, который получен Гей-Люссаком, Тенаром и Берцелиусом при сплавлении борной кислоты с металлическим калием, т. е. это есть тот бор, какой описывается во всех учебниках химии. Он отличается от графитовидного бора тем, что легко окисляется.

Описанное выше открытие вновь подтверждает то сходство, какое и прежде замечено было между углеродом, бором и кремнием. Эти три простые тела, составляющие переход между металлами и металлоидами, образуют, как известно, окиси, имеющие много сходственных химических свойств. Открытие алмазовидного бора снова поддерживает надежду получить и самый алмаз, от которого алмазовидный бор ясно отличается только одним химическим составом. Мы уже имеем возможность гальваническим путем (по опытам Депре) получить мельчайший порошок окристаллованного алмаза. Этот способ показывает, что алмаз происходит медленным путем. Другие опыты (также Депре) показали, что алмаз, при нагревании посредством сильного тока, переходит в графит, а потому нельзя надеяться получить алмаз при очень высокой температуре. Эти два ограничения должны быть приняты во внимание при получении искусственного алмаза. Это, вероятно, можно будет сделать

тогда, когда удастся растворить углерод в каком-либо веществе. А как для растворения всегда наиболее пригодно сходственное вещество, то и должно будет пробовать растворять углерод в каком-либо из сходственных тел—в боре, кремнии, глинии и т. п. При быстром выделении, происходящем от охлаждения подобных растворов, углерод выделяется в виде графита. Но если бы возможно было выделить углерод медленным путем из (расплавленного) раствора, например, в чугуне, тогда, вероятно, мы получим алмаз. Но эти предположения не должно смешивать с фактом — каково получение алмазовидного бора.

Получение его придает еще большее значение общесравнительной методе, которая все больше и больше проникает все естественные науки. По этой методе прежде всего отыскивается сходство и соотношение для каждого из описываемых тел. Усиление этой методы изучения в химии принадлежит, без всякого сомнения, Жерару, и в новых трудах, вовсе не относящихся, повидимому, к области исследований Жерара, мы почти всегда видим плоды его усилий. Девизом их было отыскание сходства.

Кристаллы селена, иода и фосфора. Кристаллы эти получены *Митчерлихом*.[5] Селен получается в кристаллах *при оставлении на воздухе раствора селенистого калия*, при выпаривании раствора селена в сернистом углероде, особенно, если производить его медленно, в запаянной трубке. Оба видоизменения соответствуют двум видоизменениям кристаллов серы. Кроме того есть еще, как известно, третье—стекловидное, или аморфное—видоизменение селена. Иод дает совершенно одинаковые кристаллы при перегонке, выкристаллизовании из иодистого водорода, из спиртового раствора и при охлаждении из расплавленного состояния. Во всех этих случаях в форме иода (ромбической системы) преобладает ромбическая пирамида, площади которой наклонены под углом 135°52′ (по Мариньяку[6] то же самое) и пинакоиды горизонтальные и вертикальные. Прекрасные кристаллы фосфора получаются при перегонке фосфора в трубке, наполненной газом, не способствующим горению, и нагретой лучами солнца. Эти чистые и блестящие кристаллы невозможно измерять гониометром, потому что на

---

[5] Mitscherlich, Ann. de chim. et phys., 1856, XLVI, p. 301.
[6] Marignac, ibid., p. 308.

воздухе они быстро тускнеют и теряют необходимый для измерения блеск площадей.

Образование азотной кислоты из воздуха. Кавендиш показал, что при содействии электричества кислород и азот образуют азотную кислоту; работы Шенебейна, подтвержденные Мариньяком, Деларивом и др., объяснили это образованием озона, или наэлектризованного кислорода, который удобно соединяется с азотом. Гузо показал, что кислород в момент своего отделения (при обыкновенной температуре) имеет свойства, сходные со свойствами озона, а Клёз нашел, что кислород и азот соединяются в присутствии пористых щелочных веществ и образуют азотнокислые соли. Все эти явления требуют поверки и изъяснения, что и принимает на себя *Люка*.[7] Прежде всего он старался показать, что озонированный воздух в прикосновении с кали дает азотную кислоту, и успел в этом. Подобные опыты имеют весьма большое значение, ибо могут привести к искусственному средству получения селитры из азота и кислорода воздуха, при содействии щелочей, и покажут причину образования азотнокислых солей в почве.

Растворимость стекла в воде и кислотах. Растворимость эта весьма значительна тогда, когда стекло приведено в порошок, как показали опыты *Пелуза*.[8] Для того он нагревал стеклянный порошок в воде чистой или слабокислой. Из стекла извлекалось соединение кали или натра с кремнеземом в такой пропорции, что количество кислорода в щелочи относится к количеству кислорода в кремнеземе, как 2 : 9. Потому формула извлеченного тела есть:

$$2(NaO) \cdot 3(SiO^3).$$

Легкость, с какою происходит это извлечение из стеклянного порошка, показывает, что неизменяемость стеклянной посуды зависит не от состава стекла, а, главным образом, от гладкости и вида поверхности сосуда.

Соединения стильбоэфиля. *Лёвиг* и *Швейцер*, исследуя соединения стильбоэфиля, $Sb(C^4H^5)^3$, нашли, что это радикал двуосновный, т. е. что он соединяется с 2 паями кислорода, серы, хлора, иода и др. Так, например, иодистое соединение

[7] S. de Luca, Ann. de chim. et phys., 1856, XLVI, p. 360.
[8] Pelouze, Compt. rend., 1856, XLIII, p. 117.

его есть $Sb(C^4H^5)^3J^2$. Ныне *Мерк*[9] показал, что во многих анализах Лёвига пропущен водород; так, например, иодистое соединение есть $Sb(C^4H^5)^3J, HJ$, т. е. иодистоводородный иодистый стильбоэфиль. При действии аммиака, из этого соединения действительно выделяется иодистый стильбоэфиль $Sb(C^4H^5)^3J$ в виде блестящих, легко кристаллизующихся октаэдров. Мерк получил также многие другие соединения того же радикала, из которых видно, что стильбоэфиль есть радикал односновный.

Обмыливание жиров. Оно может быть произведено и безводными окисями, как показал *Ж. Пелуз.*[10] Так, безводная известь вполне обмыливает сало, когда оно нагрето с этою окисью до 250° Ц. То же относится к безводному бариту, окиси стронция, свинца. Вероятно, это свойство окисей найдет применение в технике, потому что мы получаем здесь непосредственно твердую массу обмыленного сала, и все совершается несравненно скорее, чем при действии водных окислов.

Действие хлористого и бромистого фосфора на глицерин. Продолжая изучение продуктов, получающихся из глицерина, *Бертело* и *Люка*[11] употребили хлористый и бромистый фосфор и посредством их получили многие новые продукты и реакции. При действии хлористого фосфора на глицерин получаются

однохлоридрин $C^6H^7ClO^4$,
двухлоридрин $C^6H^6Cl^2O^2$,
эпихлоридрин $C^6H^5ClO^2$,

как и при действии хлористого водорода на глицерин. То же должно заметить и о действии бромистого фосфора. Общая формула этих соединений есть

$$n\,C^6H^8O^6 + m\,HBr - p\,H^2O^2.$$

Для смешения, к 500 г глицерина прибавляют постепенно 500—600 г жидкого бромистого фосфора. При смеше-

[9] Merck, Ann. de chim. et phys., XLVI, p. 227; Journ. f. pract. Chem., LXVI, p. 56.

[10] J. Pelouze, Ann. de chim. et phys. (3), 1856, XLVII, p. 371.

[11] Marcelin Berthelot et de Luca, Ann. de chim. et phys. (3), 1856, Nov., XLVIII, p. 304; Compt. rend., 1856, XLIII, p. 98; Lieb. Ann., 1857, Jan., CI.

нии охлаждают сосуд, в котором производится приготовление. Смесь чрез сутки перегоняют в тубулатной реторте, пока масса не станет спекаться и обугливаться. В приемнике получают жидкость двух слоев: сверху водянистую влагу, а снизу — тяжелую, нерастворимую в воде; все это пахнет тем запахом, который свойствен акролеину, получаемому здесь между прочими продуктами. Для отделения и разрушения его и для насыщения кислот прибавляют к жидкости, собранной в приемнике, извести или поташу. Верхний слой (назовем его *A*) смешивают с эфиром, процеживают и быстро выпаривают, а нижний, тяжелый слой, который назовем *B*, обрабатывают кусками едкого кали.

Продукт *A* состоит, главным образом, из легколетучих веществ и эпибромидрина; продукт *B* — из эпибромидрина, двубромидрина и полубромидрина. Наконец, из того, что осталось в реторте, можно получить двубромидрин, однобромидрин и некоторые другие продукты.

Эти вещества отделяют друг от друга перегонкою, наблюдая те температуры, при которых они улетучиваются. Часто должно употреблять перегонку в разреженном воздухе, сообщая по известному способу герметически закрытый приемник с воздушным насосом. Не описывая всей подробности обработки, упомянем о свойствах главнейших продуктов. Тогда будет понятен отчасти и способ их отделения.

Однобромидрин (monobromhydrine)

$$C^6H^7BrO^4 = C^6H^8O^6 + HBr - 2HO.$$

Это тело безразличное, маслообразное, жидкое, перегоняющееся в пустоте при давлении около 0.015 мм при 180°. Оно растворимо в эфире и имеет острый ароматический запах. При действии едкого кали дает хлористый калий и глицерин.

Эпибромидрин (Epibromhydrine) $C^6H^5BrO^2$. Получается в большом количестве, кипит при 138° Ц. Это безразличная, подвижная жидкость, растворимая в эфире. Он изомерен с бромистым пропионилом и относится к однобромидрину и глицерину точно так, как нитрилы относятся к амидам и аммиаку, т. е. равен однобромидрину без пая воды. Удельный вес эпибромидрина при 14° Ц равен 1.615; удельный вес газа (при 178°) 5.78. По теории для 4 объемов должно быть 4.66 и, вероятно, определение было произведено при температуре, очень близкой к точке кипения, оттого и не соответствует теории. При действии едкого кали и окиси

серебра образуется глицерин. При действии пятибромистого фосфора эпибромидрин дает двубромидрин и отчасти распадается на особое черное вещество, окись углерода, углекислоту, водород и пропилен.

Двубромидрин (dibromhydrine) $C^6H^6Br^2O^2$ образуется также в большом количестве и отделяется от других продуктов на основании того, что его точка кипения есть 219° Ц. Это безразличная жидкость, растворимая в эфире, удельного веса 2.11.

Если чрез двубромидрин пропускать струю аммиака, тотчас начинается выделение кристаллического вещества, и жидкость нагревается. Это тело, очищенное кристаллизациею, содержит $C^{12}H^{12}BrNO^4$, т. е. образуется по уравнению

$$2C^6H^6Br^2O^2 + 4NH^3 = C^{12}H^{12}BrNO^4 + 3(NH^4Br).$$

Это тело назвали полубромидрамидом (hémibromhydramide).

Если пропускать аммиак чрез раствор двубромидрина в безводном алкооле, то получается, кроме бромистого аммония (бромистоводородный аммиак), бромистоводородный глицерамин (glycéramine) $C^6H^9NO^4$, HBr. Реакция совершается по уравнению

$$C^6H^6Br^2O^2 + 2NH^3 = C^6H^9NO^4,\ HBr + NH^4Br.$$

Из бромистоводородного соединения (которое весьма быстро поглощает влажность) легко получается свободный глицерамид $C^6H^9NO^4$. Это есть жидкость, легко растворимая в воде и эфире. С хлористою платиною этот амид дает соединение, соответствующее нашатырной платине, как все алкалоиды:

$$C^6H^9NO^4,\ HCl,\ PtCl^2.$$

	По анализу	По формуле
C	13.9	12.2
H	2.9	3.3
N	4.6	4.7
Pt . . .	32.9	33.3

Обрабатывая при 140° двубромидрин металлическим оловом, получаем тело не растворимое в воде, но растворимое в эфире.

Перегоняя смесь двубромидрина и пятибромистого фосфора, получим при 175—180° Ц трибромидрин (tribromhydrine) $C^6H^5Br^3$, а при 210° Ц $C^6H^7Br^3O^2$.

Первое соединение есть жидкость, тяжелая и медленно разлагающаяся в прикосновении с водою. С окисью серебра.

она дает глицерин. Трибромидрин изомерен с двубромистым бромопропиленом C^6H^5Br, Br^2, который соответствует жидкости голландских химиков $C^4H^4Cl^2$, в которой пай водорода замещен хлором, т. е. двухлористому хлороэфилену C^4H^3Cl, Cl^2.

Примечание. Известно, что глицерин есть трехосновный алкооль. В соединениях его, подобных эфиру, заключается радикал $C^6H^5 = Glc$. Глицерин есть водная окись его или, правильнее, трехводная триокись: $GlcH^3, O^6$ (или $GlcO^3, H^3O^3$. Каждый из трех паев водорода может быть замещен радикалом кислоты, например, ацетилем ($C^4H^3O^2 = Act$). Моноацетин $Glc(H^2Act), O^6$, диацетин $Glc(H\,Act^2), O^6$ и триацетин $Glc\,(Act)^3, O^6$. Это совершенно подобно трем родам солей обыкновенной фосфорной кислоты: водная (трехосновная кислота есть $(PO^2)H^3, O^6$, и соли кали суть $(PO^2)H^2K), O^6; (PO^2)(HK^2), O^6$ и $(PO^3)(K)^3, O^6$. Радикал PO^2 (фосфориль) с бромом дает соединение, называемое бромокисью фосфора $(PO^2), Br^3$, точно так же и радикал глицерина образует трибромидрин Glc, Br^3.

Рассматривая те одноосновные соединения глицерина, в которых заключен 1 пай хлора или брома, видим, что они содержат $Glc + O^2$ или $Glc + H^2O^4$. Так, однобромидрин есть $(Glc + H^2O^4)Br$, а эпибромидрин есть $(C^6H^5 + O^2)Br$. Оба эти радикала суть одноосновные. Глицерамид содержит один из них, ибо есть или $[N(Glc + O^2)H^3]H,O^2$ или $N(Glc + H^2O^4)H^2$ Радикал $Glc + O^2$ подобен радикалу $(PO^2 + O^2)$, заключающемуся в солях одноосновной фосфорной кислоты, например, в соли кали KO, PO^5 или $(PO^2 + O^2)K, O^2$. В двуосновных глицериновых соединениях, каков двубромидрин, заключается радикал $(Glc + HO^2)$ и, вероятно, $(Glc + O)$. Радикалы $(Glc + HO^2)$ (двуосновный) и $(Glc + H^2O^4)$ (одноосновный) заключаются также в двуацетине $(Glc + HO^2)\,Act^2, O^4$ и в моноацетине $(Glc + H^2O^4)Act, O^2$. Последнее примечание мы прибавили для того, чтобы дать некоторую возможность объяснить строение продуктов, полученных Бертело и Люка. Прибавим при этом, что мы имели в виду жерарово понятие о радикалах и вурцево мнение о глицеридах.

Горькоминдальное масло. Судя по исследованиям Либиха и впоследствии Жерара, горькоминдальное масло есть хлористый бензоил $C^{14}H^5O^2Cl$, в котором хлор замещен водородом, т. е. $C^{14}H^5O^4,H$. Это мнение остается справедливым, несмотря на то, примем ли мы горькоминдальное масло как водную окись углеродисто-водородного радикала $C^{14}H^5$, или станем полагать, что оно есть тело водородного типа, т. е.

водородистое соединение кислородного радикала $C^{14}H^5O^2$. В настоящее время Кольбе[12] старался подтвердить это соотношение хлористого бензоила и горькоминдального масла. Для того он смешал синеродистый чистый и окристаллованный бензоил $C^{14}H^5O^2.CN$ с *соляною кислотою* и к смеси прибавил цинка. Тотчас началось отделение водорода, но оно прекратилось так же немедленно, лишь только цинк пришел в прикосновение с синеродистым бензоилом. Это показывает, что водород в момент своего отделения подействовал на синеродистый бензоил. И действительно, в результате получилось масло горьких миндалей, т. е. синеродистый (или, все равно, хлористый)бензоил, которого синерод замещен хлором.

Откуда берется азот в растениях? Этот вопрос, как известно, есть один из современных, не вполне решенных. Рейсет доказал, что при гниении азотистых веществ часть азота выделяется в виде аммиака и часть в виде газообразного азота. Это подтверждено и опытами Вилля, показавшими, что в аммиаке, отделяющемся при гниении, содержится не весь азот гнющего тела и что остальной азот не образует какой-либо азотнокислой соли. Это заставило Вилля определить, весь ли азот поглощается растениями в виде аммиака. Его опыты, как известно, доказывают противное, т. е. что часть азота поглощается растениями в виде аммиака, а часть в виде азота. В настоящее время Вилль[13] в особой записке, поданной Французской академии наук, делает выводы из своих многочисленных опытов, служивших для разрешения вопроса: в каком виде поглощают растения азот из воздуха? Приводим эти выводы:

1) Порошок из семян лупина (Lupinus) во время разложения (и, вероятно, все органические азотистые вещества) теряет значительную часть своего азота.

2) Этот азот выделяется отчасти в виде аммиака, отчасти в виде газообразного азота.

3) При этом не образуется азотнокислых солей.

4) Удобрение, прибавленное к песку, не поглощается растением непосредственно, а только приносит пользу своими продуктами разложения.

5) Количество азота, поглощаемого растениями, может быть больше того количества, которое содержится в разрушившемся удобрении, и гораздо больше того количества

---

[12] Kolbe, Lieb. Ann. d. Chem. u. Pharm., XCVIII, 1856, p. 344. Ann. de chim. et phys. (3), 1856, XLVII, p. 189.

[13] Georges Ville, Compt. rend., 1856, XLIII, p. 143.

азота, которое находится в аммиаках, происходящих из удобрения.

6) В известных случаях песок, смешанный с азотистым удобрением, перестает терять свой азот, а в растении все-таки продолжает[ся] увеличение его количества.

Все это приводит к заключению, что азот поглощается растениями отчасти из воздуха. Конечно, может быть, что часть его предварительно, при содействии песку и кислорода (особенно азота), переходит в какое-нибудь посредствующее соединение, например образует азотнокислые соли.

Корневидка (Rhisomorpha), по исследованию Ф. Байля[14] есть неполно развитой (гриб) поддревник (Hypoxylon); Тюлянь (Tulajsne) и Байль (Bail) ранее показали, что все почти грибы, относящиеся к роду Sclerotium, суть только видоизмененные развития грибов различных других родов. В настоящее время Кох (Koch) из Бремена прислал Байлю экземпляр Rhisomorpha subcorticalis, который в верхней части вполне превращен в Hypoxylon vulgare. Так как это явление очень редкое, хотя и давно предугаданное, то из этого почти очевидно, что Rhysomorpha только при благоприятных обстоятельствах способно окончательно превращаться в Hypoxylon и что грибы могут или прямо образовать видоизменение, соответствующее Hypoxylon, или сперва образовать видоизменение, соответствующее Rhysomorpha, способное при известных обстоятельствах переходить в первое видоизменение. Rhysomorpha, в этом смысле, есть как бы уродливое бесплодное образование, подобное тому, какое замечено у многих Hymenomycetes, особенно у Polyporae. Причина происхождения подобных степеней развития заключается в неблагоприятном влиянии окружающих обстоятельств и, особенно, почвы.

Растительность полуострова Крыма.[15] Габлиц (Hablitz) еще в прошлом столетии описал крымскую растительность и этим, конечно, положил только начало для дальнейших исследований. Он описал, однако, всего 511 видов и между ними 55 лесных деревьев и кустарников. Вскоре затем крымская флора была описана знаменитым Палласом (Tableau de la Tauride. St. Pétersbourg, 1794. Neue Nordischen Beiträgen,

[14] Ph. Bail, Botan. Zeit., 1856, p. 800.

[15] Chr. v. Steven, Bull. soc. imp. d. natur. de Moscou, 1856, № 11, p. 234.

1796, VII; Nov. Act Acad. Scient. Imp. Petropolitanae, X, 1797; Путешествия Палласа, 2 книги, 1803). Он описал тогда 969 видов. Маршаль Биберштейн в своей Таврическо-кавказской флоре (Flora Taurico-caucasica; auctore L. B. Friderico Marchal a Bieberstein. Charcowiae, Av. 1808, 1, II; 1818, III) определил уже 1280 крымских растений, а Ледебур в Русской флоре (Flora Rossica, Ledebouri) назначил уже до 1458 растений. Мы получим обзор почти всех сведений о растительности Крыма, если к этим капитальным трудам прибавим весьма интересные замечания Бруннера (Ausflug über Constantinopol nach Taurien. 1831, St. Gallen, 1833), исследования Дюмон Дюрвиля (Dumont d'Urville. Enumeratio plantarum quas in insulis Archipelagi aut litoribus Ponti Euxini collegit atque detexit. Paris, 1822), путешествие Демидова, путешествие Энгельгардта и Паррота (Reise von. St. Petersburg in die Krimm und die Länder des Caucasus im Jahre 1825. Leipzig, 1839), исследования Годе (1829 Gaudet, Prodromus Decand.) и, наконец, замечания г-на Радде (Bull. soc. im. d. natur. de Moscou, 1854, XXXVI). Последние сведения о растительности этого края мы имеем от ветерана в ряду наших ботаников — И. Х. Стевена, бывшего директора Никитского сада, что в 7 верстах от Ялты. Находясь в Крыму с 1808 г., г. Стевен изучил все его части и описал их флору.

Таврический полуостров, как известно, состоит из двух совершенно различных частей: степей и гор. Одни, занимая до 300 кв. миль, представляют то совершенно плоские, голые низменности, как близ Сиваша, то более или менее неровные степи, поросшие травой. Восточная часть степей имеет глубокую плодоносную почву, в западной же известняк и мергель едва прикрыты черноземом. Песок лежит только по берегам моря. Не только нет леса, но даже кустарник не покрывает эти степи, соленые близ соляных озер Евпатории, Перекопа и Сиваша и редко в других местах. Озер пресноводных здесь, как и на всем полуострове, вовсе нет, но зато местами встречаются болота. Ручьи здесь редки до того, что становятся драгоценностью. В глубоких колодцах степей крымских (между Евпаторией и Перекопом они достигают до 50 сажен глубины) на глубине 16 саженей температура почти постоянно показывает около 7° или $7^1/_2$° Р. Воздух степей сух, редко падают там дожди и снега. Среднее годовое количество падающей воды равно $15^3/_4$ дюйма; но бывают столь сухие годы, что даже в Симферополе, лежащем уже в предгорьях, количество воды в год не более $7^1/_2$ дюймов, и никогда не бывает оно более 20 дюймов.

Дожди идут преимущественно в июне и июле, когда в них уже мало нуждается почва, тогда как в октябре и феврале дождей меньше всего, несмотря на то, что они тогда нужнее всего. В степи господствуют сильные восточные ветры, летом несущие жары в 25° и 30° Р, зимой — морозы, доходящие до — 20° Р и более. Недостаток дождей и жары выжигают летом зачастую всю траву степей; тогда и жители страждут от недостатка в воде. Все это делает растительность степей Крымских бедною. По течению Салгира, на 50-й версте от Симферополя, г. Стевен успел собрать в мае не более 60 цветущих и нецветущих растений. Вот они: Stipa Tirsa et capillata, Agropyrum ciliatum et repens, Andropogon ischaemum, Bromus erectus, tectorum et commutatus, Digitaria sanguinalis, Festuca ovina et duruscula, Poa rivipara, два молочая (Euphorbia glareosa et agraria), 2 вида Erodium (cicutarium et ciconium), 2 вида Adonis (caudata et squarrosa), Craccina taurica, 3 вида Valerianella (pumila, dentata et eriocarpa), 2 вида Veronica (multifida et agrestis), Astragalus hamosus, Philammos subulatus, Macrosema onobrychis, Capsella Bursa pastoris, Taraxacum officinale, Seandix grandiflora, 2 вида Papaver (Rhoeas et dubium), 2 вида Anthemis (ruthenica et tinctoria), Galium coronatum, Lepidium (draba et perfoliatum), Ceratocephalus incurvus, Onopordon acanthium, Marrubium peregrinum, Salvia austriaca, Senecio rapistroides, Sisymbrium Sophia, Irio et Roeselii, Helianthemum vulgare, Silene conoidea, Alyssum minimum, campestre et murale, Berteroa incana, Erysmum repandum et cuspidatum, Medicago minima, Comelina sativa, Conringia austriaca, Bunias orientalis et occidentalis, Meniocus linifolius, Lithospermum arvense, Pterotheca bifida. 20 сентября были найдены еще следующие: Scabiosa ucranica, Cephalaria centauroides, Xeranthemum annuum, Taraxacum serotinum, Artemisia austriaca et scoparia, Cichorium Inthybus, Verbascum phlomoides et compactum, Triticum cristatum, Stachys germanica, Salvia nemorosa, Linosyris villosa, Althaea ficifolia, Delphinium consolida, Reseda lutea, Anthemis altissima, Linum austriacum, Melica ciliata, Crocus Pallasii, Salsola Kali, Achillea Millefolium et leptophylla, Centaurea parviflora, Serratula arvensis, Ajuga Chamaepithys, Glaucium corniculatum, Eryngium campestre et Seseli varium. Мы выписали все вышеназванные растения, потому что они определяют характер степной растительности Крыма.

Гористая часть Крыма, до 150 верст (от Феодосии до Севастополя) в длину и не более 35 верст в ширину, занимает около 110 квадратных миль. Восточная часть ее ниже и менее лесиста, чем западная, высшие точки которой,

Кемаль-агерек и Чатыр-даг, возвышаются на 5006 и 4995 футов. Эта высота гораздо ниже предела снегов; но местами на этих горах в углублениях и летом не тают снега. Самые холодные, текущие сверху, источники в горах имеют не менее 5° Р, а, обыкновенные, они нагреты до 8—9° Р. Все горы состоят по преимуществу из известняка, местами прорванного волканическими породами. Густые леса, покрывавшие бо́льшую часть этих гор, час от часу редеют. Высшая плоскость гор (Яйла) уже лишена леса; там почва покрыта травой. Там, где остался еще лес, изобилует сосна. Склоны гор местами, не орошаясь водами, высыхают среди лета, а местами покрываются в то время богатейшей растительностью. В Крыму встречается до 45 пород деревьев и до 93 кустарников. Леса чаще всего состоят из сосны, бука и дуба. Бук растет по обе стороны на склонах Яйлы, на южной стороне много сосен (Pinus laricio или Pinaster), а дуб (Quercus pedunculata) растет всюду или (Quercus pubescens) на южном склоне, где принимает вид кустарников. Можжевельник (Juniperus excelsa и Juniperus marschalliana) в Марциане образует целый высокий лес. Из других деревьев чаще встречаются, но и то как примесь к другим породам, следующие: Quercus Robur (дуб), Caprinus betulus, Ulmus campestris (вяз), Acer campestre (клен), Fraxinus excelsior (ясень), Populus tremula (осина), Pyrus communis (груша), Pyrus Malus (яблонь), Cornus mascula (дерен), и из кустарников Corylus Avellana (лещина, орешник; достигает 30 футов), Caprinus orientalis и Crataegus Oxyacantha (боярышник). Из других деревьев встречаются в крымских горах между прочим: тис (Taxus baccata), называемый по-русски в тех местах — ночной, береза (Betula alba), в одном месте около Альмы, липа (Tilia europaea, rubra, dasystyla), рябина (Sorbus), шиповник (Rosa canina), малина (Rubus idaeus) хотя редко, смоковница (Ficus carica) или по-татарски инжир, растущая на Казе и близ Судака в виде малого кустарника, но в Орианде и на Инкермане в виде больших деревьев со съедобными плодами, гранатное дерево (Punica granatum), маслина (Olea europaea), фисташник (Pistacia mutica), лавр (Laurus nobilis) на южном берегу близ Алупки, виноград (Vitis vinifera) в диком состоянии, плющ (Hedera helix), калина и гордовина (Viburnum opulus et lantana), сирень (Siringa vulgaris), виды ивы и много других, в именах которых видим вместе перемешанные и наши северные, и южные растения.

В Крыму — как в степях, так и в горах, — подобно другим странам, иногда на целые версты тянется пространство,

занятое каким-нибудь одним растением: например Stipa capillata, Stipa tirsa seu pennata, Triticum cristatum, Artemisia taurica, A. austriaca, A. scoparia и, с недавнего времени, Xanthum spinosum. Поля, особенно парные, часто покрываются таким значительным количеством Delphinium Ajacis, что издали кажутся фиолетовыми. Они иногда кажутся яркокрасными от породы Papaver Rhoeas или блестят красками от Echium vulgare, Heliotropium sabcanescens, Myosotis lappula, Carduus nutaus, Circisum ciliatum, Piconomon acarna и других.

До сих пор г-ну Стевену известно 1645 крымских явнобрачных. Они составляют около половины всех известных растений России. Вероятно, будут открыты еще многие другие. Из них около 250 принадлежат степям и 1400 — горам. Сравнивая с соседними местами и припомнивши разнообразие мест Крыма, видим, что найденные числа очень незначительны. Так, например, в Корсике (160 квадратных миль) нашли 1362 растения, Клаус в Сарепте насчитал до 806 явнобрачных, а в Саратовской губернии 1136. Богатейшее место по числу видов в Крыму есть, без сомнения, южный берег и на нем — окрестности Ласпи и Судака, содержащие наибольшее число видов, отличающихся от европейских. 258 растений встречаются только на южной стороне, а не на северной, и по Яйле. Из них 56 находятся только в Крыму, например Juncus ponticus, Arum albispathum, Asparagus littoralis, Ziziphora taurica, Orobus aureus и др. Все же собственно крымских форм известно 136. Большее число их (24) принадлежит к семейству бобовых и (19) к сложноцветным (compositae).

Таврическая флора наиболее сходна с бессарабскою и кавказскою. На Кавказе, по флоре Ледебура, можно насчитать 3196 явнобрачных, т. е. почти вдвое более, чем в Крыму. Только 244 крымских растения не найдены на Кавказе. Из 806 сарептских растений почти $^1/_3$ (именно 276) нет в Крыму. Из 1136 растений Саратовской губернии в Крыму есть только 666 и недостает 470, т. е. почти $^3/_5$, что для разности на 5° широты и 10° долготы составляет весьма значительную величину. Из 342 явнобрачных, описанных г-ном Рупрехтом в самоедской земле, 68 сходственных ($^1/_5$) с крымскими. Это тем замечательнее, что обе страны разнятся на 20—25° широты и на 15° долготы, и сходные растения не суть притом растения болотные. Из них 15 сложноцветных и только 10 односемянодольных, тогда как, по наблюдению Роберта Брауна, из 45 растений, принадлежащих одновременно Европе и Новой Голландии, 30 были односемянодольные.

Таврическая флора содержит 111 семейств, считая по Ледебуру, тогда как во всей России 142 семейства. Отношение многолепестных (652) к однолепестным (558) и ко всем двусемянодольным (1346) почти то же, что в Германии, только безлепестных (139) несколько больше. Отношение числа видов односемянодольных к двусемянодольным для Крыма = 1 : 4.04, для всей России = 1 : 5, для Алтая = 1 : 5.6, для тропических стран: по Гумбольдту = 1:6 и по Р. Брауну = 1 : 5, для Великобритании = 1 : 4, для Германии = 1 : 3.75, для Прибалтийского края = 1 : 2.75.

	В Крыму	В России	В Германии
Многолепестных	652	2631	1109
Однолепестных	558	2141	910
Безлепестных	136	547	221
Двусемянодольных	1346	5319	2242
Односемянодольных	308	1040	598
Явнобрачных вообще	1654	6359	2840

Относительное число видов четырех главнейших семейств различно в разных странах: некоторые семейства многочисленнее в одних, другие — в других странах.

	В Крыму	В России	На Алтае	На Кавказе	В Германии
Явнобрачных	1654	6359	2570	3198	2840
Сложноцветных	212	890	348	455	347
Бобовых	156	568	246	280	155
Злаков	137	359	135	218	192
Крестоцветных	101	393	168	187	179

Многолетние растения составляют половину всех явнобрачных Крыма.

Вслед за этим обзором распространения или географии крымских растений, г. Стевен приступает к перечислению их по порядку, принятому Ледебуром (Enumeratio plantarum phanerogamarum in Tauria sponte crescentium. Bull. d. la soc. imp. d. natur. de Moscou, 1856, II, p. 277; III, p. 121). При этом показаны места, где найдено было каждое растение, и описаны неизвестные или мало известные растения. Подобный труд есть во всех отношениях весьма важное приобретение для ботаники.

Теплота живого тела. Замечательное свойство и особенность, принадлежащую теплокровным животным, составляет способность их тела производить столь значительное и постоянное количество теплоты, что температура тела этих животных остается почти всегда постоянною, несмотря на

охлаждение, происходящее от более низкой температуры окружающей их среды. Эта способность, занимавшая стольких физиков, химиков и физиологов, была предметом исследований *Клода Бернара*,[16] прославившегося своими последними физиологическими исследованиями.

Признают обыкновенно в наше время, что причина этой теплоты заключается в совокупности физических и химических явлений, сопровождающих жизнь. Последнее стало особенно очевидным после работы Реньо и Рейсе (Regnault, Reiset), которые показали, что одно химическое действие кислорода, истребляемого дыханием, недостаточно для воспроизведения всей животной теплоты. С другой стороны известно, что многие физиологические явления значительно изменяют температуру тела. Бернар в 1852 г. показал, что укалывание нерва, идущего к известной части тела, производит изменение в температуре этой части тела. Все это указывает на значительное участие явлений физиологических и физических в акте образования животной теплоты. Чтоб изучить причину ее, Бернар прежде всего старался с точностью определить температуру различных частей тела и при этом опытным путем показал, что распределение теплоты в организме весьма часто противоречит мнениям, вообще распространенным. Вообще температура крови выше температуры окружающих частей тела, и кровь можно рассматривать как вещество, служащее для распространения теплоты. Многие органы, несомненно, поглощают теплоту крови, т. е. понижают ее температуру, другие органы суть очаги животной теплоты. В первых органах входящая кровь более нагрета, чем выходящая, во вторых обратно — выходящая кровь сильнее нагрета, чем входящая. Разрешивши это посредством опыта, мы решили бы многие вопросы. Но подобные наблюдения над температурою крови различных кровяных сосудов весьма затруднительны. Малое изменение температуры и необходимость делать опыты над живыми животными суть самые главные препятствия. Бернар, удачно избежавши многих затруднений, старался более всего определить значение следующих органов животных для распространения теплоты: питательных органов, органов дыхания, органов мочеотделительных и воспроизводительных и, наконец, органов жизни животной.

В первом мемуаре Бернар определяет изменение температуры крови, во время прохождения ее чрез органы

[16] Claude Bernard, Compt. rend., 1856, XLIII, p. 329.

питания. (В 1849 г. тот же ученый представил Болонскому ученому обществу свои наблюдения над возвышением температуры крови во время прохождения ее чрез печень). Питательные органы, как известно, получают свою кровь от брюшной аорты (большая артерия, идущая от сердца) посредством двух ветвей: arteria coeliaca и arteria mesenterica. Кровь эта, после прохождения чрез волосные сосуды кишечного канала, поджелудочной железы и других органов, сделавшись чрез то венозною кровью, собирается в поворотную вену (vena portarum) и направляется к печени, откуда, после нового превращения в волосных частях печени, собирается в печеночную вену, кровь которой втекает в нижнюю полую вену (vena cava), для того, чтоб пройти в сердце. Этот порядок кровообращения (собственно, вторичное разветвление вен в печени) составляет особенность кровообращения питательных органов. При изучении влияния их на теплоту крови, необходимо наблюсти: 1) различие температуры в брюшной аорте и в вене печени, для того чтобы определить, какое изменение температуры крови происходит во всех органах питания; 2) определить различие температуры крови в брюшной аорте и в поворотной вене, для того чтоб определить значение кишечного канала и других питательных органов, получающих кровь от этих ветвей жил и 3) определить разность температур крови в поворотной вене и в вене, идущей из печени, для определения значения печени. Не входя в описание тех практических приемов, которые употреблял Бернар при своих опытах над собакою, упомянем только о тех выводах, каких достиг он, произведя большой ряд опытов. Для разрешения первого вопроса — о значении всей совокупности органов питания, — было произведено 18 пар наблюдений-опытов, и среднее число показывает повышение. Именно: температура крови в брюшной аорте собаки средним числом (из 18 опытов) 39.23° Ц, а в вене печени 39.80° Ц. Разность средняя есть +0.52. Из 15 пар наблюдений над температурою крови (для разрешения второго вопроса) брюшной аорты и поворотной вены, для определения значения кишечного канала и других смежных органов видно, что когда температура крови в аорте средним числом равна 39.29° Ц, тогда в поворотной вене она равна 39.42° Ц, и потому разность температуры = +0.13° Ц. Для разрешения вопроса о значении печени произведено было 18 пар опытов (над живыми животными), из которых видно, что когда температура крови в поворотной вене средним числом равна 39.54° Ц, тогда температура крови в вене печени средним числом равна

39.86° Ц, т. е. средняя разность равна +0.32° Ц. Даже в убитой собаке температура крови в поворотной вене (35°) меньше, чем в вене печени (35.2°). Эти опыты, которых числовые величины еще не могут быть окончательно утвержденными в науке, ясно показывают: 1) что питательные органы служат для нагревания крови, ибо в них артериальная кровь холоднее венозной; 2) что, выходя из желудка, кровь (поворотной вены) постоянно нагревается, проходя чрез печень; 3) что температура крови, вышедшей из печени, есть высшая температура крови всего тела, и 4) что самый кишечный канал и органы, смежные с ним, сравнительно гораздо менее служат для нагревания крови, чем печень (*продолжение последует*).

Эмбриологический атлас Косты. *Коста*[17] издал первый том большого сочинения о развитии органических существ под названием «Histoire générale et particulière du développement des corps organisés» и к нему атлас, содержащий 23 гравированные листа рисунков. На этих рисунках прежде всего изображено то, что относится к менструации. Она, как известно ныне, сопровождается каждый раз зрелостью яичек, которая, при влиянии на яичник и чрез реакцию организма, производит скопление веществ, вместе с которыми при менструации извергается каждый раз и яичко. Далее следуют рисунки, относящиеся к истории развития оплодотворенного яичка человека и млекопитающих, для изучения эмбриологии которых Коста произвел много исследований. За тип взяты кролики и овцы. Далее автор переходит к изображению эмбриологии птиц, причем восполняет многие недостатки, бывшие до него в этом отделе эмбриологии, довольно не полно изученном. Так, автор заметил, что рубчик (cicatricule) в яичках птиц сегментуется точно так, как все содержание яичек млекопитающих, человека и большей части беспозвоночных. Затем следует изображение развития яичек костистых рыб, причем Коста показал, что эти яички представляют два совершенно различные состояния. Сперва яички содержат частицы, однообразно занимающие всю полость желтоватой оболочки, а в другом последующем виде частичные крупинки яйца переменяют места, стараясь соединиться на одном из полюсов яичка, дабы образовать рубчик, который после оплодотворения показывает явление сегментования. В первом виде яички рыб сходны с яичками млекопитающих, во втором — с яичками птиц.

[17] Costa, Compt. rend., 1856, XLIII, p. 339.

Между предложенными рисунками в атласе есть два, которые изображают историю образования семянной жидкости.

Во втором томе, который, по словам Косты, должен вскоре выйти в свет, будет продолжение начатых Костою исследований, и между ними следующее. Ныне стало известно, что зрелые яички отпадают от яичника (ovarium) во всяком случае в известное время, несмотря на то, будут ли они оплодотворены или нет, и идут в яйцепроход (что сопровождается менструацией у человека или течкой у млекопитающих). Теперь весьма важно было бы решить вопрос: где — в яичке, яйцепроводе или в матке — совершается оплодотворение? Спрашивается, далеко ли могут достигать семянные животные (spermatozoum) и где они могут действовать оплодотворяющим образом? Мы думаем, что нашим читателям уже известны многочисленные опыты нового времени, особенно опыты Бишофа,[18] доказавшие, что эти семянные

---

[18] Приводим для некоторых из наших читателей выводы, которых достиг Бишоф в 1842 г., исследуя оплодотворение и развитие зародыша у кролика. 1) Неоплодотворенное яичко млекопитающих состоит из желтковой оболочки, из желтка, зародышного пузырька и зародышного пятнышка. 2) Вероятно, зародышный пузырек есть первая клеточка яйца, и зародышное пятнышко есть ядро (nucleus) этой клеточки. 3) Оплодотворение состоит в материальном влиянии семянных животных, ибо они при этом всегда проникают до яичка. 4) Оплодотворение оказывает влияние, прежде всего, на зародышный пузырек, который растворяется, отчего зародышное пятнышко становится свободным. 5) Яйцо кролика чрез 9—10 часов по оплодотворении отрывается от яичника. 6) В первой трети яйцепровода в яйце кролика происходит изменение желтка, которое, вероятно, сопровождается делением зародышного пятнышка. Здесь же снаружи яичка появляется слой удлиненных, заостренных с конца клеточек. 7) В средней части яйцепровода поверх яйца образуется (отлагается) слой белка. 8) Там же начинается деление желтка на две половины, что оканчивается образованием двух овальных отдельных шариков. 9) Каждый из них не есть отдельная клеточка, но только собрание желтковых ядер, около двух бесцветных ядрышек, которые, может быть, произошли из зародышного пятнышка. 10) Под конец 3-го и в начале 4-го дня яйцо уже окружено значительным количеством белка и в таком виде падает в матку. 11) При всем этом продолжает происходить большее и большее деление двух первых половин желтка или сегментование его. 12) В матке желтковая оболочка и белок, сливаясь, образуют прозрачную, неопределенной формы оболочку яйца, на которой дней чрез 6 появляются уже пушистые отростки, какими яичко при большей зрелости будет прикреплено к последу. 15) Там же, в массе желтка, становятся заметными отдельные клеточки с ядрами. Из них образуется та оболочка яйца, в которой уже появляется зародыш. 14) Со временем становится заметным и то место, где будет находиться зародыш в виде особого пятна. 15) В этом месте слой желтковой оболочки ясно состоит из двух слоев — внешнего, служащего для развития органов жизни животной, и внутрен-

животные достигают яичек и именно производят оплодотворение, т. е. побуждают яичко к дальнейшему развитию. Коста показал, что у курицы яички созревают и отпадают чрез каждые 28 часов и что семянная жидкость с семянными животными достигают от шейки клоаки до яичника в течение 12 часов. Из этого уже видно, что можно произвести ряд опытов, по которым Коста и узнал, что яичко курицы оплодотворяется только тогда, когда еще в яичнике встретит семянных животных, если же оно их встретит в яйцепроводе или далее, то не оплодотворяется. То же самое можно заключить и о млекопитающих. Впрочем, в самой верхней части яйцепровода оплодотворение, вероятно, может происходить. Причину того, что оплодотворение не может происходить ни в яйцепроводе, ни в матке, можно, кажется, полагать в том, что здесь яичко облекается белковою оболочкою, не дающею возможность семянным животным действовать на внутреннее содержание яичка.

Европейские лягушки. По последним исследованиям *А. Томаса,* из Нанта,[19] европейские лягушки принадлежат как по своему внешнему виду, так и по образу жизни к четырем видам: 1) *Rana fusca* Roësel, *vel temporaria* Linn.; 2) *Rana viridis* Roësel, *seu esculenta* Linn; 3) *Rana oxyrrhina* Steenstup и 4) *Rana agilis* Thomas, *vel temporaria* Millet.

До 1828 г. считали только два вида лягушек: лягушка зеленая (Rana viridis) и лягушка рыжая (Rana fusca). Но после Милле (Millet), Зибольд (Siboldt) и другие прибавили другие виды; ныне Томас сравнил их и вывел существование четырех видов. Так как Томас не дает краткой характеристики названных видов, то мы и отсылаем желающих знать подробности к самому мемуару, в котором с особенною подробностью описан вид Rana fusca Roësel.

Насекомое без нервов. Продолжительные и многочисленные исследования, произведенные вслед за знаменитыми наблюдениями академика Ф. Ф. Брандта, показали, что во всех насекомых находится весьма сложная нервная система, состоящая из мозга, дающего нервы чувств, из ряда нерв-

---

него, предназначенного для образования органов жизни растительной или органической. Желающих знать подробности отсылаем или к самому исследованию Бишофа, снабженному прекрасными рисунками (Entwickelungsgeschichte des Kaninchen-Eies von Th. Ludw. Wilh. Bischoff, 1842) или к книге Коста или к какому-либо из подробных курсов и руководств.

[19] A. Thomas, Ann. d. sciences natur. (4), IV, Zoolog., p. 365.

ных узлов, которые, в свою очередь, дают симметрические ветви ко всем органам и тканям, и из отдельного брюшного нервного узла (ganglion stomato-gastricus, Brandt).

Эти части открыты у мельчайших насекомых, даже у муравья.

Ныне известный анатом Леон *Дюфур*,[20] сделавший многие мелкие анатомические исследования, не отыскал никаких следов нервной системы в насекомом, принадлежащем к сетчатокрылым (*Neuroptera*) и называемом *Nematoptera lusitanica*. Это красивое пестрое насекомое походит видом на *Panorpa* и *Osmilus*, имеет 3 см длины (потому удобно для анатомии), цвета желтого с черным. Верхние крылья с черными пятнами на желтом поле плотны, задние узки. Это ночное насекомое живет в большом количестве в придворном парке Прадо, что близ Мадрида, откуда и получил Дюфур экземпляры для исследования. В этом-то насекомом анатомия органов пищеварения, дыхания и движения не показывает ничего особенно поразительного или нового; но в нем нельзя открыть никаких следов нервов—ни центральных, ни боковых. А между тем животное производит все отправления, как и сходные другие насекомые. Свое исследование об этом замечательном предмете Дюфур оканчивает словами Боссюэта: «Taisez-vous, raison humaine!»

Симпатический нерв пиявки. Прекрасные исследования Шваммердама, Лионне, Мюллера, Тревирануса, Одуена и Мильнь-Эдварса, Нордмана, Нюпорта, Крона и других обратили внимание естествоиспытателей на симпатическую или дыхательно-брюшную (nervus stomato-gastricus) систему нервов беспозвоночных. Г-н Брандт, ветеран нашей Академии, подробно исследовал эти органы у многих насекомых, раков, многоногих и червей. Брандт показал следы брюшного нерва у пиявки, показал сходство с nervus reccurrens насекомых, хотя и не нашел места, где этот нерв, распространенный по нижней части желудка, соединяется с узловатой частью нервов. Многие наблюдатели, именно Брух (Charles Bruch), Мокен Тандон (Moquin Tandon) и Катрефаж (Quatrefage) не нашли этого нерва, открытого Брандтом. Только *Эрнест Февр*[21] снова нашел его и нашел именно там, где обозначил и изобразил его г. Брандт. Главная ветвь этого нерва не толще 0.050 мм, так что не видна простым глазом. Он идет по самой

[20] Léon Dufur, Ann. d. sciences natur., Zoolog. 1856, (4), IV, p. 153 et 263.

[21] Ernest Faivre, ibid., p. 249.

средине желудка и образуется 5—7 свободно лежащими трубками, часто анастомозирующими (соединяющимися посредством ветвей) друг с другом. Но откуда идет этот нерв и где кончается — исследования Февра не могли показать.

Нервные элементы (микроскопические), найденные Февром в симпатическом нерве пиявки, весьма сходны с нервными элементами всех животных: те же трубочки и клеточки или нервные шарики, то же отношение к реактивам. Но в расположении этих элементов заметна большая разница в обеих системах. В узлах (ганглиях) центральной брюшной нервной массы клеточки расположены группами в кучах, а трубочки, выходя из этих клеточек, идут прямыми пучками, соединенными общею оболочкою (неврилеммою). В брюшной или симпатической части нервов клеточки лежат отдельно, и каждая образует особый центр, а нити расположены поодиночке, изогнуты и никогда не имеют общей оболочки. Клеточки узловатой нервной массы (принадлежат собственно животной жизни) обыкновенно однополюсные (т. е. имеют одну ветвь), и потому трубочки не анастомозируют; клеточки симпатического нерва (органической жизни, т. е. питания, дыхания и других), напротив, многополюсны, и потому они служат для анастомозирования трубочек, ибо каждая трубочка выходит из каждого полюса клеточки нервов.

Горные породы Финляндии. По замечанию профессора *С. С. Куторги*,[22] все горные породы Финляндии принадлежат к формации первозданных гнейсов, т. е. суть остатки остывшей в различных формах земной коры; среди их нет таких, которые произошли бы на дне моря. Преобладающие породы суть гранит, гнейс и шиферы (или сланцы). Хотя и несомненно, что шифер на Альпах есть порода метаморфическая, но из этого нельзя заключать, что все шиферы суть породы метаморфические; напротив того, все признаки дают нам возможность с полною уверенностью сказать, что шиферы Финляндии и многих других мест суть первозданные породы, происшедшие вместе с первозданными гранитами и гнейсами. В Финляндии есть множество доказательств для этого, и особенно ясно видна одновременность происхождений трех названных пород из того, что есть множество пород переходных, т. е. таких, о которых нельзя с ясностью сказать: гранит это или гнейс или шифер. Выкидных (эруптивных)

---

[22] S. Kutorga, Verhandl. der R. K. Miner. Gesellsch. zu St. Petersburg, 1855—1856, S. 211.

пород в Финляндии очень немного, по крайней мере, сколько это известно нам с достоверностью. Лучший пример составляет известный финляндский гранит, называемый *рапа-киви* и употребляемый на постройки в Петербурге. Главная масса его залегает по протяжению на запад и восток от станции Ловизы по берегу Финского залива до Выборга, а по направлению от юга на север от Финского залива до станции Капаноя, что в 24 верстах от города Вилльманстранда. Другая выкидная порода есть так называемый мюльский песчаник (Mylly-Kivi), залегающий по дороге от Гельсингфорса к Бьорнеборгу, на берегу озера Пихаярви (Pyhajärwi). Серый сердобольский гранит (из Sortavala) и гранитная гора острова Валаама на Ладожском озере принадлежат, по мнению г-на Куторги, также к выкидным горным породам. Огромные массы мрамора, встречающиеся в Финляндии, по исследованию г-на Куторги, одновременно произошли с шиферами, что особенно ясно видно в мраморных штоках близ пастората Кимито и на острове Паргасе.

Геогностический обзор южной части Рязанской губернии. Обзор этот был произведен штабс-капитаном *Романовским*.[23] Он исследовал уезды Пронский, Скопинский, Ряжский, Сапожковский, Данковский и Раненбургский и нашел там девонскую формацию, верхний этаж формации горного известняка, юрскую, меловую и третичную формации и (красный и белый) песчаник, который местами попадается, особенно в южной части губернии, всегда тотчас под почвой или наносами и в таких условиях, что нет возможности определить древность его происхождения. Девонская формация, по исследованиям Романовского, занимает юго-западную и южную части Данковского уезда и юго-западную часть Раненбургского уезда и образует таким образом оба берега Дона и тянется узкою полосою от Данкова к Ряжску. По карте Мурчисона, девонская формация не доходит в этом месте до берегов Дона, что совершенно опровергнуто г-ном Романовским. Здесь девонская формация образована по преимуществу горизонтальными пластами довольно плотного доломито подобного известняка различного цвета. Местами встречается желтый мергель и зеленый песчаник. В верхней части этой формации иногда встречается брекчиевый (обломочный) известняк. Формация горного известняка (нижний этаж

[23] G. Romanovsky, Verhandl. der R. K. Miner. Gesellsch. zu St. Petersburg., 1855—1856, S. 85.

каменноугольной формации) распространена в Скопинском, Ряжском и отчасти в Данковском и Пронском уездах. Здесь, как отчасти и в губерниях Тульской и Калужской, распространен нижний этаж горного известняка, т. е. самый нижний этаж каменноугольной формации. Он характеризуется известною раковиною Productus giganteus Mart. и тонкими прослойками неудобного для разработки каменного угля. Этот этаж образован (в средней части Рязанской губернии, в Тульской и Калужской) из трех главных частей: 1) голубая глина, сланцевая, содержащая колчедан, есть самая нижняя (и древняя) часть, более других содержащая угля. Она лежит в Рязанской губернии, в Данковском и Раненбургском уездах, на девонской формации. Та же глина идет в южных частях Ряжского и Скопинского уездов. 2) Сверху ее лежит плотный доломитовый известняк серого цвета с Productus giganteus, Pr. latissimus, Pr. striatus, Spirifer glaber и Allorisma regularis. Он занимает северные части уездов Ряжского и Скопинского. 3) Желтоватый, не толстый и неплотный известняк, богатый энкринитами и не содержащий Productus giganteus, распространен в верхних частях нижнего этажа формации горного известняка, т. е. представляет переход к верхнему этажу формации горного известняка, характеризующемуся почти рыхлым белым известняком со Spirifer Mosquensis Fisch. и Fusulina cylindrica Fisch и распространенному в северной части Рязанской губернии. Верхний слой (3) нижнего этажа формации горного известняка и по своему положению составляет переход к верхнему этажу формации горного известняка, ибо идет в северной части средины Рязанской губернии, т. е. в южной части Пронского уезда. Итак, север Рязанской губернии занимает верхний (более новый) этаж горного известняка, нижний этаж которого развит в средней части Рязанской губернии, южную часть которой занимает девонская формация. Юрская формация в Рязанской губернии развита только в двух местах в виде островов: именно в Сапожковском и Пронском уездах. Меловая формация развита на юго-востоке губернии в уездах Раненбургском и Ряжском. Третичные образования встречаются в Сапожковском и Ряжском уездах между юрскою и меловою формациями. Исследования г-на Романовского снабжены геогностическою картою.

Водоросль в силурийском известняке. В окрестностях Санкт-Петербурга (именно на юго-западе от Гатчины), водоросль в силурийском известняке найдена была в хорошем

экземпляре в первый раз профессором *С. С. Куторгою*[24] и названа Fucus Fennicus.

Легкие колебания земли в Ницце, наблюденные маятником. *Де-Про*[25] в письме к Эли де-Бомону (Elie de-Beaumont) пишет: «После возвращения моего в Ниццу в ноябре 1855 г., я стал продолжать мои наблюдения над маятником. Он был довольно спокоен в продолжение зимы, и я замечал колебания его (которые оказывают колебания земли) только раза два в месяц. Продолжительность их была весьма различна: так в феврале, спустя 2 дня после землетрясения, бывшего в Гренаде, колебание было очень сильно и длилось не более 10 минут, тогда как оно продолжается обыкновенно от 2 до 6 часов. Но с половины июня колебания повторялись каждый день с большею или меньшею силою. В настоящее время (т. е. в июле 1856 г.) они столь сильны, что удивляют всех, бывших у меня. Узнав из журналов о возобновлении деятельности Везувия, и, не сомневаясь в соотношении извержений Везувия и колебаний почвы в Ницце, я счел долгом сообщить вам мои наблюдения».

Эти факты подтверждают значительное распространение влияния действия тех явлений внутри земли, которые выказываются в виде извержений и землетрясений. Подобный способ наблюдений может, как видно из этого, указать на явления, происходящие во внутренности земли и в отдаленных странах; способ этот, вероятно, со временем будет в большом употреблении.

---

[24] Ibid., p. 217.
[25] De-Prost, Compt. rend., 1856, XLIII, p. 239.

Журнал министерства народного просвещения, 1857, № 3, отд. VII «Новости и смесь», стр. 101—155.

НОВОСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

III

Электрический свет. Многие исследователи старались изучить этот свет, разлагая его на цвета посредством призмы. *Массон*[1] делал исследования над искрами лейденской банки или вообще над искрами, происходящими от электричества чрез трение. Он замечал явление при проходе искр между серебряными, золотыми и платиновыми оконечностями. Свет от прохождения чрез серебряные проводники показал, при посредстве призмы, избыток яркозеленого цвета; употребляя золото, получены были многочисленные светлые фиолетовые полосы и желтые, которых было больше, чем для серебра. Производя искру в пустоте и в различных газах, а равно от индуктивного снаряда или от вольтова столба, Массон нашел, что цвет искры не зависит ни от источника, ни от среды, в которой происходит явление. Цвет зависит, по исследованию Массона, только от одного качества полюсов, между которыми проходит искра, а сила света зависит от напряжения электричества. Светлые линии, видимые в спектре, происходят, по мнению Массона, оттого, что накаленные частицы переносятся от одного полюса к другому.

Исследования *Альтера*[2] приводят к противоположным выводам. Он нашел, что цвет искры не зависит от качества проводников и полюсов, но только от качества той среды, в которой происходит опыт. Он нашел, что видны полосы:

---

[1] A. Masson, Ann. de chim. et phys. (3), XLV, p. 385; Compt. rend., XL, p. 214; о том же: Lieb. u. Kopp. Jahresber., 1850, p. 236; 1851, pp. 152, 269; 1853, p. 287; 1855, p. 107.

[2] Alter, Silliman Amer. Journ. (2), XIX, 213; L'Institut, 1856, p. 156; Arch. des sciences phys. et natur, XXIX, p. 151; Lieb. u. Kopp. Jahresber., 1855, p. 107.

	Красные	Оранжевые	Желтые	Зеленые	Голубые	Синие
В атмосферном воздухе . . .	1	1	—	2	1	1
„ водороде	1 сильн.	—	—	2 сильн.	1 оч. слаб.	—
„ азоте	1	1	—	2	—	—
„ хлоре	—	—	1	2	1	—
„ углекислоте	1	3	—	2	—	—
„ сернистом водороде	1	1	—	1	—	—

Полосы желтого и голубого цветов в хлоре казались состоящими из многих тонких полос. В кислородном газе не видно было отдельных полос, а равномерно сильный свет был виден во всю длину спектра. В других газах свет был весьма слаб. Происходящий спектр в водороде содержал больше всего красного цвета, так что самая искра без призмы казалась красною. Различные цвета молнии, по мнению Альтера, зависят от того, что искра проходит чрез различные вещества. Она кажется белою, когда идет чрез воздух, и красною, когда проходит чрез влажность или очень влажный воздух.

Озон и кислород в момент его отделения (in statu nascendi, à l'état naissant). Кислород, отделяющийся из перекиси бария, когда это отделение произошло при низкой температуре, имеет сильные окисляющие свойства, как показал (в апреле 1855 г.) Гузо (A. Houzeau). Он старался определить после того[3], не тожествен ли озон (особое состояние кислорода, происходящее под влиянием электричества и других причин) с тем кислородом (l'oxygène actif), который открыт им и который отделяется из перекиси бария при обливании ее крепкою серною кислотою при низкой температуре. Опыты, произведенные с этой целью, показали тожество обоих родов кислорода. Это видно из того, что все те явления, которые оказывает кислород в момент отделения, производит озон, и обратно. Далее Гузо показал, что ни озон (как было доказано уже прежде), ни кислород в момент своего отделения не содержат ни азота, ни водорода. Для измерения количества озона в озонированном воздухе Гузо употреблял следующий спо-

[3] A. Houzeau, Compt. rend., 1856, XLIII, p. 35.

соб, основанный на свойстве озона разлагать иодистоводородную воду на иод и воду. Растворяют иодистый калий в серной кислоте и чрез жидкость пропускают испытуемый газ, озон которого разлагает иодистый калий на иод и кали, которое и соединяется с серною кислотою. По количеству иода, полученного в свободном состоянии и по количеству разложившейся соли узнают количество подействовавшего на соль кислорода или озона. Так определяется, что обыкновенный воздух содержит около одной стомиллионной озона. Литр кислорода, в момент отделения из перекиси бария, содержит от 3 до 7 мг озона; литр кислорода, происшедшего чрез разложение разведенной серной кислоты гальваническим током, содержит от 2 до 6 мг озона, а происшедший от пропускания чрез фосфор — от 0.2 до 0.5 мг.

Исследования *Клёза*[4] показали, что постоянно, среди растений, озонометрическая бумажка (напитанная крахмалом и раствором иодистого калия) показывает присутствие озона. Это окрашивание особенно заметно и скоро совершается близ смолистых деревьев и ароматических растений. При этом Клез нашел, что тот кислород, который отделяется из растений при действии на них света, вовсе не содержит озона и не окрашивает озонометрической бумажки. Из исследований названного химика следует, между прочим, что озонометрическая бумажка окрашивается не от одного озона: цвет ее изменяется также и от присутствия паров кислот (например азотной и азотноватой *), также от летучих масл и даже при одновременном действии влажного воздуха и света солнечных лучей. Это показывает, что названный реактив очень неточен и не всегда указывает на присутствие озона, а потому вовсе не может служить для определения количества озона в воздухе.

Вслед за тем *Бино*[5] замечает на записку Клёза, что нельзя предположить, чтобы в воздухе были пары азотной кислоты, ибо она тотчас может быть насыщена или аммиаком или известковой пылью, всегда находящимися в воздухе. При этом опыты Шенебейна показывают, что даже то количество паров азотной кислоты, которое легко окрашивает лакмусовую бумажку, почти не действует на озонометрическую бумажку. Итак, этот вопрос, без того запутанный, становится еще более темным от противоречия в показаниях.

---

[4] S. Cloéz, ibid., p. 38.

* Азотистой. *[Прим. Ред.]*.

[5] Bineau, Compt. rend., 1856, XLIII, p. 162.

Фтористые соединения. Фтористые соединения, до сих пор мало исследованные, были изучены *Фреми*.[6] Для получения безводной плавиковой (или фтористоводородной) кислоты, Фреми нагревал в платиновой реторте легко кристаллизующуюся кислую соль фтористого калия KF + HF или разлагал фтористый свинец в накаленной фарфоровой трубке водородом. Полученный газ оказывал сильное действие на стекло, тогда как чистая и безводная плавиковая кислота, по мнению и исследованию Луйе (Louyet) не действует на стекло. Приготовленная им кислота содержит, по исследованию Фреми, фтористый кремний, а потому и не действует на стекло. Фтористоводородный фтористый кальций KF + HF получается так: известную часть водной плавиковой кислоты делят пополам, одну половину насыщают углекислым кали, и тогда прибавляют другую половину кислоты. Фтористоводородная кислота весьма легко образует подобные двойные кислые соли (чего не дает соляная кислота). Фтористый кальций, барий и другие соли легко дают (при избытке кислоты) подобные же соли кристаллические, растворимые и превращающиеся от нагревания из кислых в средние. Фтористоводородные фтористые щелочные металлы действуют как кислоты и дают двойные соли, растворяя окислы. Смешивая KF + HF с серновинною кислотою, можно получить газообразный фтористый эфиль C^4H^5F. Соединения фтористых солей с кристаллизационною водою при нагревании легко разлагаются, подобно тому, как разлагается хлористый магний, на окись и кислоту; потому их можно почитать истинными фтористоводородными окислами. Замечательно, что фтористый кальций (плавиковый шпат), на который слабо действуют кислоты, легко разлагается водяными парами на окись кальция и плавиковую кислоту. Хлор и кислород, при возвышенной температуре, разлагают фтористый кальций, но с большою трудностью. Усилия получить фтор в отдельном состоянии остались не безуспешными. Хотя фтористые ртуть и серебро не разлагаются при высоких температурах (подобно синеродистым солям), если были чисты и не содержали воды, но при действии хлора и кислорода на фтористый кальций, или при действии гальванического тока на расплавленные безводные фтористые соединения, получается газообразный фтор, сильно действующий на платину и стекло. Исследование фтористых соединений, сделанное Фреми, вполне показало, что они не содержат

[6] Fremy, Ann. de chim. et phys., 1856, XLVII, p. 5.

кислорода, а представляют такое строение, какое обыкновенно приписывается им.

Сплавы глиния. *Дебре*[7] представил Французской академии несколько сплавов глиния, или алюминия, взятого с фабрики Руссо и Морена. Глиний сплавляется с большею частью металлов, и при этом сплавлении весьма часто отделяется значительное количество теплоты. Многие сплавы получаются весьма удобно и, повидимому, обладают превосходными качествами. Таков, например, сплав 10% глиния и 90% меди. Его твердость, по опытам Пико (Picot), относится к твердости обыкновенной бронзы, как 51 к 49. Прибавление глиния увеличивает твердость этого сплава и даже делает его хрупким. Сплавы глиния с золотом и медью не имеют цвета последних. Прибавление глиния ко многим металлам делает их более блестящими и твердыми. Малая примесь натрия (0.02%) придает глинию свойство легко разлагать воду при обыкновенной температуре. Дебре получил сплавы глиния с железом, медью, серебром, золотом, цинком, платиною, свинцом, оловом, сурьмою, кадмием и висмутом, и вот что особенно замечательного в них он нашел.

Для практики почти не вредит примесь железа к глинию; так, разлагая нечистый хлористый глиний, смешанный с дву-, трехххлористым железом, получ[или] металл, содержащий до 7—8% железа; но ковкость и тягучесть его почти не были меньше, чем чистого глиния. Соединение обоих металлов происходит легко.

Сплав из 97% глиния и 3% цинка весьма блестящ, тверже и тягучее, чем чистый глиний. Глиний не теряет ковкости от примеси незначительного количества даже до 10% меди. Сплав, содержащий до 80% меди, похож на сплав, употребляемый для зеркал телескопов.

Сплав 3% серебра и 97% глиния имеет прекрасный цвет, который почти не изменяется в сернистом водороде, где серебро, как известно, чернеет.

Сплав 1 части глиния и 99% золота весьма тверд, но между тем ковок, цвет его зеленоватозолотистый. Сплав 10% глиния и 90% золота бесцветен, имеет кристаллическое сложение, а потому хрупок.

Показания и опыты *Тиссье*[8] отчасти подтверждают эти исследования, отчасти им противоречат. Так, он показал,

---

[7] Debray, L'Institut, 1856, № 1193, p. 394; Compt. rend., 1856, 2 sem., № 19.

[8] Tissier, L'Institut, 1856, № 1193, p. 396.

что примесь $^1/_{20}$ железа и меди делает глиний уже неспособным к обработке, а $^1/_{12}$ часть меди придает глинию хрупкость стекла и свойство чернеть на воздухе. Сплав 5 частей серебра и 100 глиния обрабатывается столь же легко, как чистый глиний, а между тем он тверже и лучше полируется. Малая примесь глиния может изменять весьма значительно свойства многих металлов. Примесь $^1/_{20}$ глиния к меди делает ее по цвету и блеску сходною с золотом, но твердою и притом ковкою. Примесь $^1/_{10}$ глиния к меди делает ее очень твердою, оставляя ковкою и делая способною принимать столь хорошую политуру, как сталь.

Водный кремнезем и опалы. *Машке*[8а] в Бреславле заметил, что, нагревая в воде в течение многих дней стеклянные трубки, обвязанные нитками, можно получить и на нитках и на том месте трубок, где лежали нитки, особое вещество — твердое, прозрачное, нерастворимое в кислотах и щелочах. Это вещество оказалось кремнеземом в виде кварца. Такой замечательный факт заставил г-на Машке заняться исследованием свойств кремнезема, и от него мы имеем уже следующие выводы.

Пропуская чрез раствор кремнеземистого кали (растворимого стекла) струю углекислоты, можно получить студенисто-прозрачный водный кремнезем. Его смешивают с водою и прибавляют туда несколько капель соляной кислоты, процеживают и многократно промывают перегнанной водой, чтобы получить по возможности чистый продукт. Такой водный кремнезем в течение трехдневного соприкосновения с водою *весьма мало* растворяется в ней. 100 частей воды растворяют 0.09 кремнезема, а 100 частей воды, насыщенной углекислотою — 0.0078 кремнезема. Совершенно иное явление показывает водный кремнезем в отношении к воде, когда оба тела будем нагревать в запаянном сосуде долгое время. Тогда студенистый осадок *легко* растворяется. Но всего замечательнее то, что один, сам по себе, студенистый водный кремнезем при нагревании в запаянной трубке превращается в жидкость. Жидкость, полученная этим путем, не выделяет из себя студенистого осадка от прибавления большого количества алкооля и воды, но крепкие соляные растворы производят это выделение. Значит, сродство водного кремнезема с водою больше сродства алкооля с водою, но меньше сродства солей с водою. Оставляя жидкий водный

[8а] O. Maschke, Journ. f. pract. Chem., 1856, LXVIII, p. 283.

кремнезем в теплом месте в открытом сосуде, получаем сиропообразную, постепенно отвердевающую прозрачную массу, дальнейшее нагревание этой массы превращает ее вполне в *благородный опал*. Он растворим в едком и углекислом кали, совершенно нерастворим в воде, прилипает к языку, подобно глине, способствует сгущению газов, как тело пористое, при согревании становится прозрачным, а при охлаждении во влажном воздухе снова становится опаловидным. Все эти данные имеют весьма важное значение для объяснения образования опалов и для пояснения причины окаменелости деревьев. В клеточках растений по силе эндосмоза (всасывания) сгущается тот раствор кремнезема и солей, какой всегда заключается в каждой воде. Такое сгущение может дойти до той степени, что водный кремнезем не будет уже иметь возможности оставаться в растворенном виде в прикосновении с соляным раствором. Тогда водный кремнезем выделяется в виде опаловидной массы. Стенки клеточек покрываются им, а тем защищаются от доступа воздуха и гнилости. Обрабатывая такое дерево плавиковою кислотою, растворим кремнезем, — останется растительная ткань. Так как опал образовался из жидкости, то и понятно, почему он так точно принимает все формы того тела, на котором отложился.

Двойные соли хлористого кадмия. Двойные соли хлористого кадмия с многими другими хлористыми металлами (например, барием, стронцием, кальцием, магнием, марганцем, железом, кобальтом, никкелем, медью) получены Гауэром,[9] при медленном выпаривании раствора отвешанных (по паям) количеств окиси кадмия (полученной из углекислой соли) и углекислой соли другого металла в соляной кислоте. Все эти соли кристаллизуются с водою и образованы по формулам:

$$RCl + CdCl + n\text{HO},$$

или

$$RCl + 2CdCl + n\text{HO},$$

или

$$2RCl + CdCl + n\text{HO}.$$

Подобные же соединения иодистого и бромистого кадмия с иодистым калием, натрием, аммонием, барием и стронцием получены Крофтом.[10]

---

[9] Karl Ritter v. Hauer, Journ. f. pract. Chem., LXVIII, p. 385.
[10] H. Croft, ibid., p. 399; Chem. Gazet., № 323, p. 121.

Тройные синеродистые соли. Синильное кали $K^2(FeCy^3)$, как известно, содержит 2 пая калия, которые способны замещаться другими металлами — медью, свинцом, даже эфилем и так далее. Это замещение может быть полное и не полное, т. е. 1 пай калия может быть замещен другим металлом, а другой остается. Так, Мозандер, осторожно приливая раствор медного купороса к раствору синильного кали и помешивая жидкость, получил красное соединение, в котором 1 пай калия замещен медью: $KCu(FeCy^3)$. *Шульц*[11] получил соответствующее яркокрасное соединение закиси меди $KCu^2(FeCy^3)$ или, употребляя обозначение эквивалент,[12] $Mcu(FeCy^3)$. Для того он обливал бурый осадок железисто-синеродистой меди $Cu^2(FeCy^3)$ раствором синеродистого кали. Тогда при отделении синерода получилась названная выше соль закиси меди. Она, при действии едкого кали и кислот, показывает присутствие соединения закиси меди. Подобное же соединение закиси можно получить и с натрием и аммонием, а с натрием легко получается и соль закиси. Если смешать растворы 3 паев медного купороса и 1 пая железного и к разведенной жидкости приливать понемногу (но не в избытке) раствора синеродистого калия, то выделяется черный осадок, который, при действии едкого кали, оставляет смесь закиси и окиси меди и растворяется, как и берлинская лазурь, в щавелевой кислоте, ничего не оставляя. Посему осадок этот заключает в себе водную железисто-синеродистую соль закиси и окиси меди.

Шульц выводит для этого соединения формулу

$$Cu^6Fe^3Cy^74HO = Cu^2cu^2Fe^3Cy^7 + 4HO.$$

Так как взятое им для анализа вещество не могло быть вполне чисто и так как данная формула не соответствует составу других железистосинеродных солей и не строго отвечает анализам, потому нам кажется более вероятным дать формулу

$$Cucu(FeCy^3) + nHO = Cu^3(FeCy^3) + nHO$$

или

$$Cu^6Fe^3Cy^6 + nHO.$$

---

[11] Schulz, Journ. f. pract. Chem., 1856, LXVIII, p. 257.

[12] Эквивалент должно отличать от пая (nombre proportionnel). Эквивалент показывает вес тела, в каком оно способно замещать другое тело. Эквивалент меди к водороду в солях окиси есть Cu, то есть пай, а в солях закиси Cu^2 или Cu. Эти понятия об эквиваленте введены в науку Жераром и Лораном. См.: [Д. И.] Менделеев. Удельные объемы. СПб., 1856, §§ 3 и 4.

Эта формула соответствует формуле берлинской лазури

$$fe^2(FeCy^3)$$

и формуле вышеописанных соединений. По анализу оказался избыток синеродистого железа, потому, вероятно, что одновременно с этим телом происходит и берлинская лазурь. Несомненно, что соль закиси меди является в осадке, потому что медный купорос, окисляя часть железного и превращая его в сернокислую окись железа, сам раскисляется и становится солью закиси меди. А потому в жидкости находятся четыре сернокислые соли: окиси железа и меди и закиси тех же металлов, потому-то и вероятно единственное происхождение нескольких соединений.

Ванадовая свинцовая руда. Найдена в кристаллах на горе Обир, в Каринтии. Она была исследована Раммельсбергом[13] и, по его определению, принадлежит к гексагональной системе, как это было известно еще прежде, и содержит комбинацию шестигранной призмы с несколькими дигексаэдрами, из которых (один из тупых) нижний, образующий заострение на призме, был принят за основной. Конечный угол этой формы для ванадовой свинцовой руды = 142°30′. Для

миметезита . . $3[3PbO, AsO^5] + PbCl,$

пироморфита . $3[3PbO, PO^5] + PbCl,$

и

апатита . . . $3[3CaO, PO^5] + Ca(ClF)$

кристаллические формы и состав весьма сходственны, как это давно известно; но замечательно, что ванадовая свинцовая руда имеет такую же кристаллическую форму, как и три предыдущие минерала, хотя состав ванадовой кислоты не соответствует составу мышьяковой и фосфорной кислот. первая содержит 3 пая кислорода, а вторая 5 паев. Состав ванадовой свинцовой руды есть

$$3[3PbO, VO^3] + PbCl,$$

потому что она содержит около 2.23% хлора. Кроме того Раммельсберг нашел в ней 0.85% фосфорной кислоты. А между тем, наклонение площадей пирамиды для:

---

[13] Rammelsberg, Journ. f. pract. Chem., 1855, LXVIII, p. 244.

миметезита . . . . . P:P = 142°7′ *(G. Rose)*,
пироморфита . . . . . P:P = 142°15′ *(G. Rose)*,
апатита . . . . . P:P = *от* 142°16′ *до* 142°25′ *(G. Rose* и Кокшаров),
ванадовой свинцовой руды . [P:P] = 142°30′ *(Rammelsberg)*.

Изоморфизм всех минералов несомненен, хотя очевидно и различие в составе. Потому названный случай сходства форм без полного сходства в составе (что называют «гомеоморфизмом») должен быть причислен к тому огромному ряду случаев, где это ясно замечается в настоящее время.

Упомянем при этом, что многочисленность подобных явлений (гомеоморфизма) ясно показывает, что не один состав и расположение атомов имеют влияние на кристаллическую форму, что она [об]условливается совокупностью физических и химических свойств и признаков. Это можно видеть из того, что авгит и бура, моноклиноэдрическая сера и полевой шпат, арагонит и селитра, различные виды турмалина, авгитов, скаполитов и других имеют весьма близкие и сходственные формы, при всем различии в составе.[14] С другой стороны, двоякость формы (диморфизм) весьма многих тел, например, серы, углекислой извести, двусернистого железа, водного сернокислого цинка, иодистой ртути и других показывает, что не состав определяет кристаллическую форму, а что-то другое, что тела одинакового состава (тожественные) и тела сходственного (изоморфного) состава имеют одинаковые или близкие формы потому только, что подобное соотношение может определить сходственность или одинаковость той причины, которая определяет форму. Эта причина, не находясь в непосредственной зависимости от состава, очень часто одновременно оказывает влияние на свойства и на форму. Последнее видно из того, что при одинаковости состава, но при различии в формах, непременно есть различие и в свойствах, и обратно — при различии в составе, но при сходстве форм, очень часто существует сходство и в свойствах. Но и свойства не всегда равно изменяются с формою: оттого многие гомеоморфные тела имеют весьма различные свойства, и многие тела, весьма сходственные по свойствам, имеют различные формы. Итак, хотя между формами, составом и свойствами тел существует

[14] Об этом предмете более подробно можно видеть в двух рассуждениях *Менделеева:* Изоморфизм. СПб., 1856; Удельные объемы. СПб., 1856.

соотношение, но оно не так тесно и прямо, чтоб одно из них могло служить ручательством за другое.

Некоторые углекислые соединения. По опытам *Ланглуа*[15] оказывается, что газообразная углекислота легко поглощается не только в растворах морфина и стрихнина, но даже бруцина, вератрина и образует углекислые соли этих алкалоидов.

При действии раствора углекислых щелочей на раствор соли глинозема образуется осадок, содержащий:

$$3(Al^2O^3,\ CO^2) + 5(Al^2O^3 8HO),$$

чем опровергается распространившееся мнение о том, что углекислота вовсе не соединяется с глиноземом. Подобные соединения происходят и с окисями железа и хрома.

Образование углеродистых водородов. *Бертело*,[16] которому наука обязана столь многими превосходными и совершенно новыми исследованиями в области химии, представил во Французскую академию записку о том, что углеродистые водороды могут быть получены из неорганических веществ.

1) Если при жаре темнокрасного каления металлическую медь привести в прикосновение со смесью сернистого углерода и сернистого водорода (или фосфористого водорода), то образуется водород, болотный газ, значительное количество маслородного газа (светильный газ или эфилен) и следы нафталина. Если на железо действовать смесью паров серного углерода, сернистого водорода и окиси углерода, то также образуется значительное количество маслородного газа. Этот газ с бромом дает соединение, соответствующее жидкости голландских химиков и может быть превращен, как известно, в алкооль. Потому последний можно произвести из продуктов чисто неорганических, каковы сернистый углерод, сернистый водород и вода.

2) При сухой перегонке муравьинокислого барита образуется, кроме болотного газа, маслородный газ и пропилен C^6H^6. Так как муравьинокислые соединения, как мы уже видели, могут быть получены из окиси углерода и воды, то названные выше углеродные водороды возможно произвести из неорганических элементов. А как маслородный газ и пропилен могут образовать высшие соединения, соответ-

---

[15] Langlois, Ann. de chim. et phys. (3), XLVIII, p. 502.
[16] Marc. Berthelot, Compt. rend., 1856, XLIII, p. 236.

ствующие эфирным и алкоольным, то, значит, и эти последние могут быть получены из продуктов неорганических. Так, пропилен прямо может соединяться с хлористо-, бромисто-, иодистоводородными кислотами и образует при этом эфиры, соответствующие тритильалкоолю.

3) Пропуская чрез накаленную трубку смесь окиси углерода и маслородного газа, получаем отчасти пропилен. Значит из низших углеродистоводородов можно произвести высшие.

4) Из углеродистого водорода можно получить алкооль, из алкооля — уксусную кислоту, из уксуснокислого натра при сухой перегонке отделяется, кроме маслородного газа, пропилен, бутилен C^8H^8 и амилен $C^{10}H^{10}$, а потому из неорганических элементов можно и этим способом получить высшие углеродистоводороды.

5) Вышеназванные газы, изомерные с маслородным газом, собирали посредством брома, ибо они соединяются с бромом. Эти бромистые соединения (соответствующие жидкости голландских химиков) снова образуют соответствующие углеродистоводороды при нагревании в запаянной трубке, из которой выгнан воздух, до 250° Ц и в прикосновении с медью, водою и иодистым калием. Если производить то же нагревание без прибавления меди, то получается из двубромистого маслородного газа $C^4H^4Br^2$ газ C^4H^6, из бромистого пропилена $C^6H^6Br^2$ — углеродистый водород C^6H^6, и т. д. Это есть общая реакция. Итак, еще более высшие углеродистые водороды могут быть произведены из неорганических элементов.

6) Так как из углеродистых водородов можно образовать одно-, дву- и трехатомные алкооли, а из алкоолей — множество органических продуктов, то из этого следует, что *весьма большое количество органических соединений может быть произведено из неорганических веществ.*

Эти важные открытия не требуют разъяснений, а указывают совершенно новую дорогу в химии.

Новое красильное вещество.[17] Получается, действуя на спиртовой раствор двунитробензоля или нитроанилина [$C^{12}H^4(NO^4)^2$ и N, $(C^{12}H^5)\cdot H\,(NO^4)$] водородом в момент его отделения (in statu nascendi) из воды (т. е. приливая к спиртовому раствору серной кислоты и опуская куски цинка).

---

[17] A. H. Church and W. H. Perkin, Chem. Gazet., № 328. p. 139; Journ. f. pract. Chem., 1856, LXVIII, p. 428.

Тогда в жидкости появляется карминокрасное тело, которое назвали «нитрозофенилином». Оно некристаллического сложения, не улетучивается без разложения, плавится при 100° Ц растворяется в алкооле, окрашивая его оранжевым цветом, растворяется в соляной кислоте и состоит из

$$C^{12}H^{6}N^{2}O^{2}.$$

По мнению изобретателей это есть анилин (или фенамид). $N,(C^{12}H^{5})HH$, в котором 1 пай водорода замещен окисью азота NO^{2}, т. е. $N,(C^{12}H^{5}),(NO^{2})H$.

Толуоль, ксилоль, цемеоль и нафталин, в которых 2 пая водорода замещены NO^{4} (например двунитронафталин), дают подобные же окрашенные соединения. Нитрозонафталин $N(C^{20}H^{7})(NO^{2})H$ получается в виде кристаллов из спиртового раствора. Это тело может быть получено не только при действии водорода на двунитронафталин, но также при действии азотистой кислоты на нафтильамин $N(C^{20}H^{7})HH$ и при действии селитры на хлористоводородный нафтильамин $N(C^{20}H^{7})HHHCl$.

Четырехсерномефилевая кислота. При действии дымящейся серной кислоты на ацетонитриль $NC^{4}H^{3}$ (или синеродистый мефиль) получается в холоде сперва серноуксусная кислота $C^{4}H^{4}O^{4}, 2SO^{3}$, а потом и при нагревании — четырехсерномефилевая кислота $C^{2}H^{4}4SO^{3}$. Обе кислоты известны в отдельном состоянии и в виде солей и суть двуосновные. Первая кислота давно известна уже, а последняя открыта ныне *Гофманом* и *Буктоном*.[18] Она дает прекрасно кристаллизующиеся, весьма постоянные и легко растворимые соли бария $C^{2}H^{2}Ba^{2}4SO^{3}$, аммония и других оснований. Самая кислота прекрасно кристаллизуется и очень легко растворима. Она получается также при действии серной кислоты на ацетамид $NC^{4}H^{5}O^{2}$.

Получение некоторых органических соединений. Гейнц,[19] при действии однохлористой серы на безводный бензойнокислый натр, получил хлористый бензоин и безводную бензойную кислоту, подобно тому, как получаются они при действии пятихлористого фосфора.

Либен[20] показал, что молочный сахар $C^{12}H^{12}O^{12}$ при 180° Ц превращается в молочный карамель $C^{12}H^{10}O^{10}$, и при 100°

[18] Buckton et Hofmann. Ann. de chim. et phys., 1856, XLVI, p. 366.
[19] Heintz, Journ. f. pract. Chem., 1856, LXVIII, p. 402.
[20] Adolf Lieben, ibid., p. 407.

до 150° Ц — в безводный молочный сахар $C^{12}H^{11}O^{11}$, подобно обыкновенному сахару.

Это подтверждают и исследования Дюбренфо.[21]

Лимприхт[22] полагает, что салицилевая кислота есть двухосновная, на основании того, что она образует салицильаминовую кислоту $[N(C^{14}H^4O^2)H^2]H,O^2$ и салицильамид $N(C^{14}H^4O^2)H$, которые и получены Лимприхтом.

Канницаро и Бертанини[23] получили анисовый алкооль $C^{16}H^{10}O^4$ из водородоанизиля $C^{16}H^8O^4$, точно так же, как бензильалкооль $C^{14}H^8O^2$ получается из горькоминдального масла (или водородобензоиля) $C^{14}H^6O^2$, т. е. при перегонке водородоанизиля с едким кали.

Киоца[24] получил искусственно коричное масло, перегоняя смесь уксусной кислоты, альдегида, горькоминдального масла и хлористоводородной кислоты. Этот опыт он произвел потому, что ранее заметил, что коричная кислота при действии едкого кали распадается на уксусную и бензойную.

Бешан[25] показал, что хлористые соединения радикалов одноосновных органических кислот (например уксусной, бензойной и др.) могут быть получены при действии треххлористого фосфора на водные окиси. Известно, что по способу Каура должно было употреблять пятихлористый фосфор и водные окиси, а по способу Жерара — треххлористый или хлор-окись фосфора и соль.

О количестве теплоты, необходимой для растений.[26] Едва Реомюр дал точный способ определения температуры, как предложил уже определять соотношение между температурами воздуха и продолжительностью развития и жизни растений. (Réaumur, Mém. de l'Acad. de Paris, 1735, p. 559). Затем Адамсон и Котте старались [найти] это [соотношение], на которое намекал Реомюр (Adamson, Familles de plantes, I, pp. 87, 102, 108. — Cotté, Traité d. météorologie, p. 422). Но только Буссенго удалось дать довольно точный

---

[21] Dubrunfaut, Compt. rend., 1856, XLII, p. 228; Journ. f. pract. Chem., LXVIII, p. 422.

[22] Limpricht, Lieb. Ann., XCVIII, p. 256; Journ. f. pract. Chem., 1856, LXVIII, p. 436.

[23] Cannizzaro und C. Bertagnini, Lieb. Ann., XCVIII, p. 188; Journ. f. pract. Chem., LXVIII, p. 455.

[24] Chiozza, Compt. rend., XLII, p. 222; Journ. f. pract. Chem., LVIII, p. 448.

[25] A. Bechamp, Compt. rend., XLII, p. 224.

[26] Э. Перо, Журнал министерства государственных имуществ, 1856, ноябрь, стр. 227. — *Веселовский*, там же, стр. 235.

способ для определения этого согласования между температурою и временем произрастания (Boussengault, Compt. rend., 1837, I-er Sem, p. 179; Economie rurale, 1844, p. 659). Вот закон, данный Буссенго: для того, чтобы данное растение взросло и созрело во всех случаях и местах, необходимо одинаковое количество теплоты. Количество теплоты есть сумма средней температуры каждого дня во все время произрастания. Если мы это количество теплоты ($К$) разделим на число дней произрастания ($Д$), то получим среднюю температуру во все время произрастания ($Т$). Очевидно $К = Т \cdot Д$ и $Т = \frac{К}{Д}$. Отсюда мы можем определить, может ли данное, известное нам растение произрастать в данной местности, которой температуру мы знаем и если нам известны пределы температур, между которыми еще может возрастать растение. Из опытов мы можем узнать ($К$) количество теплоты, потребное для данного растения. Если в данной стране есть столько теплых дней (температура которых выше крайнего предела, при котором может развиваться растение), что сумма их средней температуры больше количества тепла, потребного для развития известного растения, то оно может жить в данной стране.

Так, А. Декандоль определял северные границы распространения растений. По тому же закону можно узнать, скоро ли созреет известное растение. Так, для созревания ячменя потребно 1276° теплоты; и потому, если ежедневная средняя температура после посева будет 14.5°, то ячмень созреет в 88 дней, ибо $\frac{1276}{14.5} = 88$.

Этот закон в действительности изменяется весьма многими обстоятельствами: ибо возрастание зависит не от одного количества теплоты, но и от количества света (оттого на севере, где летом дни длиннее, нужно меньшее количество теплоты, чем на юге), от влажности, от продолжения жизни растения, от качества почвы, от быстроты изменения температур, от геогностического характера почвы. Так, например, г. Рупрехт нашел, что флора Петербургской губернии весьма различается, смотря по тому, находимся ли мы на силурийской почве или на наносах. Г-н Эверсман заметил, что граница виноградников простирается на Дону до Нижнечирской станицы (48°15′ с. ш.), а г. Веселовский заметил, что здесь идет граница меловой и эоценовой формаций. Г-н Эверсман заметил также, что устья Камы составляют ботаническую границу для многих растений, и здесь опять,

по замечанию г-на Веселовского, ботаническая граница совпадает с геогностической. Кетле (Climat de la Belgique, pp. 8 et 23; Bull. de l'Acad. de Bruxelles, XIX; Revue horticole, 1852, décem., p. 442). Бабине (Compt. rend., 1851, 14 avr.), А. Декандоль (Géographie botanique raisonnée, 1855, I) и другие старались, на основании влияния других подобных причин, видоизменить закон Буссенго. Между тем остается неизменным, что он в общих чертах справедлив, ибо жизнь растения, главным образом, обусловливается влиянием температуры. Желая внести несколько фактов на долю изучения этого предмета, г. Э. Рего наблюдал растительность в Горыгорецком институте в течение последних 9 лет и старался согласовать ее с климатологическими данными, определенными г-ном Шмидтом. Приводим средние выводы, полученные г-ном Рего [стр. 92—93].

Причина фосфоричности гриба, растущего на маслине (Agaricus olearius). Явления фосфорического света в живущих организмах всегда и везде возбуждало живейший интерес. Многочисленные исследования нового времени над фосфорическими животными, которые все принадлежат к низшим (слизняки, насекомые, многоногие, черви, лучистые, акалефы и др.), показали, что явление света одновременно с окислением какого-то особенного вещества в теле этих животных. Это видно из того, что при фосфоричности животных, которая может происходить только в присутствии воздуха, всегда поглощается кислород и отделяется углекислота. Из растений только в ряду низших встречается фосфоричность, особенно у грибов, например, у *корневидок* (Rhizomorphes), у видов Agaricus и др. Причина их фосфоричности мало еще исследована, впрочем, известно, что корневидки перестают светить в безвоздушном пространстве. Чтоб решить вопрос о фосфоричности растений, *Фабр*[27] избрал гриб, растущий на маслине (Agaricus olearius), весьма обыкновенный в Провансе, у которого светятся по преимуществу пластинки, находящиеся снизу шляпки. Гриб этот ранее исследовали Делиль (Delile) и Тюлань (Tulasne).[28] Фабр доказал прежде всего, что гриб маслины светится одинаково и во время дня и во время ночи, чем и опровергнул мнение Делиля. Далее Фабр многими опытами убедился в том, что солнечный свет не усиливает фосфоричности гриба маслины, тогда как множество опытов показало, что фос-

[27] Fabre, Ann. des sciences natur., Botanique, 1856 (4), IV, p. 179.
[28] Tulasne, ibid. (3), IX.

	Яровой ячмень шестистрочный	Английский кустовой овес	Гречиха	Красное просо	Яровая пшеница арнаутка	Яровая белая полба с усами	Эммер яровой белый	Рожь яровая
Число лет, в которые были произведены наблюдения, кончая 1855 г.	9	9	9	8	9	8	5	8
Среднее время посева	14 мая	11 мая	23 мая	15 мая	29 апреля	5 мая	30 апреля	4 мая
Среднее время всхода	22 „	20 „	30 „	24 „	7 мая	14 „	8 мая	12 „
Среднее число дней от посева до всхода	8	9	7	9	8	9	8	8
Средняя температура этих дней, по Реомюру	15.0°	11.9°	13.1°	12.4°	11.6°	11.8°	10.9°	12.3°
Среднее количество теплоты в эти дни	120.0°	107.1°	91.7°	111.6°	92.0°	106.2°	87.2°	98.4°
Среднее количество дождя в это время в русских дюймах	0.519	1.155	0.880	0.987	0 473	0.400	0.487	0.459
Среднее время цветения	3 июля	3 июля	7 июля	8 июля	7 июля	8 июля	7 июля	26 июня
Среднее число дней от всхода до цветения	42	44	38	45	61	55	60	45

	Яровой ячмень шестистроч-ный	Английский кустовой овес	Гречиха	Красное просо	Яровая пшеница арнаутка	Яровая белая полба с усами	Эммер яровой белый	Рожь яровая
Средняя температура этих дней . . .	14.8°	15.1°	15.3°	14.6°	14.9°	14.4°	14.3°	14.9°
Среднее количество теплоты	621.8°	660.0°	581.4°	657.0°	908.5°	792.0°	858.0°	670.5°
Среднее количество дождя	3.704	3.323	3.519	4.154	6 285	5.917	5.639	4.312
Среднее время созревания	18 августа	1 сентября	25 августа	29 августа	18 августа	9 сентября	27 августа	22 августа
Среднее число дней от цветения до созревания	46	60	49	52	42	52	51	57
Средняя температура этих дней . . .	14.2°	13.7°	13.1°	13.7°	13 4°	12.8°	12.9°	14.3°
Среднее количество теплоты	624.8°	882.0°	641.9°	712.4°	562.8°	740.4°	657.9°	815.1°
Среднее количество дождя	3.896	3.832	3.348	2 732	3.373	4.280	4.062	4.531
Среднее число дней от всхода до созревания	88	104	87	97	103	113	111	102
Средняя температура	14.5°	14.3°	14.2°	14.1°	14.1°	13.6°	13.1°	14.6°
Среднее количество теплоты	1276°	1487°	1223°	1369°	1452°	1532°	1454°	1489°
Среднее количество дождя	4.980	7.225	6.867	6.516	9.656	11.197	2.701	8.843

форичность многих минералов и других тел зависит от влияния солнечных лучей. Влажность и незначительное изменение температуры не оказывают заметного влияния на фосфоричность гриба маслины. Впрочем, охлаждение до + 2° Ц или нагревание до температуры + 50° Ц мгновенно прекращают фосфоричность; но причина этого зависит от того, что и сама жизнь (рост, дыхание и др.) гриба в этих условиях прекращается. В обыкновенной воде, содержащей воздух, гриб маслины светит так же хорошо, как и в воздухе, но в кипяченой воде, из которой удален воздух, фосфоричность прекращается. В барометрической пустоте, в водороде, углекислоте, хлоре и других газах, не способствующих дыханию, фосфорический свет гриба маслины мгновенно исчезает. В чистом кислороде фосфоричность описываемого гриба, как и фосфоричность почти всех тел, не усиливается. Светящийся гриб производит (выдыхает) гораздо более углекислоты, чем в то время, когда он не светит; именно в первом случае 1 г грибного светящегося вещества дает 4.41 $см^3$ углекислоты в течение 36 часов, а 1 г того же несветящегося вещества — только 2.88 $см^3$ углекислоты. Из этого видно, что дыхание светящегося гриба маслины сильнее дыхания холоднокровных животных; притом Фабр доказал, что причины, уменьшающие отделение углекислоты в светящемся грибе, уменьшают и фосфоричность его. Температура светящегося гриба не выше температуры окружающего воздуха, по крайней мере сколько то можно наблюдать термометром. Все вышесказанное показывает, что фосфоричность гриба маслины зависит от окисления, как и фосфоричность животных.

Исследование низших водорослей. В последнее время большое число ученых обратилось к исследованию двух ветвей естествоведения: развития зародыша и самых низших простейших организмов. Обе области имеют весьма много общих интересов: ибо предмет исследования в том и другом случае сводится к изучению самых первоначальных и простых явлений клеточки, т. е. того элемента, из которого слагаются все организмы. В этом случае в естествоведении мы видим то, что и в других науках. Для изучения политических и нравственных потребностей человека прибегают к изучению истории и этнографии. Этнограф замечает в ряду ныне живущих народов те ступени, по которым поднимался известный народ, совершенствуясь; он видит в пространстве, в различных странах и местах, те степени

развития, какие замечал во времени в разные периоды истории. Так и естествоиспытатель исследует низшие организмы и первые периоды развития для того, чтобы получить яснейшие понятия о высших животных. Здесь изучает он единичное, простое явление для того, чтобы получить сведение о тех явлениях, какие определяются совокупностью этих единиц, ибо известно, что высшие организмы растения и животные состоят из совокупности таких же клеточек, какие составляют весь низший организм и яичко в первейшее время его жизни. Так точно историк, моралист и политик должен быть прежде всего психологом, должен изучить и знать деятельность отдельно взятого человека, для того чтобы изучить общество — этот высший организм, составленный из отдельных личностей, точно так же, как высший организм состоит из клеточек, т. е. низших организмов. Только на низшей степени развития возможна жизнь отдельного человека без общества и одной клеточки без сообщества других. Организм и общество тем выше, тем более развиты, чем яснее отделяются отправления и назначения каждого элемента, чем больше вырабатывается личность и в то же время чем стройнее всеобщее соподчинение всех этих особенностей общему делу, общей идее, чем теснее взаимная связь этих элементов, чем меньше становится возможность отдельной жизни для каждого элемента. У березы лист питает ее веществами воздуха, корень поглощает влагу и соляные пепельные вещества почвы, твердые части стебля поддерживают все тело, мертвая кора защищает молодую, нежную, развивающуюся ткань — образовательный сок дерева, те органы служат для перемены веществ, производимых различными частями, они вырабатывают их и сами питаются и возрастают при этой обработке, старый лист отваливается, дает место молодой почке, выходящей подле него, из которой вырастут новые листья и опять отпадут, весенние сережки содержат [...] и служат для развития зародыша нового дерева — все живет общею жизнью, не для одной какой-нибудь части, а друг для друга. Продолжая сравнивать, мы все больше и больше найдем сходства между высшим организмом и обществом. Но можем ли мы узнать общество, понять его, вовсе не зная отдельных лиц его? Можем ли мы хорошо изучить совокупность, общую жизнь клеточек, когда не узнаем жизнь отдельной клеточки? Ее можно изучить или как часть целого или как особь в низшем организме. Изучать первую в живом состоянии мы почти не имеем средства

или можем только в немногих случаях; оттого-то с таким рвением обратились к изучению низших организмов, где можно видеть каждую клеточку, потому что каждая живет жизнью особи (индивидуума). Изучение отдельной клеточки в высшем организме было бы удобно, потому что там клеточка имеет большею частью специальные цели, как человек в образованном обществе. Изучение клеточки в виде особи в низших организмах, с другой стороны, тем полезно, что дает нам сразу не отрывочные сведения о возможных отправлениях и изменениях, но постоянно поддерживает на высоте общих начал, дает совокупность, понятие о целом.

Вот причины, на основании которых так много занимаются в настоящее время низшими растениями и из них особенно низшими водорослями. Водорослями называют, как известно, растения, живущие в воде или сырых местах и относящиеся к бессосудистым и бесцветковым растениям. Неимоверное разнообразие их распространено всюду, от стакана с протухлой водой до глубочайших частей океана, от наших прудов до снежных равнин Альпов и северной Сибири; они, заплетаясь и перепутываясь, застилают путь от Африки в Америку и образуют там море зелени среди океана, встреченное Колумбом и испугавшее спутников его, как край вселенной. Высшие формы водорослей суть красные и черные водоросли, достигающие иногда весьма больших размеров и отличающиеся весьма развитыми плодотворными органами. Во многих из них доказано присутствие двух полов, что предполагал уже Реомюр (Réaumur, Description d. fleurs et d. graines de divers Fucus etc. Mém. d. l'Acad. des sciences, 1710, p. 381; 1712, p. 21) и доказали Десен и Тюре (Desçaine et Thuret), Тюре (Thuret, Ann. d. sciences natur. (3), XIV et XVI), Дербе и Солье (Derbès et Solier, Supplém. à Compt. rend. 1851; Ann. des sciences natur. (3), XIV, p. 261.), Негли (Zeitschr. f. wissensch. Botanik, H. 3 u. 4, p. 344), Агард (I. Agard. Species Algar. 1841, p. VI) и Рупрехт (Alg. Ochotens). Самые низшие формы водорослей образуют речной ил и зелень прудов. Они состоят из ряда зеленых клеточек (нитчатки, Conferva Linn) или иногда и из одной клеточки. Клеточки эти, как всякая растительная клеточка, состоят из внешней, безазотистой клетчатой оболочки, из внутренней слизистой азотистой массы, иногда образующей особого рода пустоты и содержащей крупинки хлорофиля, крахмал и др. Из этой-то внутренней массы и развивается в каждом зеленом водоросле особенное тело — зооспора или движущаяся крупинка.

Она выходит из внутренности клеточки, имеет обыкновенно шарообразный или овальный вид, движется, снабжена ресничками или волосками, имеет зеленые и другого цвета части тела и не облечена клеточной оболочкою. Такие признаки делают зооспоры совершенно похожими на низших наливочных животных. Оттого границу обоих царств невозможно резко обозначить. Такие зооспоры впоследствии падают на дно ручья или сосуда, где жили, облекаются клетчатою оболочкою и тогда превращаются в растение. Подробные и многочисленные исследования этого предмета можно видеть в диссертации г-на Ценковского, помещенной в «Журнале министерства народного просвещения», 1856 г. (июнь и июль).

До сих пор, хотя известны были различные виды зооспор или крупинок в одном и том же водоросле, например у вошерии, спирогир, альхии (Alchia prolifera) и др., но не было еще ясно известно существование двух полов в зеленых водорослях, особенно в нитчатках. Исследования многих и между прочим Принсгейма (Pringsheim) и г-на Ценковского показали существование двух родов движущихся крупинок, или зооспор (macrogonidiae et microgonidiae Al. Braun, Algarum unicellularum), и особый род покоящихся крупинок (ruhende Sporen), которые то способны прямо произрастать, то образуют внутри себя зооспоры. Кроме этих способов размножения, почти все низшие водоросли, как все низшие растения и животные, способны размножаться отпрысками или почками.

На существование полов у зеленых водорослей делало намек образование двух родов зооспор (макро- и микрогонидий): ибо только одни из них, именно большие, прорастают. Монтань в прошлом 1856 г. обратил внимание Парижской академии на открытие Прингсгейма в Берлине,[29] доказавшего, что малые зооспоры (microgonidiae Al. Braun) зеленых нитчатых водорослей суть не что иное, как мужские органы, а большие зооспоры — женские. Это особенно ясно заметил Прингсгейм в известной пресноводной нитчатке Oedogonium, исследованной Тюре. Этот водоросль состоит из ряда клеточек, на которых заметны темные пояса или полоски. В клеточках развиваются большие и малые зооспоры. Большие зооспоры, по рисункам и описанию Тюре, достигают сравнительно довольно значительной величины, состоят из зеленого овального тела, на одном конце со светлым или прозрачным кружком, около которого сидят

[29] Montagne et Pringsheim, Compt. rend., 1856, XLII, p. 297.

в круглом ряде мерцающие реснички, после отпадения которых зооспора перестанет двигаться и прорастает. Вместе с этими клеточками, по описанию Прингсгейма, являются другие овальные зооспоры или, правильнее, андроспоры (т. е. мужские споры — микрогонидии). Они суть не что иное, как антеридии, т. е. органы, соответствующие мужским органам папоротников, хвощей и тому подобных,[30] ибо содержат, как и все антеридии, сперматозоиды (антерезоиды, или семянные животные, или семянные нити, или семянные тела); эти андроспоры ищут прикрепиться к зооспорам (или макрогонидиям), или женским органам, или архегониям. После прикрепления, реснички андроспор отчленяются от них. Тогда между андроспорою и зооспорою образуется канал или отверстие, служащее для оплодотворения (Befruchtungsschlauch), и чрез него из андроспоры во внутренность зооспоры проникают движущиеся сперматозоиды. Затем такая оплодотворенная зооспора становится способною к прорастанию, надолго еще остается в ней незакрытым канал оплодотворения, пока не появится около всей азотистой зооспоры клетчатая оболочка — первый признак прекращения движения и истинного начала растительной жизни.

Растительность по реке Амуру. Растительность по реке Амуру исследовали в последнее время гг. *Максимович*, *Герсфельд*, *Маак и Шренк*, первый — по поручению императорского Ботанического сада, вторые — от Географического общества и последний — по поручению Академии. Исследования первого изложены и рассмотрены академиком *Ф. И. Рупрехтом.*[31] До тех пор, пока Амур снова не поступил во

[30] Для некоторых из наших читателей опишем здесь в нескольких словах (но когда-нибудь и подробнее) оплодотворение папоротников. Крупинка (Spora) папоротника, упавши на землю, при достаточном количестве влажности и тепла прорастает и дает зеленый, маленький, плоско на земле лежащий орган, называемый проталиумом (prothalium). На нижней поверхности этого листка находятся корешки и между ними шарообразные органы — антеридии. Близ них, также на нижней поверхности проталиума, находятся продолговатые органы (все это в весьма малых микроскопических размерах) — архегонии. В антеридиях заключаются клеточки, в которых развиваются мельчайшие спиральнозавитые нити — сперматозоиды. При зрелости антеридии лопаются, клеточки, а также и сперматозоиды, выходят и движутся подобно семянным животным (сперматозоа), находящимся в семени животных. В архегониях находится полость, в которую проникают сперматозоиды и где после того развивается зародыш, из которого уже и вырастает подлинный папоротник. Потому архегонии суть женские органы, а антеридии — мужские.

[31] C. Maximowitcz und Ruprecht, Bull. phys. math., XV, № 334 et 335, p. 120.

владение России и пока по всей длине его не было совершено плавание русских пароходов, мы имели только немногочисленные и отрывочные сведения о растительности этих стран, чему обязаны были заметкам ученых английских и северо-американских морских экспедиций. В настоящее время этот предмет достаточно уже исследован для того, чтобы сделать возможным сличение растительности стран, по Амуру лежащих, с растительностью соседних стран, например Охотского берега, изученного г-ном Миддендорфом (ботаническую часть его путешествий обработали Траутфеттер и Мейер), стран байкальских и даурских, изученных Турчаниновым (Flora Baicalensi — Dahurica), северного Китая, растительность которого между прочим описал Бунге (Enumeratio plantarum Chinae borealis), чтобы сравнить с растительностью Японии, описанной Зибольдом и Пуккарини (Flora Japonica) и др. Г-н Рупрехт сличил наблюдения и растения, собранные г-ном Максимовичем, с вышепоименованными сочинениями и с гербариями Академии. Приступая к описанию деревьев и кустарников Амурского края, г. Рупрехт замечает, что флора этих мест весьма сходственна с флорою восточных берегов и средних частей Американских Соединенных Штатов.

Наблюдая растительность амурских стран, можно, по описанию г. Максимовича, различить четыре растительные пояса: 1) Береговой пояс занимает устье Амура и течение его около 1500 верст до деревни Михайловской, почти до $52^1/_2°$ с. ш. Этот пояс характеризуется сырым климатом, зимой очень снежной, гористыми местами (здесь вдоль берега тянется хребет Сихота-Алинь),[32] покрытыми хвойными деревьями и сырыми мшистыми пространствами. 2) Пояс северной части Амура идет от деревни Михайловской до гор Пессуй, что 100 верстами севернее устьев реки Гарин (по карте Семенова слева впадает в Амур река Гырын). Страна эта гориста, с климатом не столь жестким, бедна снегом, покрыта хвойными растениями, а в долинах березовым (Betula alba) и осиновым (Populus tremula) лесами. На южной границе этой полосы попадается местами кедр (Pinus Cembra varietas excelsa) и малолистая липа. 3) Пояс средних частей Амура — от Пессуя до устьев Сунгари

---

[32] Геогностическое и географическое описание Амура сделано было г-ном *Семеновым*. См.: Обозрение Амура. Вестн. имп. Русского географического общ., 1855, VI, стр. 267.

(Chungari).[33] Этой же области принадлежит и часть, окружающая устья Гарина и Сунгари. Оба берега Амура, особенно левый, в этом поясе плоски и покрыты разнообразными породами лиственных и хвойных растений. Между последними чаще других встречаются высокие кедры. 4) Пояс южного Амура от устьев Уссури до хребта Бокки. Это место покрыто отрогами гор, идущими из внутренности страны, а береговая часть плоская и низменная. Лиственные леса, богатые видами, перемешаны с непроницаемыми кустами, особенно маньчжурской лещины (Corylus mandshurica).

Перечислим теперь некоторые из деревьев и кустарников, определенных Максимовичем: 1) Schizandraceae — новое кустарное растение Maximowiczia Amurensis R., 2) 2 вида лип: Tilia cordata и Tilia mandschurica; 3) 4 новые вида кленов (Acer); 4) Evonymus europaeus, verrucosus и latifolius? Нахождение бересклета (Evonymus) тем характернее, что до сих пор этот род не был найден нигде в Азиатской России; 5) Rhamnus dahurica Pall.; 6) Junglans mandschurica Maxim.; 7) 3 кустарника из семейства бобовых (Papilonaceae); 8) 3 вида Prunus; 9) 2 вида Crataegus; 10) 2 вида Pyrus; 11) 2 вида Sorbus aucuparia (рябина) и sambucifolia; 12) Philadelphus tenuifolius; 13) 3 вида из семейства Аралиевых (Araliaceae); 14) омела (Viscum album); 15) 5 кустарников из семейства жимолостных (Caprifoliaceae) и между ними Sambucus racemosus; 16) 2 вида плюсконосых (Cupuliferae): Corylus mandschurica и Quercus mongolica; 17) 2 вида тополей: Populus suaveolens и tremula; 18) 2 вида вязов: Ulmus glabra и major; 19) 4 вида березовидных: Alnas Betula fructicosa, Alnus incana (variet. hirsuta), Betula alba; 20) из хвойных: Picea Pichta, Larix dahurica, Abies ajanensis et obovata, Pinus Cembra (var. pumila et excelsa) Juniperus dahurica и communis и Tarus baccata. Из травянистых растений, собранных г-ном Максимовичем, г. Рупрехт[34] описал 2 новых вида: Glassocomia ussurensis и Phyllanthus ussurensis.

Г-н Регель, директор ботанического сада в С.-Петербурге, также вслед за г-ном Рупрехтом занялся исследованием

---

[33] Известно, что Амур в русских владениях образован слиянием рек Шилки, на притоке которой стоит Нерчинск, и Аргуня, выходящего из Китайской Даурии. Эта ветвь (Сахалин-ула, или Хе Лун-кян) Амура есть русско-монгольская. Она сливается с Сунгари (Сунгари-ула, или Сун-Хуа-кян), или Млечной рекой, которая идет из Маньчжурии. Последняя ветвь мало исследована. Северная ветвь от слияния Шилки и Аргуня до устьев Амура имеет в длину 650 миль.

[34] Bull. phys.-math., S. Pétersb., XV, № 350, p. 209.

растений, собранных г-ном Максимовичем.[35] Сделав несколько замечаний о том, какое важное значение имеет возделывание растений для определения видов их, г. Регель старается опровергнуть некоторые из определений амурских видов растений, о которых мы только что упомянули. Так, растение, названное г-ном Рупрехтом маньчжурскою липою (Tilia mandschurica R.), по мнению г-на Регеля есть сребровидная липа (Tilia argentea H. Par.), потому что признак, данный г-ном Рупрехтом (округленность вершины плода), по мнению и наблюдениям г-на Регеля не может быть почтен за постоянный признак, ибо изменяется как от культуры, так и по различию мест. Притом амурский экземпляр весьма сходен с экземплярами сребровидной липы из Парижского сада, из Польши и из Венгрии. Точно так же г. Регель старается изменить и некоторые другие определения г-на Рупрехта, например почитает Philadelphus tenuifolius Rupr. просто за Ph. coronarius L. (дикий жасмин) и т. д. Регель в конце своей статьи приводит продолжение описания путешествий г-на Максимовича, совершенных им отчасти с г-ном Шренком по различным частям Амура. За невозможностью сделать извлечение из этих интересных писем, желающих отсылаем к самому подлиннику (стр. 223—228).

Сернистосинеродистый калий в слюне. Тревиранус первый нашел, что слюна окрашивается красным цветом от прибавления к ней раствора солей железной окиси. Тидеман и Гмелин (Tiedemann und Gmelin) из точных опытов заключили, что это происходит от присутствия в слюне сернистосинеродистого (роданового) соединения щелочного металла. Впоследствии многие почитали это случайным или временным веществом слюны, но в настоящее время *Лонже*,[36] сделавши многочисленные исследования относительно этого не вполне разрешенного вопроса, пришел к следующим заключениям: 1) сернистосинеродистый калий (по жераровой теории это есть едкое кали, в котором водород замещен синеродом, а кислород — серою) существует постоянно в слюне человека; 2) он встречается не только в той части слюны, которая отделяется слюнными железами (ganglion buccale), но также и в слюне, отделяемой железами parotis, submaxillaris и sublingualis; 3) присутствие сернистосинероди-

[35] C. Maximowicz und E. Regel, ibid., № 350 et 351, p. 211.
[36] Longet, Ann. des sciences natur. Zoologie (4), IV, p. 225.

стого кали характеризует слюнное отделение, потому что ни слезы, ни пот, ни моча, ни жидкая часть крови не содержат этой соли, сколько видно из опытов Лонже; 4) количество этой соли всегда весьма малое, но довольно изменчивое; эта изменчивость не зависит ни от возраста, или от пола, ни от состояния нервной системы, но только от степени густоты слюны; 5) в тех случаях, когда отделение слюны совершается весьма быстро, слюна бывает столь бедна содержанием сернистосинеродистого кали, что наши реактивы (соли окиси железа) не открывают его; но лишь стоит подвергнуть слюну медленному испарению, т. е. сгустить ее, и тогда легко открыть названную соль; 6) состояние, присутствие и отсутствие зубов не оказывает влияния на количество сернистосинеродистого калия в слюне, так что соль эта встречается даже у стариков, совершенно беззубых; 7) удаливши всю соль из слюны, мы можем видеть, что более не образуется ее от изменения жидкости, чем опровергается мнение тех, которые думали, что сернистосинеродистый калий образуется уже от изменения химического состава слюны; 8) из всех солей окиси железа дву-треххлористое железо есть лучший реактив для серносинеродистого соединения слюны. Оно дает со слюной жидкость кроваво-красного цвета.

Присутствие сахара в вене (vena portarum), **идущей к печени**. Замечательнейшие опыты *Клода Бернара* (Cl. Bernard) показали в недавнее время,[37] что одно из важнейших отправлений и назначений печени есть образование из веществ крови сахара, который разрушается в легких, что видно из того, что в артериях здорового организма нет сахара. В исследованиях французского физиолога была, однако, одна слабая сторона, как показал *Леман*:[38] Бернар испытывал [наличие] сахара в крови посредством солей меди. А между тем этот реактив может показать отсутствие сахара тогда, когда вместе с ним находятся некоторые животные вещества, например пептон. Леман советует заменить несовершенный способ, употребленный Бернаром, новым способом, основанным на свойстве сахара давать с едким кали осадок, нерастворимый в алкооле. Испытание производится так: прокипяченную кровь процеживают,

---

[37] Прекрасное описание его исследований в «Revue des deux mondes» 1856, mars, p. 100 сделал Paul de Remusat.

[38] C. G. Lehmann, Ann. des sciences natur., Zoologie (4), IV, p. 156.

жидкость смешивают с 3—4 частями (по объему) спирта (90—92°), снова процеживают и выпаривают, прибавивши несколько капель уксусной кислоты; остаток растворяют в спирте, процеживают и смешивают со спиртовым раствором едкого кали. Если был в крови сахар, то он с кали даст осадок. Реакция весьма чувствительна и совершенно утвердительно означает присутствие сахара, когда одновременно с ней произвести еще испытание медной солью или брожением. Испытывая новым способом кровь вены, идущей к печени у собаки, Леман *не открыл в ней следов сахара*, как и сам Бернар и Фигуе (Figuier). Но в присутствии серной кислоты кровь этой вены показывает следы сахара. Из этого видно, что в крови, приносимой из желудка к печени, есть вещество (вроде сочетанного сахара по Леману), способное образовать сахар как искусственно, при содействии серной кислоты, так и в организме — внутри печени.

Поглощение твердых частиц кишечною кожицею вновь подтверждено исследованиями *Фердинанда Морфельса*,[39] показавшего, что цилиндрические эпителиальные клеточки кишечного канала способны поглощать твердые частицы красящих веществ. Это дает подтверждение теории Брукка (Bruch) о строении эпителиальной ткани и дает объяснение происхождению жирных частиц из желудка и кишечного канала в млечные и другие сосуды.

Величина кровяных крупинок некоторых холоднокровных животных была определена *Альфонсом Милль-Эдварсом*.[40] Он нашел, что одна из низших лягушек (Axolotl Humboldtii) имеет крупинки [крови] $^1/_{23}$—$^1/_{32}$ мм длиной, что гораздо менее, чем у сходственных с ними протея ($^1/_{18}$ по Вагнеру) и сирена ($^1/_{16}$ по Гуливеру). У саламандры (Salamandra maculata) крупинки от $^1/_{28}$—$^1/_{25}$ мм; у каймана (Alligator scelerops) $^1/_{42}$—$^1/_{75}$, у желтопузика (Psodopsus Pallasii) $^1/_{55}$—$^1/_{100}$, у черепахи обыкновенной (Cestudo greca) $^1/_{55}$—$^1/_{75}$, у Squatina Angelos $^1/_{40}$—$^1/_{50}$, у Zygaena Malleus $^1/_{58}$—$^1/_{66}$, у Mullus barbatus $^1/_{95}$—$^1/_{135}$ мм и проч.

Влияние света на количество углекислоты, производимой посредством дыхания животных. Давно известно, что влияние света совершенно изменяет процесс дыхания растений. Под влиянием света они отделяют кислород, поглощая

---

[39] F. Morfels, ibid., p. 135.
[40] Alph. Milne Edwards, ibid., p. 165.

углекислоту, а в темноте напротив того, отделяют последнюю, поглощая кислород. Известно также, что животные, по крайней мере высшие, во все время дня и ночи имеют только последний род дыхания. Г-н *Моллешотт*[41] в последнее время старался, однако, определить влияние света на дыхание животных. Для этих опытов он брал лягушек, заставлял их под колоколом дышать воздухом, очищенным от углекислоты, и определял количество происходящей углекислоты. В одном случае опыт был производим в темноте, в другом — под влиянием солнечных лучей и, наконец, под влиянием света различной силы. Многочисленные опыты показали, что:

1) лягушки равного веса в течение равного времени и при равных или близких температурах отделяют под влиянием света более (от $^1/_{12}$ до $^1/_4$) углекислоты, чем в темноте. Так, из 34 опытов видно, что под влиянием света, при средней температуре 22.39° Ц и, средним числом, при 135 вздохах в минуту, на [каждые] 100 г [веса] лягушки в течение 24 часов отделяется 654 мг углекислоты. Из 34 опытов, произведенных в темноте, при средней температуре 20.0° Ц и, средним числом, при 128 вздохах в минуту, видно, что на каждые 100 г лягушки в течение 24 часов образуется только 522 мг углекислоты;

2) количество отделяющейся углекислоты, при равенстве других условий, почти прямо пропорционально напряжению света, измеряя последнее по количеству разложившейся азотнокислой соли окиси серебра и по цвету особых пробирных бумажек, смоченных раствором этой соли и подверженных влиянию того же света, который действовал и на дышащую лягушку;

3) влияние, производимое светом на количество образующейся углекислоты, распространяется отчасти чрез органы зрения (?), отчасти (и главным образом) чрез кожу. Из 15 опытов, произведенных при различных освещениях (среднее напряжение света 5.8) и при средней температуре 19.9° Ц видно, что зрячие лягушки производят, средним числом, 114 вздохов в минуту, а слепые — только 103 вздоха, на каждые 100 г первых образуется в течение 24 часов 561 мг углекислоты, а для слепых — только 490 мг.

Эмбриологическое замечание. *Серр*[42] старается показать, что в известный период развития яички самок не отличают-

---

[41] I. Moleschott, ibid p. 209.
[42] Serres, Compt. rend, 1856, XLIII, p. 76.

ся от тех клеточек, которые заключаются в шулятах самцов. Этот период для яичек самки предшествует оплодотворению их, т. е. соответствует тому времени, когда яичко состоит из наружной оболочки, зародышного пузырька и зародышного пятнышка. Точно такие же части содержатся в клетчатках шулят самцов в то время, когда они еще не стали образовывать семянные нити (сперматозоа). В этом периоде часто нет возможности чем-либо отличить оба рода клеточек, что показывает единство типа половых частей обоего пола. И действительно известно, что по виду весьма часто невозможно у многих, особенно у низших животных, отличить половые части самцов и самок. Наблюдения Серра показали, что и микроскопические исследования могут решить различие только в последующий за первым период развития. Тогда яички самок продолжают оставаться в том же виде, а клеточки шулят самцов сами по себе развиваются, и тогда в них образуются сперматозоа, или семенные животные. Яички самок могут продолжать свое развитие только тогда, когда придут в прикосновение с этими семянными животными. Итак, яички самок не имеют способности развиваться сами из себя и по себе до конца возможного развития, а яички или клеточки шулят самцов не только сами по себе способны претерпевать дальнейшие изменения, но и обладают способностью приносить чрез себя ту же способность и для яичек самок. Потому-то Серр и говорит, что клеточки или яички самцов суть начинатели (initiateurs) жизни или возбудители ее.

Саранча. По замечанию г-на *Демоля*,[43] швейцарского консула в Одессе, саранча появляется на юге России периодически, именно почти чрез 30 лет (в 1793, 1823 и 1853). Прибывши в страну неизвестно откуда, саранча закладывает яйца и возрождается на следующие года, пока усилия жителей или физические причины не истребят ее. Так, явившись на юге России в 1823 г., саранча плодилась до 1829 г. и только в 1830 г. совершенно исчезла. Первые колонны прилетающей саранчи появляются обыкновенно в Крыму, оттуда перелетают уже на восток и север. Должно заключать по аналогии, что новое появление саранчи произойдет в 1883 г. От чего зависит эта периодичность — не известно по достоверным опытам. Должно предполагать, что саранча

[43] Jean Demole, Arch. des sciences phys. et natur. (в Bibliotheque univ. d. Genéve), 1856, XXI, p. 218.

распространена в огромной части материка Старого Света. Саранча опустошала древний Египет и ныне часто является в Малой Азии, в Алжире, на всех берегах Средиземного моря; она причиняет по временам огромные опустошения на мысе Доброй Надежды. Замечательно, что нигде, сколько известно, не остается саранча постоянно и не плодится много лет, а всюду появляется на время. По мнению г-на Демоля, саранча, налетающая на крымские и азовские степи, зарождается в огромных, мало населенных бродячими народами степях, прилегающих к Каспийскому морю. Г-н Демоль думает, что саранча, размножившись в этих степях, истребляет, наконец, там всю растительность и тогда летит на запад, для отыскания нетронутых полей, а в месте своего рождения оставляет только малую часть. Перелетевшая часть мало-помалу вымирает среди неблагоприятных условий и преследований, какие встречает на западе, а оставшаяся часть размножается до тех пор, пока снова каспийских степей недостанет для огромного количества народившихся насекомых. Это нарождение примерно совершается в 30 лет. Такое предположение довольно удовлетворительно изъясняет многие факты, но оно до тех пор не получит места в строгой науке, пока не подтвердится местными наблюдениями. Интересный вопрос о саранче еще более запутывается тем, что, по наблюдениям Гюйона (Guyon), саранча, являющаяся в Алжире, принадлежит не только к различным зоологическим видам, но даже и к различным родам. Солье (Solier) показал, что саранча Франции также относится ко многим видам. Вероятно, что саранча, набегающая на южную Россию, относится также не к одному виду (Acridium migratorium), или, может быть, под влиянием различных условий внешний вид саранчи изменяется. Заметим здесь некоторые из фактов, описанных в исследовании г-на Демоля, тем более, что они показывают вернейшее средство истребления саранчи.

Взятые из почвы среди зимы яички саранчи в теплой комнате лопаются, и оттуда выходит молодое насекомое в течение 24 часов. При обыкновенных условиях, начало развития яиц приходится в апреле. Мелкие вылупившиеся насекомые собираются в колонны, до двух верст длины и 2—3 шагов ширины и движутся до тех пор, пока не найдут готовую зелень. Чем более растут насекомые, тем тише становится движение необъятной колонны. Вслед затем они меняют кожу и в это же время изменяются в цвете: из темносерых становятся оранжевыми. Тогда они

имеют почти квадратную форму и истребляют встречные молодые растения до корня. Около 18 июня эти ползущие и прыгающие личинки (неполно развитое насекомое) останавливаются на несколько дней (2—3) и окончательно развиваются. Так, они приобретают сразу все 4 крыла, имеют длину около $2^1/_2$ дюймов, становятся цвета светлосерого с зеленым. Окрыленные стада летят далее, чтобы продолжать опустошения Полет саранчи не сходен с полетом обыкновенного кузнечика, который летит только несколько шагов, и то неохотно; саранча подымается до 30—40 футов над землей и может лететь несколько часов, пока не встретит поля, покрытого растительностью. Саранча летит только днем, лучше всего во время теплой и солнечной погоды. Одновременно с окрылением саранчи зреют хлеба; саранча ест только ту часть стебля, на которой сидит колос, и после улетевшей саранчи все поле покрыто стоящими соломинами и упавшими нетронутыми колосьями. Саранча предпочитает другим растениям маис, просо и тростник, который подгрызает близ поверхности воды, и прилет ее сопровождается быстрым опустошением берегов Днепра и Буга, сплошь заросших тростниками. Саранча не трогает бо́льшую часть деревьев, особенно твердолистые дуб и иву, но скоро истребляет листья акации. Она любит виноград, арбузы и все огуречные. О количестве летящих насекомых можно судить по тому, что облако их потемняет солнце своею густотою и тянется часто на длину 20 верст. Обжорство их так велико, что они истребляют друг друга, когда нет другой пищи. В России саранча опустошает только степи южного края. На запад пределом для нее служат Трансильвания и Балканы; саранчу преследует и истребляет всегдашняя спутница ее — птица дрозд особой породы. Спасти поле от летящей саранчи нет никакой возможности, но быстрые удары, звон и тому подобное могут отчасти действовать и отгонять летящую колонну. Лучше всего истреблять еще не окрылившуюся саранчу, когда она только ползает, и для того, по мнению и наблюдению г-на Демоля, лучше всего употреблять особые тяжелые валы, запряженные лошадьми или быками. Такие валы, шириною около ширины бредущей колонны, должно провозить вдоль ее, и, таким образом, давить и истреблять значительное количество ползущих насекомых. Еще лучше прокатывать валы кругами, постепенно суживающимися, чтобы не дать возможности избежать многим из насекомых из-под тяжести вала. Истребление лучше всего производить в то время, когда личинки

достигли некоторой величины. Это, кажется, вернейший способ истребления саранчи, залетевшей и начавшей множиться. Если многие помещики согласятся единовременно истреблять саранчу, то можно надеяться, что в 2 года или около того будет истреблена вся саранча, и, как мы видели, тогда можно быть покойным долгое время, т. е. почти 30 лет.

Эфир как вещество, противодействующее (antidote) **хлороформу**. Известно, что вдыхание эфирных паров производит особенное, временное прекращение чувствительности животных и человека. Подобным же свойством обладают и пары хлороформа. Потому их и употребляют при ампутациях и других хирургических операциях. Известно также, что весьма важное затруднение и большую опасность даже для жизни пациента оказывает то обстоятельство, что мы не можем по произволу продлить или ускорить возвращение к жизненной деятельности и чувствительности после усыпления, произведенного хлороформом, потому что оно длится, смотря по сложению пациента и по другим обстоятельствам. *Фабр*[44] думал, что нашел возможность по произволу прекращать сон, возбужденный хлороформом. И что страннее всего — для прекращения этого сна он употребил вдыхание паров эфира, когда они сами способны производить подобное же усыпление. Свои опыты он повторял многократно над животными. Подобное же влияние, хотя в меньшей степени, оказывают пары алдегида и аммиак. Это интересное открытие дало бы возможность употреблять с большим удобством усыпление хлороформом, и еще более усилило бы достоинство этого средства, уменьшающего страдания людей; но комиссия, наряженная от Парижской академии[45] для поверки опытов Фабра, решительно отвергла его открытие. Два ряда опытов комиссионеров Флорана и Жобера (Florans et Jobert), докладчика Клоке (Jules Cloquet) и самого Фабра показали, что первые опыты были неверны и что эфир вовсе не есть антидот хлороформа, а, напротив, усиливает вредное действие усыпления, посему вовсе не должен быть употребляем для окончания действия хлороформа. Причина первой ошибки Фабра заключалась, вероятно, в неполном и неправильном употреблении хлороформа.

---

[44] A. Fabre, Compt. rend., 1856, XLIII, p. 193.

[45] Cloquet, ibid., p. 353.

Ископаемая обезьяна в Европе. *Ларте*[46] описал челюсть и некоторые другие кости новой ископаемой обезьяны, найденной при последних отрогах Пиренеев, около местечка Saint Gaudens. До сих пор известно было 5 видов ископаемых обезьян, открытых в Европе. В Англии известны Macacus eocenus Owen и Macacus pliocenus Owen; во Франции до сих пор известны были Pliopithecus antiquus Gerv. и Semnopithecus monspessulanus. В Греции, в Пикерми, открыт вид, названный Вагнером Mezopithecus pentelicus, — вид, который по последним исследованиям Годри и Ларте[47] есть Semnopithecus pentelicus. Новый вид, описанный Ларте, весьма близок к высшим обезьянам, близким к человеку, именно к чимпанзам и орангутангам, особенно же с ископаемым вышеупомянутым видом Pliopithecus antiquus. Новый, вид назван Driopithecus Fontani. Он отличается значительною короткостью личных костей, чем составляет переход к человеку. У вновь открытого вида зубы имеют несколько характеристических особенностей, что можно видеть из описания и, особенно, из рисунков, приложенных к записке Ларте. Устройство зубов этого вида ясно показывает, что это было травоядное животное.

Исследования К. М. Бэра о Каспийском море. Академик *К. М. Бэр*, начальствуя экспедицией, снаряженной для исследования рыболовства в Каспийском море и в реках, текущих в него, сделал и издал весьма много ученых замечаний об этом огромном средиземном море. Приводим некоторые из этих, еще далеко не конченных и весьма интересных исследований.[48]

«Не нужно доказывать, что окружность Каспийского моря значительно уменьшилась и что часть прежнего дна его обсохла: бесчисленные каспийские раковины, рассеянные на больших пространствах, частью разбросаны поодиночке, частью же залегают целыми слоями. Паллас во время своих путешествий собрал целую сокровищницу специальных наблюдений в доказательство сказанного; из последователей его, между которыми упомянем только г-на Эйхвальда, никто не мог указать на какой-либо противоречащий этому факт, напротив того, все только подтвердили его. После

[46] Lartet, Compt. rend., 1856, XLIII, p. 219.
[47] Gaudri et Lartet, ibid., p. 271.
[48] Многие исследования К. М. Бэра об этом предмете помещены в «Bulletin de la classe physico-mathématique de l'Academie Impériale des sciences».

графического изображения Мурчисоном границ прежнего бассейна в два различные периода высоты его уровня, остается только поверить это и исправить изображение в частностях. Нельзя также более сомневаться, что это уменьшение Каспийского моря произошло во времена доисторические, или, по крайней мере, во времена, предшествовавшие историческим свидетельствам об этих странах, особливо с тех пор как Гумбольдт, с свойственными ему ученостью и критикой, значительно умножил собранные еще Кефилидом исторические свидетельства и подвергнул строгому разбору».

Так начинает г. Бэр свою вторую статью о Каспийском море, помещенную в «Mélanges physiques et chimiques» (II, p. 213) и в «Записках имп. Русского географического общества» (XI, стр. 181), — статью, имеющую своей целью доказать, что «уровень Каспийского моря понизился не постепенно, а вдруг». Глубокая древность понижения уровня Каспийского моря, о чем можно судить уже по тому, что море, описанное Геродотом, имеет свою теперешнюю форму (15 дней пути в длину и 8 в ширину), особенно ясна и из того, что Волга и Урал не имеют порогов и водопадов. Действительно, должны были пройти века, чтоб течение воды успело выдолбить себе новое, более глубокое дно в глинистом сланце у Красного Яра, выше Царицына и в других местах. Доказательство же этого понижения можно видеть в раковинах, находящихся 29 аршинами и 5 вершками выше нынешнего уровня Волги, близ Черного Яра, в крепкой породе. Эти обломки раковин, очевидно, лежали на дне или берегах прежней реки. У Сарепты, где Волга только что вступает в низменную степь, уровень воды сажен на шесть ниже уровня степи. Какое же количество времени потребно было, чтоб проточить такое русло? Несомненно, что огромное, потому что ручей, текший 18 лет по мягкому торфяному грунту и впадающий в озеро Сувандо (за 18 лет слившееся с Ладожским озером, а прежде сообщавшееся с Саймою, что в Финляндии), лежащее на север от Петербурга, этот ручей не мог избороздить себе русла и проточить преграду, заставляющую его падать водопадом.

Конечно, древность понижения уровня Каспийского моря есть древность в историческом смысле, если измерять время масштабом истории; но это событие весьма недавнее или новое в смысле геологическом, если измерять течение времени периодами образования различных слоев земли. Этим говорится, что северные берега Каспийского моря вышли

из-под моря, т. е. сделались сушею, от понижения уровня моря, гораздо позже большей части других стран и частей, например внутренних частей России.

Мнение г-на Бэра о том, что это понижение уровня произошло быстро, основано на следующих данных.

1) Во всех степях, окружающих устье Волги, есть слой раковин, лежащий высоко над уровнем реки. Эти раковины принадлежат Каспийскому морю. Выше этого слоя во всех степях налегает слой песку, и других частиц, связанных, кажется, глиною и илом. Этот слой не есть произведение годичных разливов Волги, потому что он не имеет соподчиненных слоев или напластований; значит, он произошел быстро и, вероятно, в то время, когда быстрое уменьшение уровня Каспийского моря привело огромную массу вод в движение. Этим движением разрушились породы, неслись части, отложившиеся на пути своего стремления, поверх раковин. Если бы уменьшение уровня моря было постепенно, тогда наверху остались бы раковины. Этот слой, лежащий поверх раковин, г. Бэр называет *новою степною почвою*. Поэтому напластование пород степи есть следующее: песок прежнего дна Каспийского моря, прорытый Волгою, слой (до 3 дюймов) раковин и слой новой степной почвы. Этот слой становится более тонким в местах, близких к морю; но он везде, где только не был впоследствии выщелочен, содержит соль. Последнее, несомненно, подтверждает осаждение его из моря, а не из волжской вешней воды.

2) Во многих местностях, занятых прежде бывшим Каспийским морем, горы и утесы выдолблены пещерами. Такие пещеры встречаются в большом количестве, на известной высоте в песчаниках предгорий Большого Богдо, как видно особенно из исследований, произведенных г-ном Ауэрбахом. Утесы, на которых построено Ново-Петровское укрепление на Мангишлакском полуострове, имеют также на известной высоте ряд пещер. Эти пещеры несомненно выточены были быстрым потоком вод, несших твердые части, чему столь ясные примеры мы видим в «*горшках великанов*», выточенных в Финляндии быстрым потоком вод крутивших валуны и камни. Оттого обточились и валуны и образовались ямы на тех местах, где вертелись от водяных круговоротов эти камни. Если бы понижение уровня Каспийского моря совершалось постепенно, тогда не было бы, во-первых, быстрого движения вод и пещер, а главное — тогда, еслиб были пещеры, то были бы на всех высотах, а не только на одной известной высоте.

3) Если ехать по какому-либо из рукавов Волги, преимущественно же по главному западному — Бахтемиру, то увидим на степи очень многие холмы или, по местному названию, бугры. Направление их длинных осей почти везде с востока на запад; стороны, обращенные к Волге, выше и обрывистее, чем противоположные края. Длина этих бугров обыкновенно от полуверсты до 3 верст; но они иногда тянутся на 5, 7 и более верст; высота их различна: ниже Астрахани она от 4 до 6 саженей, на запад от Астрахани — от 8 до 10 саженей, а выше или севернее Астрахани — не более 3 саженей. Ширина их почти всегда раз в 20 более высоты; скат их плоский, хребет округлый. Это настоящие волны земли, как бы гонимые бурей, направленные с севера на юг. На островах Волги нет таких бугров, но они идут еще выше Астрахани; даже на станции Сероглазинской, в 85 верстах на север от Астрахани, они ясно заметны. Впрочем, они исчезают уже за Енотаевском, далеко не доходя Черного Яра, где тянется ровная степь, редко прорытая оврагами. Близ упомянутой Сероглазинской станции бугры направлены от N 75° O к S 75° W. На запад от волжских устьев к Куме почва так покрыта подобными буграми, что местность имеет вид гигантской пашни, изрытой бороздами, проведенными плугом. В углубления этих бугров (в ильменях, по местному выражению) втекает вода волжская, что придает местности особый, весьма характеристический вид. Неглубокие ильмени часто легко переехать. Несомненно видно из правильности расположения бугров, что не Волга проточила ильмени и что бугры не суть остатки неразмытой почвы, но что вода только вошла в промежутки бугров. Если проверить направление этих бугров, то оно вообще близ Волги тянется от востока на запад. Близ Астрахани восточный конец бугров наклонен к северу на 10°, южнее это отклонение уменьшается до 5°, а на высоте селения Икряного направление идет совершенно с запада на восток. Чем ближе к устьям Кумы, тем более восточный конец бугров наклоняется к югу. У Черного Рынка бугры направляются почти с северо-запада на юго-восток. Проследивши все бугры этих мест, видим, что они расположены в виде веера, вершина или угол которого совпадает с низменностью, лежащею между возвышенною Донскою степью и предгорьями Кавказа. Легко можно бы подумать, что это место есть бывший пролив, чрез который протекли воды Каспийского моря в Черное море, когда это последнее от прорыва вступило в сообщение с Средиземным морем; легко было бы тогда

объяснить бугры, как борозды. Но уровень Каспийского моря и теперь 84 футами ниже Черного, а потому эта гипотеза вовсе не может служить к объяснению бугров. На восток от Волги в степях нет бугров, но они везде встречаются по берегу моря. В Красном Яру и Богатом Култуке много таких же холмов. Все бугры довольно плотны, а потому очевидно, что они не дюны, образовавшиеся из песков, принесенных чрез прибой волн или нанос от ветров; они содержат мелкий песок и глину, обломки раковин, следы соли, некоторые следы наслоения, не вполне параллельного бугристому верху. Все это ясно показывает, что бугры произошли чрез быстрое наслоение, — в противном случае они не содержали бы однообразной смеси песку и глины, для которых столь различна способность осаждения из воды: глина, как известно, весьма легко образует муть и может быть далеко унесена течением, если оно постоянно, песок же быстро падает на дно. Во всяком случае, происхождение бугров было быстрое, и из всех предположений, рассмотренных г-ном Бэром, самое вероятное есть то, что они означают место сшибки текущих волн с севера и бьющих с юга, — сшибки, происходившей во время быстрого стока вод, по направлению с севера на юг. Известно, что в вытекающей и быстро катящейся струе воды находятся хребтовидные возвышения, или бугорки. Положение их довольно постоянно в том случае, когда форма отверстия, служащего для выхода, остается постоянною. Они направлены перпендикулярно к течению струи. Если мы предположим, что в данное время с северных берегов прежнего Каспийского моря быстро стремилась вода, тогда она стекала по преимуществу чрез те места, которые заняты буграми. При этом огромнейшая струя воды уносила песок, глину, обломки раковин и имела довольно постоянную форму, зависящую от формы берегов, для того чтобы на пути своем образовать постоянные водяные холмы, вроде тех хребтов, какие мы замечаем во всякой струе. Здесь, образуя хребет, воды успевали выделять часть уносимых твердых частиц. Водяные хребты были перпендикулярны с течением; в том же направлении отложились и эти осадки из смеси глины, песку и т. п. Вот самое естественное, согласное со всеми фактами, объяснение образования бугров; нельзя достигнуть того же, признавая бугры промежутками между промоинами, или признавая их за дюны, нанесенные ветрами, или за береговые валы вроде тех, какие видел г. Бэр на Пейпусе, вдоль большой части Лифляндского берега. Правильность

формы, примесь соли и глины, правильность расположения и наслоения противоречат последним предположениям. Объясняя же первым способом, мы приведем бугры, как новое, весьма сильное доказательство быстрого (оно длилось, может быть, недели и месяцы, но геологически совершилось не постепенно, а вдруг) уменьшения уровня Каспийского моря, о чем можно судить, как мы сказали, и из других явлений. Исследование бугров, по мнению г-на Бэра, вероятно, может разрешить все рождающиеся по тому поводу вопросы, как о причинах, так и о направлении сбывания Каспийских вод.

Исследуя соленость различных частей Каспийского моря, г. Бэр[49] заметил следующие весьма важные и интересные обстоятельства.

1) Те раковины (Cardiaceen et Tholadomyen), которые живут в глубоких, более соленых частях Каспийского моря, заходят и в плоские, более пресноватые части того же моря, но они становятся тем меньшими, чем менее солена вода, в которой они живут. Некоторые из них живут даже в совершенно пресноватой воде речных устьев, где только изредка волны и ветер наносят соленые частицы. Там они столь малы, что могут быть почтены за молодых неразвитых животных, занесенных волнами. Кроме них, в таких пресноватых водах встречаются и собственно им свойственные другие раковины, не встречающиеся в собственно морской соленой воде. К таким раковинам относится Dreissena alba.

2) Подобное распространение раковин и их относительная величина существовали и в прежние времена. Действительно, в северных частях прежнего бассейна Каспийского моря встречаются остатки самых маленьких особей (или неделимых) и также в западной части этого моря. Несколько большей величины раковины встречаются в Эльтонском озере, но, однако, средней величины. Самые большие, какие нынче встречаются только в самых глубоких и соленых частях моря, найдены в 70 верстах севернее Астрахани, в почве степи. В этих местах очень редки остатки Dreissena alba.

3) На берегах крутых, самых соленых частей моря находятся остатки таких больших особей раковин, каких нет уже в настоящее время.

4) Но кроме них встречаются и такие новые виды, каких в настоящее время нет в море. Сюда относятся по преимуществу

[49] Bull. phys.-math., S. Pétersb., XV, № 340 et 341.

те роды, которые любят весьма соленую воду. Так, по песчанистым берегам Баку находят остатки Венеры (род Venus), но их нет ни в одной части нынешнего моря. Подобные же исчезнувшие роды и виды встречаются в высших пластах степей Мангишлака. Такова, например, Mactra Caspia, по определению г-на Эйхвальда или Lutraria, по мнению г-на Бэра.

5) В киргизских степях на самой поверхности попадаются устрицы с толстыми раковинками. Их нет в нынешнем Каспийском море. Очень может быть, что эти устрицы принадлежат к более древней геологической эпохе. Так, окрестности Аральского озера, где г. Ауэрбах нашел раковины из Siphonophoren, несомненно, имеют совершенно другую формацию, чем прикаспийские степи.

Эти несомненные данные дают право заключать, что прежнее Каспийское море было соленее нынешнего, было распространено в одно время и далеко на север и над тем местом, где лежит нынешнее море. Несомненно, что при убыли вод часть соли осталась на суше, отчего проникнуты солью степи киргизские и окружающие Каспийское море, и что утекшая часть воды унесла с собою много соли.

Нам кажется, что в тех же данных можно видеть подтверждение первого положения г-на Бэра: Каспийское море убыло быстро, а не постепенно. Действительно, если бы море убывало постепенно, тогда все части нынешних северных берегов постепенно были бы под малой водою, и тогда везде встретили бы только одни малые прибрежные формы раковин. А то они встречаются только вдали от нынешнего моря. Большие раковины должны были бы тогда встречаться в нижних слоях, под слоем маленьких раковин, но они встречаются одни, а не вместе с малыми.

Оставляя впредь продолжение выписок из исследований г-на Бэра, мы не можем не указать читателям на огромное научное значение рассматриваемых трудов нашего знаменитого академика.

Девонская и другие формации в средней России. Геологическое строение России представляет почти единственное в мире явление по огромности протяжения каждой из формаций.[50] На том пространстве, где в Западной Европе замечаем множество разнообразных формаций, у нас тянется одна, и часто в отдаленнейших местах она содержит столь

[50] Формацией называют совокупность горных пород или пластов, происшедших в одно геологическое время, а потому имеющих общие характерные признаки, сходственные остатки животных и растений.

однообразные пласты, что это поистине составляет важнейшую особенность геогнозии России. Если несомненно влияние внешней природы на быт и судьбы людей, то, нам кажется, нельзя упустить из виду этого огромного протяжения формаций для объяснения однообразия населения, однообразия картин природы, всего того единства, какое замечается в России. Огромное протяжение формаций в России доказывает их медленное, постепенное происхождение; мало-помалу дно моря выступало, становилось сушей. Это спокойствие видно и из отсутствия гор — верных признаков и причин переворотов. Это отсутствие гор и ровность почвы оказали свое влияние на народ. В гористой Греции, где столь разнообразны физические условия различных местностей, могли друг подле друга жить столь различные характеры, как характер дорянина и ионийца. Отсутствие резких переворотов, быстрых перемен во все время, пока Россия выступала из-под моря, видно также из того, что в ней, направляясь от Финляндии к Каспийскому морю, мы встретим почти весь постепенный исторический порядок пластов и формаций. Самая гранитная Финляндия, как и Скандинавский полуостров, состоит из масс остывшей земной коры (смотри «Горные породы *Финляндии*» *С. С. Куторги*). Над ней не стояло море, не отлагало своих осадков. Южный край ее (где Финский залив) был берегом первого моря, когда пала первая вода, осадившаяся из паров, носившихся над расплавленной и накаленной массой земли. Из этого первого (силурийского) моря выделились унесенные им твердые части, где погреблись и остатки первых животных. То море, вероятно, тянулось над всей Россией, начиная от берегов Финского залива и Ладожского озера. Со временем от этих мест сбыла вода, они стали сушей — на них и видим мы силурийскую формацию, на которой стоит Царское Село, Пулково, Ревель. Другие осадки, другие животные с течением времени стали выделяться и населять море (девонское). Северо-западным берегом этого моря были восточные берега Белого моря и Онежского озера, местность около Тихвина (Тверской губернии), Гатчина (С.-Петербургской губернии), северные берега Чудского озера, берега Рижского залива от Пернау и берега Балтийского моря вплоть почти до Либавы, а может быть, и далее на запад. Это (девонское) море тянулось от этих берегов далеко на восток и юг. Со временем и оно сбыло; дно его с остатками там бывших и живших слизняков, рыб и других животных с их костями и раковинами стало сушей.

Оттого стало оно сушей, отчего стало сушей и дно силурийского моря: оттого, что море убегало на юг и восток. Мы знаем, по крайней мере, что после этого море сбыло, начиная от описанных выше берегов девонского моря, на пространство губерний Лифляндской, Курляндской, Витебской, Псковской, части Новгородской и С.-Петербургской (что составляет до 10° долготы от О к W и около 4° с. ш.); оно оставило также узкую новую часть суши, идущую на северо-восток от этой главной девонской площади к Белому морю, а также полосу суши, идущую от главной девонской площади на юго-восток от Витебска на Двине до берегов Дона, в Воронежской губернии. Так и дальше сбывала вода, оставляя берега в разные эпохи существования земли. Если мы поедем из Санкт-Петербурга в Москву, то сперва будем ехать по берегу девонского моря, т. е. по силурийской формации; потом еще в С.-Петербурской и в Новгородской губерниях поедем по берегу моря каменноугольной эпохи, т. е. по девонской формации; около Валдая вступим на каменноугольную формацию или на берег, на сушу юрского моря, а близ самой Москвы найдем, наконец, и самые юрские пласты, отложившиеся на дне этого юрского моря. Так мы проедем от самых древних, самых первобытных пород пластов до довольно уже новых. Направляясь от Москвы к Орлу, мы встретим пласты в обратном расположении: у Москвы — юрские меловые, около Тулы и Калуги — каменноугольные пласты и от Белева до Орла — девонские пласты. Итак, Орел, Смоленск, Динабург, Митава, Псков, Новгород, Тихвин и Архангельск стоят на девонской почве, т. е. окрестности их были дном моря, когда окрестности С.-Петербурга были уже сушею; окрестности названных городов были уже сушею, когда окрестности и Москвы, и Калуги, и Твери, и Рязани были еще под морем.

В таком виде мы имеем вывод из известных нам сведений о геогнозии России, по отношению к девонской эпохе. Но многое здесь еще весьма загадочно, многое совершенно еще неизвестно. Особенно мало изъясненными оставались все вопросы, относящиеся к той юго-восточной ветви этой системы, которая тянется почти прямо от Митавы чрез Динабург, Смоленск и Орел к Чернигову — к ветви, охватывающей с юга бассейн каменноугольный (или собственно горного известняка) средней России. Около Орла мы должны переходить девонский вал (мало возвышенный хребет). Севернее этого хребта идет поле каменноугольной формации; южнее у Курска и Воронежа встречаем меловые пласты.

Этот хребет, или вал, тянется от городов Задонска и Ельца на восток чрез Пензу и Симбирск до Волги, именно образует Жигулевские горы или Самарскую луку (где изгиб, или поворот реки Волги), т. е. простирается до городов Ставрополя и Самары. Этот хребет образован на западе из девонских пластов, далее на восток из меловых и третичных, а на Самарской луке, где возвышенность этого хребта и заставляет Волгу делать изгиб, он состоит снова из пластов горного известняка, который, как известно, принадлежит к каменноугольной формации. Плодоносный чернозем южной России простирается почти до этого хребта. Полагали также, что хребет, идущий от Пензы до реки Десны (около Киева), служит северо-восточной границею черноземной полосы. В этих же возвышенностях предполагали видеть водораздел для рек, текущих на юг и север.

В таком виде представлялся вопрос, когда императорское Русское географическое общество снарядило экспедицию для исследования названной выше возвышенности и девонской полосы средней России. Г-н академик *Гельмерсен* был избран для разрешения геологических вопросов из ряда следующих: 1) определить геогностическое и гидрографическое значение возвышенности; 2) изучить распространение и качество чернозема в различных местах; 3) собрать возможные агрономические и климатические сведения; определить 4) состояние лесов и 5) границу между поселением великорусским и малорусским.

Г-н академик Гельмерсен в «Записках» Общества (кн. XI, стр. 3) изложил результаты своих исследований, относящихся преимущественно к девонским пластам средней России. Вот те выводы, которых достиг г. Гельмерсен:

1) Исследованная полоса земли от Витебска до Воронежа, на всем своем протяжении, удерживает значительную высоту, которая иногда, как например близ Смоленска, бывает между 800 и 900 русскими футами над уровнем моря.

2) Эта возвышенность непосредственно связана с девонскою возвышенностью Витебской, Псковской, Лифляндской и Курляндской губерний. Она местами, например от Орла до Смоленска, принимает вид определенной нагорной гряды, столь же заметной для глаз, как и Валдайские горы между С.-Петербургом и Москвой.

3) Возвышенность эта не образует никакого определенного водораздела. Днепр, Ока и Дон прорезывают ее поперек, как отчасти и верховье Западной Двины. В этом пространстве Дон течет от севера на юг, а Ока — с юга на север.

4) Только для столь малых рек, как Сажа, Десна, Болхва, Угра и Упа, названный хребет служит водоразделом. Три первые текут от него к югу и впадают в Днепр, а две последние — на северо-восток и впадают в Оку.

5) Названная возвышенность не ограничивается одними девонскими пластами, выходящими на поверхность земли. Она простирается и в каменноугольной формации губерний Калужской, Смоленской и Тульской и в меловой формации губерний Орловской и Курской.

6) На пространстве от городов Витебска и Орши до Болхова и Орла не найдено до сих пор истинных девонских пластов. Напротив, почти все это пространство покрыто толстым слоем наносов, именно делювиальных.

7) Под этими наносами, вероятно, далеко на север (противу карты Мурчисона) простираются с юга пласты меловой формации: ибо невероятно, чтобы столь распространенные и толстые пласты мела, какие залегают около Брянска, не тянулись бы также и к северу, а быстро разрывались.

8) Истинные девонские пласты, залегающие близ Орши на Днепре и около Витебских порогов той же реки, по всем своим признакам должны быть причислены к пластам девонской формации южной части Лифляндии, с геологией которой познакомил нас г. Пахт.

9) Девонские пласты на Западной Двине и Днепре около Болхова и Орла, по бедности содержания в них окаменелостей и по преобладанию доломитов, существенно отличаются от богатых органическими остатками девонских известняков, мергелей и глин Псковской и Новгородской губерний.

10) Напротив того, девонские пласты близ Воронежа, Задонска, Ельца и Ефремова весьма живо напоминают девонские пласты Новгородской и Псковской губерний не только по количеству окаменелостей, но и по нахождению известных форм их.

14) Все девонские пласты южной ветви девонской площади (в средней России) принадлежат верхнему, т. е. новейшему, отделу нашей девонской системы. Здесь нет нижнего отдела этой системы, состоящего в средней Лифляндии и Новгородской губернии из песчаника и пестрой глины и не содержащего раковин, а богатою остатками рыб. О присутствии этого слоя в Орле (под верхним слоем) догадываются, судя по образцам, вынутым из глубокого колодца.

12) Девонские пласты в окрестностях Орла, Болхова, Отрады и Мценска находятся на значительной высоте

(абсолютной), — большей, чем у девонских пластов Орши, Витебска, Воронежа и Задонска.

13) Девонские пласты названной возвышенности совершенно резко служат южною границею каменноугольной (горноизвестковой) формации губерний Тульской и Калужской.

14) Они служат северной границей мела, распространенного около Курска и Брянска.

15) Но кварцевый песчаник из формации зеленого песчаника (нижнего мелового яруса) тянется с юга, поперек девонской формации, даже до Ефремова, а может быть и вплоть до окрестности Москвы и Клина, где, как известно, найдены нижние пласты меловой формации. Около Ефремова кварцевый песчаник мелового периода залегает прямо на девонских пластах, точно так же, как у Воронежа.

16) Девонский пояс и его возвышенность не составляют северной границы для области чернозема: ибо он, хотя и в виде тонкого пласта, найден около Тулы и севернее Орловских высот.

Эти исследования были произведены г-ном Гельмерсеном в течение 1850 г. В 1853 г. продолжение их поручено было г-ну *Пахту*, также от императорского Русского географического общества. Отчет об этих исследованиях также появился в «Записках» Общества (кн. XI, стр. 63).

Г-н Пахт прежде всего старался определить восточные границы распространения девонских пластов, исследованных г-ном Гельмерсеном. По карте Мурчисона граница эта идет от города Воронежа по левому берегу Дона, не доходя реки Воронежа, потом она переходит на север от Данкова с левого берега Дона на правый. По карте г-на Пахта эта граница идет далее на восток и именно имеет следующее очертание: южнее Землянска доходит (граница эта) до Дона на широте города Воронежа, т. е. севернее устья реки Воронежа; отсюда по западному (правому) берегу Дона граница идет до параллели города Усмани (52°3′ северной широты), где переходит на восточный (левый) берег реки Дона. Здесь, проходя восточнее Задонска (который, значит, лежит на девонской почве), восточная граница девонской формации заходит далее (восточнее) Липецка до берегов реки Воронежа и Матыры, впадающей в Воронеж. Отсюда тянется она на север, не доходя ни до Козлова, ни до Раненбурга и не достигая Ряжска. Судя по исследованиям г-на Романовского (Verhandl. der R. K. Miner. Gesellsch. zu St. Petersburg, 1855—1856 Jahrg., s. 85) граница девонской фор-

мации далее простирается между течением Дона и Верды, т. е. здесь Дон течет в девонском грунте.

Этот восточный край девонской площади имеет весьма много сходного с западным краем как в отношении качества горных пород или пластов, так и в отношении к окаменелостям, т. е. в петрографическом и палеонтологическом отношениях: на берегах Западной Двины, около Кокенгаузена и на берегах Дона, особенно на берегу Сосны (приток Дона) у города Ельца девонская формация составлена из тех же доломитов и мергелей. Берега Сосны (150 и 200 футов), состоят вверху из ноздреватого, серого доломита (copirifer Archiaci, Terebratula concetrica и livonica, Orthoceras и Gomphoceras), внизу из серых известняков и синевато-серых мергелей, весьма богатых окаменелостями (с Productus subaculeatus, Chonetes sarcinulata, Terebratula livonica et Huotina, Spirifer Archiaci et tenticulum, Euomphalus Voronejensis, Avicula exima, Isocardia Tanais, Murchisonia, многие Cephalopodae и кораллы). В этих местах есть много кристаллического известкового шпата, желваки бурого глинистого железняка. Из соображения наслоений этих мест видно, что тамошние девонские пласты лежат выше древнего песчаника (old red sandstone), как уже полагал и Мурчисон. Окаменелости восточного края девонской формации суть: A) из головоногих (Cephalopoda) только с симметрическими раковинами и нелопастными камерными стенками: a) раковина прямая: 4 вида рода Gomphoceras (веретенообразная раковина, последняя камера суживается кверху) и 7 видов Orthoceras (раковина конусообразная, последняя камера с расширенным основанием); b) раковина, постепенно изогнутая, род Cyrtoceras; B) из плеченогих Brachiopoda (Terebratula acuminata), livonica, Huotina (чаще других), aspera et concentrica, Spirifer Archiaciet Anossofi, Orthis crenistria, Chonetes sarcinulata, Productus subaculeatus et productoides; C) из брюхоногих (Gasteropoda): Pleutomaria (3 вида), Murchisonia (3 вида) Euompalbis (1 вид) Natica, Bellerophon globatus и Patella disciformis; D) из безголовых (Acephala): 2 вида Avicula, Nucula, Arca, Cypricardia, Isocardia и Schizodus (по 1 виду); E) из червей (Annulata) 2 вида Serpula; F) из кораллов Cyathophyllum, Aulopora, Chaetetes.

Затем г. Пахт определил распространение меловой формации от Дона до Волги. Меловая формация в средней России идет на юге от среднероссийского отрога девонской формации, изученного г-ном Гельмерсеном около городов Брянска, Новгород-Северска, Курска, Белгорода, Харькова,

по Дону, начиная от Воронежа, и на восток от Воронежа до Волги. В этом последнем пространстве меловая формация была еще мало исследована. Особенно мало было известно распространение тех третичных пластов, которые во многих местах прикрывают меловые пласты. Такое прикрытие мы видим около Дмитровска и Глухова (по карте Мурчисона), между Доном и южной частью Хопра, между Донцом и Доном (по той же карте), между верховьями Хопра в Медведицы (между городами Балашовом и Аткарском, по картам Мурчисона и Пахта), от Ряжска, Сапожка и Козлова (на восток от Дона) до Сингилея и Кузнецка (на запад от Волги — по карте Мурчисона и отчасти по карте Романовского) и в других местах. Г-н Пахт доказал, что на пространстве от Козлова, Ряжска, Сапожка и Раненбурга до Пензы и берегов Суры тянется меловая почва, а не третичная, как означено на карте Мурчисона. По карте г-на Пахта третичная почва прикрывает меловую только на восток от Суры и на запад от Волги между городами Пензою, Городищем, Кузнецком к Сызрани и Сингилею. Потому все почти пространство от восточных (выше описанных) границ девонской формации до берегов Волги занято меловой формацией. Эта часть меловой формации состоит из следующих пластов: 1) белый мел, как новейший верхний член; песок и песчаник меловой формации (Oberer Kreidemergel, Römer), распространенный в большей части Тамбовской губернии, т. е. в западной части меловой котловины, и 3) пленер (Pläner), т. е. меловой мергель и частью опака (серый мел), распространенные во многих местах, особенно по берегам Волги. Этот слой прямо лежит на юре. Окаменелости меловой формации этих мест суть: A) из головоногих: Belemnites mucronatus (в белом меле), Scaphites aequalis, Ammonites Cottae; B) из плеченогих: Terebratula carnea, octoplicata et gracilis; C) из безголовых: 5 видов Inoceramus, Exogyra auricularis, Ostrea vesicularis (очень обыкновенны в мелу), hippopodium et carinata, Lima и Avicula (по 1 виду); D) из лучистых: Ananchytes ovata и Scyphia sp. indeterm.; E) из позвоночных около сел Рождественского и Хмелинки найден позвонок Lamna.

В тех третичных наслоениях, о которых мы упоминали выше, г. Пахт нашел признаки, по которым их должно причислить к эоценовым образованиям, именно к буроугольному или лигнитовому отделу. Там он нашел окаменелые деревья и в них сверлящие раковины. Эта формация состоит в описываемых местностях из кремнистой глины (полиро-

вального сланца) и желтовато-серого и белого песчаника (содержащего часто зеленые зерна). Пласты эти залегают выше белого мела. В мягком песчанике весьма часто встречаются окаменелые деревья. Они, по определению г-на Мерклина, суть хвойные из родов Pinites (P. pachtanus) и Cupressinoxylon (C. Sylvestri). Эти роды столь распространены в наших русских третичных образованиях, что, вероятно, образовали леса, ничуть не меньшие, чем нынешние хвойные леса России. Деревья эти, в описываемых г-ном Пахтом местах, часто просверлены раковинами из родов Toredula и Fistulana.

Кроме девонской, меловой и третичной формаций, на пространстве от Воронежа до Самары г-ном Пахтом описаны формации:

1) *Юрская.* Она выказывается из-под меловых пластов, на обрывистых живописных западных (правых) берегах Волги. Видна между Хвалынском и Сызранью, на юг от села Воскресенского (севернее Саратова) и поверх пластов горного известняка около Костичи, в южной части Самарской луки.

2) *Горный известняк* (каменноугольной формации), На Самарской луке, столь хорошо описанной Палласом и Мурчисоном, находится известняк с Fusulina cylindrica, Enomphalus pentangulatus и с кораллами, — известняк, несомненно, принадлежащий к каменноугольной формации.

3) *Пермская формация.* Она, как известно, занимает весь северо-восток средней части России, но до сих пор не была найдена в описываемых местах на западном (правом) берегу Волги, а только на левом берегу. Но нахождение гипса и соляных источников на Самарской луке делало намек на существование ее, потому что эти вещества часто встречаются в Пермской формации. Существование ее здесь доказал г. Пахт, именно в окрестностях Покровской Переволоки, на южном берегу Самарской луки и тех гор, изгиб которых заставляет Волгу делать длинный обход. Здесь лежат (над горным известняком) известковые пласты с Productus Cancrinii, Avicula antiqua, Terebratula elongata, Murchisonia subungulata и другие, так что нет сомнения, что это пермские пласты.

4) Все формации исследованной полосы средней России покрыты толстыми *наносами*, состоящими большею частью из глинисто-песчаных пластов, местами содержащих эрратические камни или валуны кристаллических пород. Они малы и лежат всегда скрытыми в песке.

К своим исследованиям г. Пахт, столь много сделавший уже для изучения геогнозии России, прилагает прекрасную геогностическую карту (по масштабу 1 английский дюйм = 30 верстам) и изображение многих окаменелостей, а также и соображения о том, что произрастание леса вовсе не зависит от формации почвы и что, при благоприятных условиях тепла и влажности, лес может произрастать всюду, а тем более на черноземной полосе.

Поиски золота в Северной Финляндии. В 1837 г. открыты были следы золота на северном берегу реки Кеми. Образчики его находятся во многих кабинетах. Для разведывания в этих местах финляндский сенат поручал сделать исследования г-ну Гофману. Он нашел, что горные породы берегов Кеми весьма сходны с золотоносными породами Сибири, но не нашел золотых россыпей, хотя и отыскал спутников золота. Для полнейшего исследования финляндский сенат нарядил новую экспедицию, которая и занималась разведыванием в течение 1847, 1848 и 1850 годов. Ныне г. *Гольмберг*[51] изложил свои гидрографические и орографическо-геогностические наблюдения, сделанные в течение этой экспедиции, именно в приходе Куузамо (карта которого приложена к исследованию), лежащем на юг от Русской Лапландии, на восток от Кеми, на север от Улеаборга и на запад от Карельского берега Белого моря, т. е. от Кемского уезда Архангельской губернии. Местность этого прихода омывается тремя системами ветвистых озер и рек, столь характерных для Финляндии. Они подробно описаны г-ном Гольмбергом. Это системы: Pistonjoki, Tavajärvi и большая система Paanajärvi. Местность эта, вероятно, есть высочайшая во всей Финляндии; там лежит высшая финляндская гора Нуорунен (Nuorunen), возвышающая[ся] на 791 парижский фут над уровнем Tavajärvi или на 1641 фут над уровнем Ботнического залива. Здесь везде преизобилуют гранит (чаще серый), сиенит и шиферы. Во всех почти наносных почвах, лежащих по берегам речных и озерных систем, имеющих сток к Белому морю, открыты следы золота; но частицы его столь мелки, что его весьма трудно отмывать, и невозможно с точностью определить содержание золота. Только в немногих местностях попадаются мельчайшие зерна. Неправильность горных направлений (противоположное явление

[51] H. J. Holmberg, Verhandl. der R. K. Miner. Gesellsch. zu St. Petersburg, 1855—1856 Jahrg, p. 1.

видим в Сибири) не позволяет надеяться на открытие больших скоплений золотоносных наносов, а потому разработка золотоносных россыпей Финляндии в настоящее время не может окупиться и принести пользу.

Берега реки Волхова. По исследованиям штабс-капитана *Еремеева*[52] состоят из пород, принадлежащих двум древнейшим нептуническим образованиям или формациям: силурийской и девонской. Верховье реки, или южную половину, лежащую близ Новгорода до деревни Вельси, образуют три породы: девонская красная глина, лежащая сверху (на ней Гостинопольская пристань), девонский известняк и девонский песчаник. Северную часть берегов реки Волхова, т. е. его низовья, лежащие близ Ладожского озера, образуют породы: силурийский известняк (где лежат Петропавловская деревня, Дубовки и Извоз), смолистый шифер (ниже известняка) и, наконец, снизу, т. е. в самом северном крае, унгулитовый песчаник. Девонская глина берегов Волхова одновременна девонским породам восточных отраслей Валдая, а девонский известняк соответствует известняку реки Сяси. Породы силурийской формации на Волхове вполне соответствуют во всех отношениях породам окрестностей Санкт-Петербурга или, правильнее, Царского Села и Павловска. В конце своего исследования г. Еремеев описывает окаменелости, найденные им по берегам Волхова.

Геогностические исследования окрестностей Байкала, штабс-капитана *Меглицкого.*[53] Байкальское озеро тянется узкою полосою, с северо-востока на юго-запад, почти на 600 верст, при ширине около 30 верст. Оно возвышается над уровнем океана на 1363 фута, а над Иркутском (который стоит на Ангаре, текущей из Байкала в Енисей) на 93 фута. Не трудно понять, что Байкал есть долина или трещина земли между двумя горными системами. Весь северный берег Байкала занят Байкальскими горами, которые идут совершенно параллельно с берегами озера и только по окончании берегов его удаляются от северо-восточного своего направления и загибаются к юго-востоку. По южному берегу, или, правильнее, по западной части южного берега Байкала идут горы Хамардабан, почти в параллельном направлении с Байкальскими горами. Юго-западная оконечность этих гор, перед южным концом Байкала, называется

[52] P. Jeremejew, ibid, p. 63.
[53] A. Meglitzky, ibid, p. 109.

гора Хамардабан и возвышается на 6477 футов над уровнем океана. Параллельно этим двум хребтам идут более на восток еще два хребта — Яблоновый и Нерчинский.[54] Оба склона последнего питают две реки — Шилку и Аргунь, образующие Амур. С северо-западного склона Нерчинского хребта текут воды в Шилку, с юго-восточного — в Аргунь. В Шилку текут также воды с Яблонового хребта, именно с его юго-восточных склонов. С северо-западных склонов его текут воды в две реки: Витим и Селенгу. Первая протекает параллельно хребту на северо-восток и впадает впоследствии в Лену. Селенга питается водами юго-восточного склона Хамардабана и южных частей северо-западного склона Яблонового хребта и впадает после в Байкал с юга, обтекая северо-восточный конец Хамардабанского хребта. Итак мы имеем четыре параллельные хребта (начиная с юго-востока): Нерчинский, Яблоновый, Хамардабан и Байкальский. Между ними три долины. По первой течет Шилка, по второй Витим и Селенга, а в третьей лежит Байкал. На запад от южного конца Байкала начинается Саянский хребет и тянется с юго-востока на северо-запад, т. е. в направлении, почти перпендикулярном к направлению четырех вышеописанных хребтов и самого Байкала. С северо-восточных склонов Саянского хребта текут реки в Ангару и Енисей. Лена берет свой исток и свои первые притоки с северо-западного склона Байкальских гор, на юго-восточном склоне которых лежит Байкал.

Такова орография описываемых стран. Уже одна она показывает множество геологических переворотов, бывших в стране; это еще яснее видно из ее геогнозии. Саянский, Байкальский и Хамардабанский хребты содержат гранит, сиенит, диорит, диабаз и другие тому подобные породы, свойственные многим горным кряжам. В нескольких местах открыты кроме того собственно волканические породы — базальтовые лавы, лава, асфальт. Присутствие таких огненных пород здесь, как и повсюду, сопровождается метаморфическими породами: кристаллическими сланцами или шиферами, гнейсом, слюдяным сланцем, тальковым и хлоритовыми сланцами, кристаллическими известняками и т. п. Такие породы видны, например, на северном склоне Саянского хребта, в долине Слюдянки, которая впадает в Байкал с юга, на юго-восточном склоне Байкальских гор и др. Из осадочных пород

---

[54] Вероятно, что хребты, пересекаемые Амуром, параллельны этим хребтам: Доуссе-алинь и Сихоти-алинь.

найдены г-ном Меглицким: 1) новейшие образования (аллювиальные) на Ангаре и по всем рекам и по берегу Байкала (делювиальные) на Иркуте, впадающей в Ангару, около Хопчинска и на Селенге; 2) каменноугольные образования (песчаник, слоистую глину и конгломераты) около города Иркутска на станциях Веденской и Ольсоновской, по Ангаре в 15 верстах от устья, на восточном берегу Байкала и др.; 3) девонские образования (красный песчаник, конгломераты, известняки и леттен) в долине Лены от Бирюлек до Киренска, около станции Монжурская на Иркуте; 4) граувакковые (силурийские) образования (серая вакка, глинистый сланец, известняк и другие) по Лене до Бирюльки, от станции Монжурская до станции Ольсоновская, и др. Вообще осадочные породы распространены на северо-восток от Байкала, а около него очень редки; около же него главные массы горных пород составляют сланцы. Малое развитие волканических пород показывает их местное значение, т. е. что волканические породы были только как частные случаи, а не дали повода для образования самого Байкала, который правильнее рассматривать, как междугорное скопление вод, в глубокой долине между двумя возвышенными хребтами. Исследования г-на Меглицкого тем важнее, что они касаются страны, весьма мало исследованной (одним Эрманом), и что при них приложены орографическая и геогностическая карты и профиль местности.

Реки Полтавской губернии. По исследованиям г-на *Н. Маркевича*,[55] все сии реки принадлежат Днепровской системе. В Днепр в Полтавской губернии вливается непосредственно 17 рек, а в них — 222 реки. Ни одна из этих рек (кроме Днепра) не выходит из Полтавской губернии, а все те, которые берут начало не в Полтавской губернии, текут из губерний Харьковской, Курской и Черниговской. Направление рек везде — запад, юго-запад и юг. Потому Полтавская губерния есть равнина, склоненная к юго-западу. Общий характер рек: русло узкое, глубина не более $3^1/_2$ саженей, ложбина широкая, от 2 до 4 верст, окаймленная отвесными высотами в 3—10 саженей; дно песчаное (у больших рек) или илистое; правый берег почти всегда возвышен, а левый низмен и песчан.

---

[55] Н. Маркевич, Зап. имп. Русского географ. общ., кн. XI, стр. 337.

Журнал министерства народного просвещения, 1857, часть XCIII, отд. VI, стр. 119—141.

НОВЫЕ КНИГИ, ИЗДАННЫЕ В РОССИИ

Северный Урал и береговой хребет Пай-Хой. Исследования экспедиции, снаряженной императорским Русским географическим обществом в 1847, 1848 и 1850 гг. Том II, составленный начальником уральской экспедиции Э. Гофманом. Перевод с немецкого. Санктпетербург, 1856, in 4°.

В то время, когда англичане и германцы занимались исследованием внутренних частей Новой Голландии и Африки, когда северо-американцы трудились в северо-западных частях своего материка, тогда Россия изучала юго-восточные части Сибири и северные границы двух частей света: Азии и Европы. Сведения об всех этих странах принесут славу концу прошедшего и началу нынешнего десятилетий. Каждая из этих стран богата своеобразными явлениями и предметами природы, каждая населена особою породою человеческого племени, каждая исследована не с мечом в руках, как бывало когда-то, не односторонние личные цели руководили трудившимися; нет, цели науки, развитие образованности и христианских понятий, облагорожение туземных народов, распространение путей для торговли и промышленности, необходимых и верных предшественников благоденствия, желание дать новое поприще для деятельности своих соотечественников — вот побудительные цели и желаемые выводы, подвигавшие к перенесению стольких трудов и лишений и возвышавшие дух изыскателей до того порывистого стремления, при каком забывается все эгоистическое. Благородные усилия увенчались множеством успехов, всегда следующих за деятельным выполнением своевременных и благих целей. Конечно, все, что сделано и здесь, и там, — не исчерпывает всего существа дела, не отвечает на все вопросы ума; но разве в этом деле, как и во всем нематериальном, есть конец? Важно движение, стремление к цели, а цель всегда будет: достигнете одной,

явится другая, временно прикрывающая недостижимую вечную цель, на пути к которой лежат все лучшие интересы общества и личностей. Это стремление есть истинная, яснейшая и легче всего высказываемая цель. Потому-то, ясно разумея известное требование, не осудим невыполнение его, припомним человеческую ограниченность, припомним то, что великие в одном отдавали дань современному в других отношениях; что Ньютон старался доказать тожество между папою и одиннадцатым рогом, описанным Даниилом; что Лютер, оба Бакона, Лейбниц и Спиноза верили в брожение и изменение металлов.

Все вышеупомянутые исследования были произведены на счет и при содействии правительств; кроме того, везде находились патриоты, готовые всем содействовать успехам экспедиций. Утешительно читать о том, с какой готовностью Уральская экспедиция находила себе помощь во множестве случаев. Приводим один из них (стр. 130 и сл.). На второй (1848) год предположено было экспедиции отправиться из Березова (на Сосьве, впадающей в Обь в Тобольской губернии) на северо-запад до истоков Войкара (впадает в Обь слева, севернее верст на 150 от Березова), а оттуда одной части экспедиции, под начальством г-на Стражевского, направиться чрез Урал на юго-запад, а другой, под начальством самого г-на Гофмана, пройти на север до берегов океана. 7 июня путники наши оставили Березов и поплыли по западному рукаву давно вскрывшейся Оби (известно, что Обь имеет множество рукавов), окруженной здесь плоскими, болотистыми, почти безлесными берегами; редко на них видны ивы и остяцкие деревушки или рыбачьи шалаши. Верстах в 150 от Березова показались первые горы, утесистые, еще покрытые снегом; это западные отроги Северного Урала, откуда вытекает Войкара. Отсюда повернули к западу и поплыли вверх по Войкаре, в русле и береговых наносах которой столь же много уральских валунов, как у нас финляндских. Полтора дня плыли вдоль лесистых берегов, против быстрого течения, и тогда прибыли к тому месту, куда заранее согласившиеся и нанятые остяки пригнали оленей, запряженных в нары (сани) и свободных для перемены и запаса. На таких нарах ездят там и летом и зимою. С правого берега Войкары экспедиция отправилась прямо на запад к горам. Из прибрежного леса скоро выехали в мшистую тундру, где местами растут карликовая береза (Betula nana) и багульник, где многочисленные озера соединены ручьями, которых обрывистые и прямые стены походят на края искус-

ственных канав. Ехали всю ночь, светлую как день, перебрались потом чрез ручей (Ньелька), а там вступили в пихтовый лес. Тут напали рои комаров, бегущих от тундры, где дует холодный ветер; стала видна в отдалении высокая Парише. Лески сменялись тундрами, изрезанными озерами и ручьями, тундрами, местами обманчиво сухими. После тундр начались невысокие (500 футов) горы и плоские высоты — первые ступени возвышенного Урала, параллельные ему, отделенные от него долиною. Скалистый Урал (по замечанию Палласа, Урал скалист с восточной стороны, а по замечанию Гофмана, — с обеих сторон) обнажен в этих местах, а параллельный ему хребет порос хвойным лесом, между которым еще лежал снег. Путники несколько раз встретили дождевые грозы, от которых река Лире, текущая на северо-восток чрез горы, сделалась недоступною для нар и тех маленьких лодок, которые путники везли с собою. Нашли полезным итти вдоль реки Лире по поперечному прорезу гор, у подошвы которых росли невысокие и не прямые лиственницы. Горы (т. е. собственно Северный Урал) здесь возвышаются от 1 700 до 2 300 футов. По долине (Лире), которая становилась все у́же и у́же и покрыта была глубоким (до 20 и более футов) снегом, навеянным с гор и местами оледеневшим, дошли до столь узкого разреза, что было весьма легко слететь вниз в быстрый поток. Тогда перевалили через горы, спускались и поднимались на крутизны, переходили вброд чрез ручьи, видели два ручья, отстоящих не более как на 200 шагов, — Лире и Колволава; один из них течет на восток, к Оби, другой — на запад, к Печоре. За безлесными уральскими зубчатыми скалами путники вступили в долину, полную низких берез, где растительность быстро развивалась при теплом дожде и долгом свете. Отсюда экспедиция разделилась на две части — северную и южную. Когда в Березове отыскивали остяков с оленями для сопровождения северной части экспедиции, то никто не брался за это, несмотря на выгодную плату, потому что места, которые должно было проходить, были так наполнены роями комаров, что олени не в состоянии были выносить их. Но чего не сделали номады для выгод, то сделал русский обдорский купец Трофимов даром: понимая всю важность предприятия, желая подробного исследования северных стран, он дал более 300 оленей, из числа которых было 170 упряжных.

После этого эпизода, постараемся кратко изложить известия об Уральской экспедиции и ее результатах. Со времен Строгановых и Петра Великого, получили мы первые опре-

деленные сведения об Урале. Паллас, а за ним Мурчисон, Гумбольдт, Розе и другие изучили этот край, особенно ту часть его, которая тянется между Петропавловским заводом на севере и Златоустом на юге. Южная часть Урала, от Златоуста, стала также довольно хорошо известною, особенно до крепости Орска, с тех пор как А. Гумбольдт в своей «Asie centrale» собрал все сведения, относящиеся до южных оконечностей Урала и до возвышенного Усть-урта, отделяющего Каспийское море от Арала и составляющего южное последнее растяжение Урала. Но Северный Урал оставался малоизвестным, особенно его части, близкие к Ледовитому океану. Паллас посылал в эти места (в Обдорск) своего спутника Зуева, но он доставил немного сведений. Их несколько пополнили Эрман (1828), экспедиции, снаряженные для разведки руд, путешествия капитана Стражевского (1834), Шренка (1837), графа Кейзерлинга (1843) и Регули (1846); но все еще многое оставалось совершенно неизвестным. А между тем эти места имеют весьма важное значение: здесь разделяются две огромные речные системы — система Оби, охватывающая собою почти всю восточную Сибирь, и система Печоры, омывающая северо-восток России; здесь тянутся Уральские горы и найдутся, вероятно, руды; здесь также непроходимые леса, места, изобилующие пушными зверями (хотя и невысоких качеств) и рыбою. Это придает торгово-промышленное значение северо-восточной границе Азии и Европы. В научном отношении весьма важно было разрешение вопросов о протяжении Урала на север, о его направлении, о побочных или других горных цепях, виденных в этих странах некоторыми путешественниками; важно было связать в одно целое все сведения о северных странах Европы, которые исследованы ныне уже довольно подробно. Важно было также изучение тех народов, которые населяют эти места, тем более, что с некоторых пор стало весьма вероятным родство между этими народами и венграми. Важно изучение этих стран и для этнографии и для истории, тем более, что русские и инородцы этих мест находятся еще и теперь в таком же взаимном отношении, в каком были некогда русские и инородцы во всех местах России. Эти-то разносторонние интересы побудили в 1846 г. императорское Географическое общество снарядить Северно-уральскую экспедицию. Начальником ее избран был г. Гофман — полковник корпуса горных инженеров и профессор минералогии и геогнозии в С.-Петербургском университете. Помощником ему назначили майора Стражевского — того самого, кото-

рый в 1834 г. исследовал северный Урал до 64° с. ш. Магистр математических наук Ковальский был назначен для астрономических и магнитных исследований, а поручик датского королевства Брандт — для ботанических и зоологических изысканий. К ним присоединились топографы (гг. Юрьев и Брагин), чернорабочие и слуги, так что, кроме вожатых и переводчиков, экспедиция состояла в первый год из 14 человек, во второй — из 11, а в третий — только из 4. Если бы мы захотели исчислять всех, кто содействовал успехам экспедиции, то нам пришлось бы сделать весьма большой список. Скажем здесь только еще одно — трехгодичная Уральская экспедиция стоила всего 21 тысячу рублей серебром, и из них 9 тысяч употреблено собственно на путевые расходы, а 12 — на жалованье членам экспедиции.

В первый (1847) год экспедиция из Чердыни (уездный город, лежащий прямо на север от Перми) прошла чрез Урал. из Европы в Азию — в Березов (Тобольской губернии). На следующий год она разделилась, как мы видели, на две части — северную и южную. Первая весьма успешно прошла весь северный край, была у Ледовитого океана, у Вайгачского пролива и прошла этим путем в Европу, именно к реке Усе, впадающей в Печору. Южной экспедиции в 1848 г. назначено было пройти чрез среднюю часть Северного Урала, из Березова в Европу, чтоб иметь сведение о всех частях Северного Урала. Но падеж оленей и даже язва на людях сделали совершенно невозможным выполнение этого, и потому г. Стражевский, начальствовавший этою частью экспедиции, должен был воротиться в Березов. Посему для пополнения сведений об южной и средней частях Северного Урала в 1850 г. снаряжена была снова экспедиция, которая и прошла чрез хребет около 65° с. ш., достигла в Азии тех мест, до которых в 1848 г. достигал г. Стражевский, и возвратилась обратно в Чердынь. Итак, в 1847 г. была осмотрена самая южная часть Северного Урала, от параллели Чердыни почти до параллели г. Березова; в 1848 г. — северная часть на север от долины реки Лире до океана (от 65 $^2/_3$° с. ш. до 68 $^1/_2$° с. ш.), а в 1850 — средняя часть около хребта Сабля и 65° с. ш.

Так окончилась экспедиция, и в 1853 г. явился первый том ее исследований, заключающий в себе введение, написанное г-ном Ковальским: «Обзор путешествия по Северному Уралу и прилежащим странам в течение 1847 и 1848 гг. и замечания о климате страны, разных явлениях природы и о религии туземцев». К первому тому приложена карта.

Спустя два года явился и второй том. Этим кончается красивое и даже роскошное издание. Второй том содержит в себе два главные отдела. В первом помещено описание (хронологическое) трехгодичного путешествия, общие замечания о природе стран, прекрасные рисунки видов и портреты жителей (с натуры рисовали гг. Брандт и Бармелеев), этнографические и исторические особенности, приключения, опасности и все выводы, каких достигла экспедиция. Этот отдел написан г-ном Гофманом, и, вероятно, многие прочтут его с большим удовольствием. Мы позволим себе сделать впоследствии несколько выписок из него. Изложение во многих местах очень картинно.

Второй отдел второго тома содержит в себе специальные ученые исследования:

1) Исследование окаменелостей, собранных Уральскою экспедициею, и определение формаций, в которых они были найдены гр. А. Кейзерлингом (который с Мурчисоном и Вернейлем занимался геогностическим исследованием России). По 65 окаменелостям, определенным гр. Кейзерлингом и найденным по Печоре, Щугору (Щугор впадает слева в Печору), Почерему (Подчерья, также впадает в Печору), Ылычу, Вишере (приток Колвы, текущей в Каму) и другим можно видеть существование пластов горного известняка, девонской и силурийской формаций. Это вполне соответствует тому, что и в средних частях Урала с запада находили окаменелости всех этих трех формаций.

2) Затем следуют геогностические исследования г-на Гофмана. Так как горное ведомство приняло на себя часть расходов на снаряжение экспедиции (10 500 рублей серебром), то она и должна была принять на себя подробные геогностические исследования, как того желало горное ведомство. Судя по дневнику геогностических исследований, какой вел г. Гофман, видно, что геогностическое строение Северного Урала совершенно согласно с геогностическим строением средних частей хребта, т. е. в недальнем расстоянии от выкидных пород (гранитов, гнейсов, порфиров, гиперстена, змеевика и др.) встречаются метаморфические породы (сланцы и др.), а потом древнейшие осадочные породы, начиная от силурийской и восходя до пермской, которая залегает около Чердыни. Все напластование и наклонение пластов подтверждает то мнение, что Урал произошел около эпохи образования пермских осадков от извержения расплавленной массы, прокалившей (метаморфозировавшей) соседние породы, и что в предшедшие этому эпохи (силурийскую,

девонскую и каменноугольную) Урал был плоским дном того огромного моря, которое начиналось сперва (в силурийскую эпоху) от финских гор, потом (в девонскую эпоху) от Двинской губы в Белом море, Лодейного поля, Гатчины и Пернавы, а наконец (в каменноугольную эпоху) от Мезенской губы (Белого моря), Онежского озера, городов Боровичей, Дорогобужа, Козельска, Крапивны и другие, — моря, которое от этих берегов простиралось на восток далее Урала.

3) Определение горных пород Густ. Розе (бывшего с Гумбольдтом на Урале).

4) Названия гор и рек и их синонимы. Это приложение необходимо потому, что в тех краях каждый народ — остяки, русские, зыряне, самоеды — дает иное названье горе и реке. Потому для последующих путешественников будет весьма полезен подобный справочный листок, где соединены все известные разноречивые названия.

5) Определения [г]ипсометрические (определение высот) и наблюдения над температурою источников. Г-н Ковальский в первом томе приводит барометрические и тригономстрические определения высот весьма многих местностей. Но г. Гофман, основываясь на барометрических наблюдениях своих и гг. Стражевского и Брандта, также делает определение высот многих мест, и часто выводы обоих не согласны. Это происходит от того, во-первых, что высоты основных пунктов (Березова, Чердыни и Богословска) у г-на Гофмана и г-на Ковальского признаны различными, и, во-вторых, от того, что употребленные способы лишены ручательства в верности.

В Чердыни производимы были постоянные, необходимые для сравнения барометрические определения г. Бакаиным, в Богословске на обсерватории, устроенной от казны г-ном Купфером, а в Березове — г-ном Абрамовым. Из этих наблюдений, переданных г-ну Ленцу, выводится, что абсолютная высота

Березова	88	футов
Чердыни	528	„
Богословска	651	„

Показания барометра в данном месте сличались с высотою барометра в то же время в одном из названных трех мест, и определялась таким образом высота наблюдаемого места, зная высоту того места, где производится основное наблюдение; но как места наблюдения очень часто на несколько сот верст отстояли от одного из пунктов сравнения, то очевидно, что сличение наблюдений не могло дать

вполне точных результатов. И в самом деле, из двух наблюдений (когда они два раза произведены были в одном месте) вычислялись часто высоты, разнящиеся на 200 футов, — разность тем более значительная, что абсолютная высота всех мест незначительна. Притом еще барометрические наблюдения на берегах Карского моря, по сравнению с березовскими наблюдениями, показали, что Карское море на 180 футов выше Балтийского. Совокупность всех этих фактов показывает осторожность, с какою должно доверяться барометрическим определениям высот.

6) Позвоночные животные северно-европейской России и в особенности Урала. Материалы к ближайшему познанию зоогеографии северо-востока Европы академика Ф. Ф. Брандта. Здесь г. Брандт собрал все сведения о географии северно-европейских (и азиатских) животных, особенно млекопитающих. Это, сколько нам известно, первый опыт подробной зоогеографии этого края. По многочисленности сведений и критическому взгляду на число видов, предлагаемый труд г-на Брандта вновь подтверждает глубокую ученость автора и послужит прекраснейшим основанием для последующих исследований.

7) Флора Северного Урала, академика Ф. И. Рупрехта. Здесь определены растения, собранные экспедициею, и сделан общий обзор растительности страны, причем приняты во внимание и прежние известия (Зуева и Шренка) и наблюдения. На равнинах Вишеры, одного из притоков Камы, растительность весьма сходна с растительностью Архангельска и лесной полосы Западной Сибири. Доказательством могут служить следующие растения, найденные на Вишере: сибирский кедр (Pinus Cembra), Peonia intermedia, Corthusa Mathioli, Nardosmia straminea, Anemone sylvestris, Cotoneaster vulgaris, Sambucus racemosa, Selaginella spinosa и др. В той же долине встречаются и некоторые нагорные растения. Лесная полоса, примыкающая к Северному Уралу с востока (т. е. из Западной Сибири), имеет растительность, свойственную всей лесной части Западной Сибири, и не имеет почти растений нагорных, ибо она расположена в предгориях. Только Phleum alpinum указывает на близость гор. Арктические страны к северу и северо-западу от оконечности Уральского хребта имеют флору самого Северного Урала. Это тем более замечательно, что она ясно различается от флоры соседственной самоедской тундры. Изучение растительности самого Урала заставляет различать две флоры: флору лесной полосы Уральского хребта и флору альпийской полосы Уральского хребта.

Северная и верхняя границы лесов на Урале, как и везде, не резки. Так, отдельные деревья и лесные оазисы встречаются даже подле Урала у 67° с. ш., даже в долине реки Кары, хотя эти местности весьма удалены от истинной северной границы лесов. Притом высота лесной границы (известно, что распределение растений по горам сходственно с распределением растений по широтам: внизу растения теплых стран, вверху холодных) на восточном и западном склонах Урала не одинаковы. За границу лесной полосы можно вообще признать леса ели — Abies obovata. Эта граница на восточной стороне хребта более приближается к самой средней, скалистой части хребта, т. е. поднята выше. Притом здесь растительность гораздо разнообразнее видами, чем с западного склона. Пихта (Abies Pichta s. Sibirica Ledeb.) доходит почти до 62° с. ш. близ Уральского хребта. Также и сибирский кедр. Уральская ель (Abies obovata) и можжевельник (Juniperus communis) заходят гораздо севернее и встречаются далее $63\frac{1}{2}$° с. ш. Береза (Betula alba) идет по хребту до $63\frac{2}{3}$° с. ш., черная смородина (Ribes nigrum) — до реки Щугоры, $63\frac{3}{4}$° с. ш., рябина (Sorbus Aucuparia) — на восточном склоне до 66° с. ш., а Betula nana встречается везде до самого конца Урала. Вообще растительность лесной части хребта немного отличается от растительности лесной полосы самоедского края. Замечательный список северных границ многих растений на Урале показывает, что для многих растений здесь северная граница понижается против соседних стран, а для других возвышается. Исследуя флору альпийской части Северного Урала, мы видим и здесь, что флора Урала ничем резко не отличается от флоры соседственных стран: ибо два-три вида не составляют чего-нибудь важного для столь мало известных стран, как те, о которых мы говорим. На самом севере весь хребет покрыт только альпийскою травянистою растительностью; южнее она встречается только на гребне гор, а еще южнее попадается только местами среди лесной и другой растительности, где встречаются соответствующие физические условия. Альпийская флора Урала составляет западную границу для многих алтайских, таймырских и байкальских растений, например Pedicularis versicolor, Draba Gmelini, Anemone narcissiflora, Silene paucifolia и др.

Исследования г. г. Брандта и Рупрехта придают весьма важное значение изданию об Уральской экспедиции для всей географии органических существ, и они тем важнее, что в настоящее время условия жизни организмов и влияние этих условий на продолжительность жизни, на физиологи-

ческие отправления и на формы занимают весьма многих исследователей. Конечно, в названных сочинениях виден только сбор наблюдений, а одни наблюдения трудно приводят к хорошим выводам, и то только тогда, когда они весьма подробны и тщательны; но все опытные, столь важные для науки, исследования и все выводы приобретают цену и значение лишь тогда, когда утверждаются многочисленными наблюдениями. Химия и физика быстро развились, потому что стали владеть не одним способом наблюдения, но и опытом, и, перестав быть лишь страдательно-действующими наблюдателями, начинали сами вызывать явления. То же должно заметить об опытной физиологии. Опытная сторона науки проще, понятнее, а потому легче ведет к успеху. Но наблюдения весьма затруднительно приводят к общим выводам: потому что, наблюдая, мы не знаем влияния всех побочных обстоятельств; зато, при всесторонности наблюдений известный вывод из них приобретает совершенную несомненность. Блистательнейший успех наблюдательных наук мы видим в астрономии. География растений и животных берет все свои главные начала из мира наблюдений и этим путем достигает до указания главнейших законов, но только от опыта мы можем надеяться разрешения многих вопросов науки. Так, например, определение северной границы распространения растений, — чем занимался Ал. Декандоль, — может быть сделано только опытом, потому что многие факты ясно показали, что те растения, которые не растут в известном месте, очень часто могут произрастать там. Область географического распределения, без сомнения, зависит от множества причин. При опыте можно сличить несколько причин и изучать влияние других причин; при наблюдении мы этого не можем сделать, — должны из множества фактов выискивать соответствующие, и для нас нет ручательства в том, что данное явление определено теми, а не другими причинами. Г-н Рупрехт замечает, например, что сходство растительности северно-уральской и окружающих стран может подтверждать мнение о недавнем происхождении Урала. Едва ли названные наблюдения могут утвердительно или отрицательно отвечать на вопрос о времени происхождения известной страны. Это — вопрос, который мы можем разрешить только тогда, когда точно узнаем меру влияния других причин, влияние теплоты и влажности, продолжительности зимы, лета и дня, влияние почвы и подпочвы, ветров, приносящих теплоту, влажность, миазмы, плодотворную пыль, семена; когда узнаем быстроту рассе-

ления видов, определим возможность их изменения под влиянием различных условий, — словом, когда целым огромным рядом наблюдений и опытов изучим современное нам. Тогда, конечно, мы в состоянии будем ответить или узнать, здесь ли родился и вырос данный вид растения под влиянием соответствующих причин, или он — пришлец, или он есть остаток бывшей некогда растительности, остаток того, что исчезло или изменилось, — остаток, не успевший пропасть (мы говорим о виде, а не об особи или неделимом) потому только, что новые окружающие условия, угрожающие его истреблению, не успели еще пересилить упорную, живучую природу. Тогда мы, может быть, поймем, какой смысл имеет то, что граница растительности Байкала и Алтая доходит до Северного Урала; разберем, есть ли это западный предел, до которого успели рассеяться алтайские растения, или это восточный предел тех стран, из которых береговые условия Европы вытеснили континентальные растения Алтая, или европейские виды переродились здесь, под влиянием условий, сходственных с алтайскими, в новые виды, которых нет в Европе, потому что нет подобных условий, или эти растения есть остатки периода тех наносов, которые залегают в Сибири, остатки везде мало-помалу истребляемые, но нашедшие прочный приют на Алтае, и т. д. Много предположений можно составить для объяснения одного факта или некоторой совокупности наблюдений и опытов. Истину найдет между ними время опытов и наблюдений многочисленных и многосторонних.

Читатель извинит нас за небольшое отступление, сделанное нами; оно необходимо было для многих, не видящих настоящей цены наблюдений, и для тех, которые из одного-двух наблюдений хотят узнать истину. Мощь и сила науки — во множестве фактов, цель — в обобщении этого множества и возведении их к началам. Эти начала ведут свое происхождение от простых оснований нашей умственной деятельности; но они настолько же происходят и из мира опытов и из круга наблюдений. В строгую науку входят только те истины, которые имеют это двойное или тройное основание. Собрание фактов и гипотез — еще не наука; оно есть только преддверие ее, но преддверие, мимо которого нельзя прямо войти в святилище науки. На этих преддвериях надпись — наблюдение, предположение и опыт. Наблюдение есть первый шаг, без которого нет последующего движения вперед. Наблюдение над лягушкой привело к знанию гальванизма, наблюдение над спутниками Юпитера — к определению скорости

света, наблюдение над Ураном — к открытию Нептуна, и т. д. Наблюдения, рядом с опытами, утверждают предположения. В этом смысле придается такая цена всем наблюдениям. В этом смысле многоценны наблюдения, привезенные Уральскою экспедициею, и та обработка, та форма, в какой изложены эти наблюдения. Приводим главнейшие и более общие наблюдения, сделанные и бывшие целью Северно-уральской экспедиции.

Уральский хребет[1] в северной своей части до 65° с. ш. сохраняет то же направление, какое имеет в средней и южной (от 49° с. ш.) частях, т. е. тянется прямо с юга на север, почти вдоль по меридиану 59° долготы, считая от Гринича. Под 65° с. ш. хребет расширяется и в то же время поднимается на большую свою высоту, а простираясь далее на север, сворачивает на восток, так что под $67^1/_2$° с. ш. он уже доходит до 66° долготы от Гринича (или $83^1/_3$° от Ферро). Здесь Урал называется Обдорскими горами,[2] потому что высокий Пай-ер (около 4600 футов) виден из Обдорска. На север от Пай-ера Уральский хребет снова направляется попрежнему с юга на север и под $68^1/_2$° с. ш. и под $66^1/_3$° долготы от Гринича вдруг спускается, не доходя до моря, в тундру Константиновым Камнем (высота около 1500 футов). Почти прямо на запад от Константинова Камня за широкою и ровною, верст в 45, тундрою тянется другая горная система Пай-хой (что по-самоедски значит каменный хребет, так его и зовут зыряне). Хребет этот направляется с юго-востока на северо-запад к Югорскому или Вайгачскому проливу. Он переходит и на самый остров Вайгач. Это совершенно отдельный и особенный от Урала хребет, что видно не только из его направления, но и из вида гор (о чем скажем далее); впрочем, геологическое строение их одинаковое. Около параллели Чердыни близ Урала начинается еще другой хребет — Тиманский, имеющий, как и Пай-хой, северо-западное направление. Несмотря на свою незначительную широту (в самом широком месте у Сабли достигает 75 верст), Северный Урал часто делится на две или три совершенно параллельные цепи, отделенные широкими продольными равнинами. Высота отдельных вер-

[1] Туземцы дают ему весьма различные названия, не имея ни одного общего имени. Самоеды зовут иногда Пай, остяки — Кеу, зыряне — Ис, что значит просто *камень*.

[2] Может быть, это есть действительно совершенно особый хребет, судя по теории Эли-де-Бомона о том, что хребты одновременного происхождения всегда имеют одно определенное направление.

шин Северного Урала уступает, быть может, только высоте Конжаковского камня у Богословска. Тэль-пос (между 63° и 64° с. ш. и 76° и 77° долготы от Ферро) и Сабля (около 65° с. ш.) превышают высоту 5000 футов. Северный Пай-ер имеет почти такую же высоту, а целые горные цепи возвышаются иногда до 4000 футов. Средняя высота Северного Урала есть 3000 футов. Но нигде на Урале не остается снег на все лето, несмотря на то, что в Норвегии (по Валенбергу и Л. Буху) область вечных снегов по широте 67° начинается на высоте 3000 футов, а по широте 70 — 71½° на высоте 3300 футов. Потому весьма замечательно, что на Гнетю — высокой (4000 футов) горе Северного Урала под 68° с. ш. — не остается на лето снег. Причина этого заключается, несомненно, в том, что все горы Северного Урала имеют весьма узкий гребень, все круто подымаются из мерзлых тундр отвесными скалами. Это придает местности вид диких альпийских стран, несмотря на сравнительную незначительность высоты скал. Эти обрывистые скалы лишены растительности. Прекрасные рисунки, приложенные к путешествию, дают превосходное понятие о виде этих гор. Посмотрите, например, на эти зубцы и эту отесанную вершину Сабли (рисунок подле стр. 178). Громадные массы этой горы, кажущейся с Печоры отдельным хребтом, изображены в картине г-на Бармелеева между двумя рядами холмов, образующих предгорье Урала. На этих холмах виднеются начала растительности, проезжают нары, запряженные оленями. Весьма характерны: вид Уральского хребта с истоков Синьи (к стр. 182), Уральский хребет и долина Вэнгырея с горы Паре-ко (там же), вид горы Манарага (к стр. 184) и виды по реке Щугоре (к стр. 76 и 74). По этим рисункам читатель может получить понятие о горных видах Северного Урала. Для того, чтобы сделаться совершенно альпийскими, этим видам, по словам г-на Гофмана, недостает зелени, недостает того неба, отражение которого придает вид альпийским озерам.

Почти везде Урал тянется редко прерывающимся хребтом, а Пай-хой состоит из отдельных гор и цепей, разделенных промежуточными тундрами. Оси этих цепей и отдельных гор имеют изменчивое направление, хотя все вместе они и идут с северо-запада к юго-востоку. Скат их не крутой, порос мхом и травою, откуда только местами выходят каменные глыбы. Самые высшие горы — Пайдая и Вагазипай — этого хребта не поднимаются и на 1000 футов над окружающими тундрами. К Югорскому проливу Пай-хой

становится все ниже и ниже, так что прибрежные скалы, круто падающие в воду, едва достигают и 100 футов. В Северном Урале есть места, куда ненадолго заходят лучи летнего солнца, и потому там много мест, где и в августе всегда лежит снег; на Пай-хое это большая редкость.

Из равнин, прилегающих с обеих сторон к Уралу, а особенно в западной равнине, возвышаются местами горные цепи, отдельные от Урала, параллельные ему и даже иногда равные ему по высоте, например, Кожем-ис, Саледи, Обе и др. Кроме их, на западе идут еще невысокие округлые хребты, также параллельные Уралу. Это — парамы (по местному наименованию); они суть складки или места перегибов пластов, приподнятых Уралом.

Небольшая ширина и высота делают Урал доступным для прохода. Обитатели обеих частей света взаимно сообщаются, восходя по рекам и их долинам. Истоки многих рек, текущих в Печору и Обь, столь близки друг к другу, что можно волоком перетаскивать лодки из вод одной части света в воды другой. Так и делали иногда тамошние инородцы. Но чаще по долинам рек, выходящих из соседственных источников, переезжали они из тундр Оби в тундры печорские. По одному из таких проходов (Вишерский проход) по «Волчьей дороге» шел Иван Кольцов, посланный Ермаком в 1581 г. Самый езжалый путь, сообщающий зимою Печорский край с Березовским, идет от деревни Оранец на Печоре, мимо горы Сабли, чрез долины рек Вангырея и Ман-я, к горе Квосым-ньер; потом чрез долину реки Пуль-я, в лесистую равнину, а по ней к реке Сункер-я, впадающей в Сан-я. («Я» по-остяцки значит *река*). На север от 65°28 Урал не разделяется уже и не имеет вдоль идущих долин, зато прорезан многими поперечными, где текут реки в Обь, Кару и Усу (впадающую в Печору) и где есть много удобных проходов. Между отдельными горами Пай-хоя везде существуют удобные проходы.

Изобильные дожди и снега дают начало множеству ручьев и рек, питают огромные влажные тундры. Около $61\frac{1}{2}^{\circ}$ с. ш., на одноверстном расстоянии, находятся истоки двух рек — Печоры и Лосьвы. Реки, текущие на юг и юго-восток от этого места Северного Урала, образуют Лосьву и южную Сосьву, которые вместе с Пелымом образуют Тавду, впадающую в Тобол (а оттуда в Иртыш и Обь). Те же источники, которые текут на юго-запад, усиливают воды Колвы и Вишеры, соединяющихся в одну реку ниже Чердыни, и протекают в Каму (а оттуда в Волгу и Каспийское море). Итак, около

$61^1/_2°$ с. ш. на Урале существует водораздел: одни из рек текут на юго-запад в Волгу, другие — на северо-запад в Печору, а третьи — на север и юго-восток в Обь. Воды, стекающие с Урала между параллелями $61^1/_2°$ с. ш. и $67^1/_2°$ с. ш. на восток, образуют реки: Северную, или Большую Сосьву (судоходна, как и), Сак-я, или Сыгву, быстрый и каменистый Войкар, или Айваж, Саб и Щущью. Все эти реки впадают в Обь. С западного склона текут (начиная с юга, т. е. от $61^1/_2°$ с. ш.) реки, идущие в Печору: Унья, Илычь, Почерем, Щугор и Уса. Последняя река сама принимает в себя так много других рек, что при соединении с Печорою превосходит ее шириною и глубиною. К северу от $67^1/_2°$ с. ш. воды Урала стекают маленькими речками в Карское море. Сама Кара неглубока и только около Константиновского Камня становится доступною для небольших лодок. Здесь в Кару впадает Силова, текущая из Пай-хоя, откуда почти все воды изливаются или в Кару, или в Ой (или Великую, впадающую в Югорский пролив) или в Каратаиху (впадающую в Хайпудирскую губу). Изобилие вод, текущих по северному краю, исследованному экспедицией, зависит, без сомнения, от того, что здесь очень мало количество испаряющейся воды, притом вся вода, падающая во время всего года в горах, не пропитывает каменистой почвы, а легко образует источники.

Геогностическое строение всего хребта очень просто: метаморфические (измененные нагреванием) породы, тальковые и хлоритовые сланцы, кварциты и мраморы приподняты, перемешаны и видоизменены гранитом, сиенитом, серпентином, диоритом и порфирами (последние особенно на восточной стороне). В долинах, смежных Уралу, можно видеть неизмененные песчаники, известняки и глины, которые вблизи выкидных пород стали кварцитами, мраморами и сланцами. В парамах нет метаморфических пород. Строение Пай-хоя из метаморфических пород то же самое, как и строение Урала; здесь породы видоизменены гораздо слабее, чем на Урале. Вершины северно-уральского хребта на всем протяжении лишены древесной растительности. Они, как и граница вечных снегов, начинаются на разной высоте; под 60° с. ш. сосна прекрасно растет на высоте 2000 футов. Почва тундр дает жизнь, кроме мхов и лишаев, только березе ернику (Betula nana) да низкой иве; они встречаются до самого Карского моря и доставляют туземцам единственное топливо. На сухих местах на тундре находят убежище превосходные, хотя и мелкие цветы; на самом мертвенном

берегу Карского моря встречаются незабудки и фиалки. В южной части Северного Урала из съедобных растений находят: малину, бруснику, дикий лук и грибы, а на тундре — грибы и морошку, весьма изобильную и вкусную.

Лесистые горы между Чердынью и Богословском изобилуют лосями; на голых вершинах обитают только маленькие зверьки и птицы; волки, медведи, лисицы и все хищные и пушные звери живут по лесам. Самое хищное животное северно-уральских лесов и вершин, берегов, ручьев и сырых мест — это бесспорно есть комар. Такого множества этих насекомых, по словам г-на Гофмана, нет ни в первобытных лесах Енисея, ни в камышах Каспийского моря, ни в тропической Америке. Множество зверей, населяющих леса в долинах (россомахи, куницы, соболи, медведи, горностаи, лисицы, белки и др.), привлекают туда на зиму отважных и метких охотников. Певчих птиц здесь не слыхать, хотя вообще летом налетает большое количество птиц, особенно тетеревей разных пород. На самом глубоком севере Урала не видно ни зверей, ни птиц; повывелись и дикие олени, охотиться за которыми остяки ездят на Новую Землю. Но тундры довольно оживлены: там бродят трусливые медведи, питаясь кореньями и мышами, живут волки, лисицы всех цветов, песцы, горностаи, ласочки. Все они поедают многочисленных мышей, населяющих тундры. Множество дичи и рыб доставляют жителям прекрасную пищу.[1]

Только недостаток охоты к земледелию препятствует увеличению хлебопашества в окрестностях Северного Урала, *по крайней мере до 66° с. ш.: ибо где ни делали опыты*, везде урожай был весьма удовлетворителен. Пока охота, рыбная ловля, разведение оленей и торговля будут приносить довольно большие выгоды, до тех пор нельзя ожидать развития хлебопашества. Занятия жителей придали крепость их телу, зоркость глазам, верность руке и неоцененную способность сохранять всегда присутствие духа и уменье из малого извлекать много пользы. Эта общая характеристика жителей Северного Урала и его окрестностей видоизменяется для отдельных племен и народов. Передаем выписки из более подробной характеристики каждого народа этих стран, как их описывает г. Гофман. Вогул скрытен, упрям, недоверчив; это написано даже на его лице; зато

[1] Предлагая обзор наблюдений, мы нарочно не останавливаемся, не делаем замечаний, имея в виду главным образом видимость фактов. К тому же мы и без того уже весьма продлили нашу статью множеством выписок, которые часто делаем почти слово в слово.

предан, не боится трудов. Для него зимняя охота — время работы и прибыли. Крупные звери дают вогулу мех и мясо, которое оставляется даже на летний запас. Когда его нехватит, добывают рыбу, дичь и т. д. Одеваются вогулы по-русски. Остяки (что значит люди от Оби) имеют телосложение более худощавое, а лицо более продолговатое и дружелюбное, чем вогулы. Судя по портретам, приложенным к путешествию, видно, что остяки имеют иногда весьма правильный и даже красивый облик, в котором всегда видно добродушие. Остяки носят платье из оленьих шкур или из налимовых кож. Доверчивость, говорливость, смех и песни показывают их веселый нрав. Соблазнительнейшие предметы для остяка суть: водка, табак, наряды, инструменты, порох. Многие крещены, но о христианской вере и даже о своих христианских именах они не имеют часто ни малейшего понятия. Остяки любят летнее рыболовство и разведение оленей, что переняли от самоедов. Для зимней охоты употребляют западни, ружья, но также и стрелы. Последние тем выгоднее, что ничего не стоят и не портят шкурки белок. Деятельные остяки часто наживают до 8 тыс. оленей. Хотя самоеды суть древнейшие обитатели северных тундр и хотя многое отличает их от остяков, но в настоящее время по одежде, окладу лица и даже по языку, трудно различать оба народа. Самоеды и летом и зимою бродят с своими стадами и конусовыми шалашами с места на место. К зиме они спускаются к югу в лесную сторону. Вообще же живут до широты устьев Кары и Усы. Самоеды ловки для многих работ, добродушны и смышлены, хотя нерадивы и ленивы даже до того, что легко доводят себя до бедствий и нужд. Оттого они физически и нравственно грязны, легко покоряются чужому влиянию, ловят зверей почти только западнями, более трусливы, чем все соседи, любят взваливать на других то, что происходит от их неосторожности. Интересен способ уравнения богатств или, правильнее, бедности, какой находится у самоедов: деятельный человек накопит богатство и накопит легко, разведет много оленей; тогда около него собираются бедняки, и он, чтоб не потерять свое достоинство и значение, всех должен даром кормить их, а как самоеды едят удивительно много и скоро, то стадо богатого в полном смысле пожирается, и он непременно чрез два года становится таким же бедняком, каким был вначале. Самоеды почти все поклоняются деревянным идолам, вовсе не имеют понятия о постоянных и неразрывных браках, живут вместе, пока хотят, а потом расходятся.

Оспа и укоренившиеся в народе наследственные и убийственные болезни, усиливаемые невообразимою неопрятностью, грозят уничтожением этому народу. Самоеды, из опасения иметь неразрывные браки, страшатся христианства.

Вологодские зыряне расселены до Печоры; они ведут жизнь вполне оседлую, сеют хлеб и разводят скот, потому что больше всего любят хлебную и молочную пищу. Зыряне употребляют все усилия для того, чтобы разжиться, получить любимые ими принадлежности довольства и даже комфорта. Зырянин, отправляясь на охоту, всегда отлучается ненадолго, не так, как остяк или вогул, — берет с собою всю лучшую пищу из дома и часто для жены и семьи оставляет только Печору с ее рыбными запасами; он набирает с собою множество оленьих шкур для дорожной постели. Но этот человек, любящий негу, не щадит трудов в работе. Летние занятия зырянина состоят в рыбной ловле, в выделке оселков из уральского точильного камня, в работе на судах купцов и собирании кедровых орехов (для чего без жалости срубают кедры, вместо того, чтобы подняться на них и обобрать шишки). Зимой зырянин занимается охотою с ружьем и с западнями. Но, несмотря на все разнообразие занятий, зыряне бедны, по причине своей беспечности и любви к комфорту. Почти все зыряне старообрядцы, оттого не употребляют табаку; но от водки не отказываются. По одежде и жилью зыряне совершенно русские, только черты лица ясно показывают их финское происхождение. Между зырянками больше матерей, чем замужних, и местами народонаселение растет быстро.

Зыряне-ижемцы живут по Ижме в Архангельской губернии, имеют орлиный нос, атлетические члены, смелый взгляд, твердую, уверенную походку, бойкий, расчетливый ум, смелость и пренебрежение в опасностях и сильную любовь к корысти. Эти качества отличают их от зырян Вологодской губернии. У них во всем видно благосостояние — в одежде, в утвари, в обширных полях. Торговля, охота и земледелие составляют для них второстепенное занятие; главное — разведение оленей. Этот народ добывает из пустынных тундр столько выгод, что нельзя было бы представить этого, еслиб так не было на деле. Ижемец летом питается тем, что есть у него — рыбой, соленым мясом, хлебом и проч.; тогда пасет он оленьи стада. К зиме убивает оленей. Соленое мясо везут к Оби и меняют там на рыбу и звериные шкуры, которые отправляют в Архангельск или Петербург. Шкуры дают замшу и одежду. Там каждый олень приносит

дохода до 4 руб. серебром и более. Оттого ижемец, если у него есть до 6000 оленей, быстро наживает до 30 или 50 тыс. руб., потому что ежегодно продает более 1500 оленей. Таких много на Ижме, и они распространяют благосостояние по всей стране. Приятнее всего видеть в ижемце готовность ко всему выгодному, хотя бы оно было совершенною новостью для него; оттого он не чуждается предприятий, которые на первое время не дают барышей, но много обещают их в будущем. Понятно по всем этим свойствам, отчего ижемец — властелин тундры и ее жителей, что для ижемцев близко время цивилизации, что они успеют вытеснить или природднить себе номадов, населяющих тундру. По народному преданию, ижемцы произошли от новгородцев, бежавших во время осады Новгорода Грозным; внешний вид и деятельность их подтверждают это, хотя они и говорят по-зырянски.

На Верхней Вишере и верховьях Печоры живут собственно русские несколькими приходами. Деятельность в рыбной ловле и охоте делают эти занятия для них выгодными, а любовь к ним позволяет не замечать трудов, пренебрегать опасностью, сохранять постоянную словоохотливость и веселое расположение духа, предаваться делу телом и душой. С ружьем и сетью, с малыми запасами идет русский на заработку, и нет для него неудобного ночлега. *Авось* и *не бойся* всегда являются к нему на помощь.

Мы кончили наши выписки. Сколько выводов и соображений вызывают они и в историке, и в географе, и в естествоиспытателе, и в каждом *человеке*! В Сибири повторяется то, что некогда повторялось во всей России, что делается во всем мире, начиная с Сандвичевых островов до внутренней Америки: христианство, трудолюбие и известная степень образованности идут по рекам и долинам, вытесняют или медленно истребляют язычество, лень, невежественное упорство. Народ, которому суждено делать этот медленный переворот, жжет и истребляет леса, осушает болота и из охотника и рыбака становится мало-помалу земледельцем, от одной реки переходит к другой.

Но мы бы долго не оставили пера, если бы захотели высказать все, что рождается в уме при чтении весьма занимательного второго тома трудов Уральской экспедиции. Одно только мы можем сказать под конец. Делать замечания на несовершенства книги, сопутствующие всякому труду человеческому, мы считаем излишним: в этой книге так много хорошего, что грех останавливаться над недостатками;

недостатки все видят легче, чем достоинства. Все хорошее так правильно и естественно, как здоровье, и мы его почти не замечаем, не чувствуем его благ. Укажите маленькую болезнь, не показавши здоровости всего организма, и вы легко возведете местное, частное явление до всеобщего расстройства, составите ложное понятие о силах и явлениях. Потому весьма часто указывать достоинства в тени недостатков гораздо полезнее, чем выставлять последние. Но не этим хотели мы кончить нашу статью; мы желали бы сделать намек на значение литературных произведений, подобных трудам Уральской экспедиции.

Путешествия, без сомнения, принадлежат к самым полезным отделам литературы: потому что, описывая действительность и в то же время перенося нас в отдаленные страны, они возбуждают все наши душевные силы, расширяют умственный горизонт и, знакомя нас с природою и людьми в их многоразличии, воздерживают нас от произвола в суждениях и взглядах на вещи; единовременно удовлетворяют благодетельному стремлению к иному — лучшему и постоянно удерживают на твердой почве фактов и наблюдений. Кому неизвестны все эти и многие другие достоинства путешествий; кто не знает, например, как полезен в детском возрасте Робинзон; кто не задумывался над путешествиями, например, тех героев-странствователей, которые бестрепетно, во имя науки, несли жизнь свою на жертву бурям и льдам в предполюсные страны; кто не увлекался такими путешествиями, как, например, путешествия Ковалевского, Гончарова, Боткина? От всякого литературного произведения требуют обыкновенно единства и целости; требуют, чтобы оно действовало на нравы, содержало более или менее важную идею общественную. Последнее требование вводится многими новыми критиками. При этих взглядах, путешествия могут назвать чем-то неполным, лишенным единства и плана, припишут им достоинство сырого, необработанного материала. Это будет ошибочно, по тому уже одному, что путешествия производят самое благодетельное влияние на людей всех возрастов и времен. Никто не сомневается, что для основательного знания нужна система; но одною ли системою мы научаемся? Не встречаем ли мы каждый день множество предметов, которые в одно время и расширяют круг наших понятий и возбуждают наши чувства и воображение? Неужели подобные влияния остаются бесплодными, не приумножают наших умственных богатств единственно потому, что они не приведены предварительно в известный порядок

и не изложены систематически? Что всего сильнее в нас, как не поступки бессознательные, привычки? А они рождаются всегда почти независимо от правильно распределенной умственной деятельности. Сколько вы ни говорите человеку, привыкшему делать что-либо худое, как бы он сам ни сознавал это, он не улучшится, пока будет думать только об одном этом. Вы должны возбудить в нем другую инстинктивную способность, должны развить другое бессознательное стремление — иначе не искорените первого, сколько о нем ни твердите. Прямейший путь есть действительно кратчайший, судя по соображениям нашего ума. Но плохо прилагать этот математический закон, относящийся до пространственных (механических) отношений, к миру явлений физических, а тем более к миру явлений нравственных. Вы хотите иметь селитру и имеете материалы, для того необходимые: азот, или селитрород и кислород в воздухе и кали в поташе. Но сделайте из них прямо селитру — вы будете миллионер, а мы еще не достигли этого и идем в деле получения окольным путем и не думаем, что из отсутствия прямой дороги можно думать об отсутствии всякого пути; даже не думаем, что будет когда-нибудь выгодно итти прямым путем. Можно прямым путем многое получить, но почти всегда этот путь неудобен, труден и неупотребим, ибо всегда есть другие удобнейшие окольные пути. Посмотрите, какими разнообразными окольными путями всегда и везде идут в деле наук и в жизни. Изучают историю для того, чтобы сделаться юристом или узнать современное; изучают древних классиков для того, чтобы понять настоящее состояние литературы; учатся астрономии, чтобы сделаться ботаником; служат в губернском месте для того, чтобы поступить в министерство, судятся в суде для того, чтобы получить свою украденную вещь, и т. д.

Вот почему мы так долго остановились на путешествии, которое служит предметом этого разбора. Мы вообще считаем путешествия одним из полезнейших источников живого знания: они заменяют нам собственный опыт, собственную наглядность и ставят нас лицом к лицу с такими предметами и вопросами, к которым приближает человека только жизнь и которые вырываются из круга систематического изучения.

Журнал министерства народного просвещения, 1857, часть XCIII, отд. VI, стр. 81—97.

Краткий учебник органической химии д-ра А. Штреккера, переведенный воспитанниками старших классов Технологического института, под руководством Е. Андреева. С. Петербург. 1856.

В настоящее время уже вполне поняли все значение естественных наук, как твердой опоры философских воззрений, как средства для улучшения внешнего быта, без чего не может развиваться образованность, как средства для укрепления и в жизни и в науке того образа действий, который называют индуктивною методою, руководимою взаимодействием явлений мира, мыслей и фактов. Поэтому приятно встречать нам каждую новость по части естествоведения, когда она является у нас в России. Недостаточное еще развитие у нас естественных наук заставляет желать и искать учебников. Некоторые предметы, как, например, астрономия и физика, имеют уже столь хорошие учебники, что они дают возможность узнать предмет и увлечься истинно хорошими сторонами его. Другие же естественные науки, как, например, ботаника и зоология, имеют столь плохих представителей в нашей литературе, что у нас весьма многие видят в названных науках либо только одни ревизские сказки мира, лишенного мысли, либо представляют их себе чем-то легким, каким-то приятным разговором с природою. Химии посчастливилось в последнее время. Давно ли мы имели почти только одну химию Гесса, по которой начало учиться все современное поколение русских химиков, а в настоящее время у нас уже порядочное собрание учебников этого предмета. Вспомним химию Шмидта, техническую химию Ильенкова, переводы популярной химии Штекгарда, два (ныне даже вышло начало третьего, исправленного издания) издания неорганической химии Реньо в переводе Егорова, перевод аналитической химии Розе,

техническую химию Ходнева, начало перевода химии Лемана, и мы уже будем видеть, что есть по чему учиться химии. Если мы прибавим сюда несколько переводов писем Либиха, диссертации на ученые степени, например г-на Ходнева (о соединении органической и неорганической химии), г-на Бекетова (о явлениях сочетания) и других, то найдем, что мы имеем уже начало довольно разнообразной химической литературы. Теперь перед нами еще один учебник химии — перевод органической химии Штреккера. Как одна из первых книг, содержащая описание многих органических соединений, как сборник довольно большого числа фактов и как труд воспитанников учебного заведения — этот перевод есть важное приобретение для нас, и многие будут весьма благодарны г-ну Андрееву, руководившему этими переводами. Как много значит существование учебников и руководства по какой-либо науке, можно видеть из того, что говорит об этом г. Умов, изобретший новое горизонтальное водяное колесо,[1] будучи знаком с практической механикой только по русским руководствам. Тем важнее появление руководства органической химии, что в настоящее время вся химия (а важное значение и современный интерес ее никто, вероятно, и отвергать не станет) получила совершенно другое направление, после того, как усилия нового времени, и особенно Лорана и Жерара, столь рано похищенных смертью, тесно связали явления органической химии с явлениями химии неорганической и придали всей науке совершенно иное направление. В отношении современности, химия, избранная для рассматриваемого перевода, не вполне удовлетворительна, например, хотя бы в сравнении с химиею Каура (Leçons de chimie générale élémentaire, professées à l'école générale des arts et manufactures, par M. Auguste Cahours. 2 t., Paris, 1855 et 1856). Это, впрочем, понятно по тому пристрастию, какое питает большая часть немецких ученых к бывшим светилам науки. Автор не хотел быстро изменить многие из старых понятий; он хотел итти путем хотя медленным, и действительно ложным, но верно ведущим к успеху, и с умеренностью смешал и связал новое со старым. Примеров тому очень много. Сравните понятие о двуосновных кислотах, высказанное на 98 стр.:

«Дву- и трехосновные кислоты отличаются от одноосновных большею склонностью к образованию кислых и двойных

---

[1] Умов, Горизонтальное водяное колесо. Казань, 1855. Русский вестник, 1856, V, летопись, стр. 129.

солей. Поэтому одноосновная кислота образует обыкновенно один ряд солей, двуосновная — два ряда, а трехосновная — три ряда солей...». Стр. 99: «Только дву- и многоосновные кислоты дают кислые соединения амида и эфира».

Эти понятия, хотя были отрывочно высказаны довольно давно, но только в новое время получили, чрез труды Жерара, право гражданства в науке, подобно тому, например, как теория движения земли получила место в науке только после Коперника, хотя и в древнем мире была уже выражена мысль подобного рода. Итак, мы выписали понятие нового учения. По этим-то понятиям кислоты серная, угольная, щавелевая суть двуосновные как потому, что легко образуют двойные и кислые соли, так особенно потому, что они образуют, кроме средних, еще и кислые эфиры или винные кислоты. Но во всем руководстве, где выражено это определение основности кислот, ни угольная, ни серная кислоты не считаются двуосновными, и по старому мнению причисляются к одноосновным. Оттого и могла явиться на 186-й странице фраза столь несовременная:

«(Мефилевые кислоты). Они содержат на 1 пай окиси мефиля 2 или более паев кислоты и могут быть рассматриваемы как соединения средних солей (эфиров) окиси мефиля с водной кислотой. Это, следовательно, сочетанные или парные кислоты, в которых свободная кислота сохраняет свою способность насыщения». А между тем это просто первые степени мефилевого замещения многоосновных кислот.

Впрочем, и понятие, данное на 98-й странице об одно- и двуосновных кислотах, весьма неполно и не вполне современно, потому особенно, что основность главным образом познается по объему паров соответствующих соединений (в равных объемах хлористых соединений двуосновных радикалов вдвое более хлора, чем у соответствующих соединений одноосновного радикала), а об этом автор вовсе не упоминает.

Точно такую же смесь понятий старого и нового времени встречаем мы и в объяснении строения органических летучих оснований и амидов кислот. Первые подведены под теорию аммиака, т. е. объяснены как аммиак, в котором 1, 2 или 3 пая водорода замещены радикалом алкооля или подобного соединения. Соединения этих алкалоидов подведены по этой теории под тип аммония, в котором 1, 2, 3 или 4 пая водорода замещены сложным радикалом. Здесь ни слова не говорится о том, что эти соединения можно рассматривать по теории амидов; например, что эфильамин есть окись эфиля или эфира, в котором пай кислорода заме-

щен амидом. Напротив того, при объяснении строения амидов кислот вовсе не говорится о том, что их должно рассматривать как аммиак, в котором 1, 2 или 3 пая водорода замещены радикалом кислоты, а упоминается только о том, что эти амиды можно рассматривать как кислоты, в которых пай кислорода замещен амидом (стр. 271 и 331). Потому строение тел, столь сходственных, как летучие алкалоиды и амиды кислот, не подведено под одну общую теорию, — хотя на стр. 334 прямо говорится:

«Бензойный амид образуется из хлористого бензоина таким же образом, как и мефилевый аммиак (мефильамин) из хлористого мефиля». И тут же далее, говоря об амидах кислот, автор пишет:

«Поэтому различие между этими амидами и органическими основаниями (например, эфильамином и другими) заключается не в составе их, а скорее в различии радикалов»...

Здесь высказанная кстати истина ясно показывает, что автор имел какие-нибудь особенные причины дать вначале для обоих родов тел две различные теории и уверять в том различии, которое опровергает сам на последующих страницах. Этот способ раскрытия истины, может быть, необходим был автору для его местных целей, где нужно было бороться с готовыми уже понятиями; но у нас кажется нам весьма излишним всякое затемнение истины: у нас ее можно говорить прямо, даже и не упоминая и не опровергая старого способа воззрения, потому что некому вооружаться старыми понятиями противу новых и живых. Обыкновенно говорят, что нет возможности излагать новые взгляды во всей их чистоте, особенно в учебнике, потому что тогда нельзя будет научившемуся от нас читать большую часть книг по этому предмету, ибо они писаны в смысле старых теорий. Мы этому не верим. Каждый, кто возьмет и станет читать какой-либо учебник, будет желать или познакомиться чрез него с наукою или начать изучение науки. Первому вы не захотите дать старых воззрений и старых фактов, потому что он, вероятно, ограничится вашею книгою. Если вы второго познакомите со старым образом мыслей, то ему, когда он будет итти далее, нужно будет употребить немало трудов, чтоб узнать новое и переменить образовавшееся уже мнение. Если вы познакомите читателя, желающего заняться вашею наукою, прямо со всем новым, во всей его целости и полноте, то тут он будет гораздо в большей выгоде, чем прежде. Когда он возьмет после вашей книги другую, с устарелыми воззрениями, то ему нужно будет

некоторое усилие вникнуть в образ тогдашнего мышления, но это усилие гораздо меньше того, которое он должен бы был употребить для знакомства с новым. От более совершенного немудрено итти обратно. Дайте теперь ученику нашего времени, знакомому с химией, сочинения Фуркруа или Бертолле, он почти все поймет там; но сколько труда должен был бы употребить научившийся по химии Штреккера для того, чтоб понять сущность работ Бертело о соединениях глицерина и маннита или чтоб оценить работы Вурца о двуосновных алкоолях. Ученик новой химии не скоро поймет записки алхимика, потому что они писаны не нашим языком, с другою терминологиею. Но все новое учение унитарной химии весьма легко изложить, удерживая старые термины, старые паи Берцелиуса и большую часть старых формул. Современные понятия требуют, чтобы все тела, известные в парообразном состоянии, были изображены так, чтоб их объем был одинаковый. А в руководстве Штреккера, как и прежде, все еще эфир обозначен EtO, безводная уксусная кислота $C^4H^3O^3$, углекислая окись эфиля EtO, CO^2, вода HO, несмотря на то, что спирт обозначен EtO, HO, уксусная кислота $C^4H^3O^3$, HO, углевинная кислота HO,EtO, $2CO^2$, хлористый эфиль EtCl. Первые в парообразном состоянии занимают 2 объема (если объем пая кислорода примем за единицу), а вторые — 4 объема. Удвоивши формулу первых, достигнем бо́льшего однообразия, а главное — поймем образование кислых солей, образование эфиров, открытых Виллиамсоном (стр. 233), и строение и способ образования безводных одноосновных кислот и самого эфира, который, без сомнения, есть алкооль, в котором водород замещен эфилем. Правильнее или, по крайней мере, проще употреблять одни только двуобъемные формулы, но четырехобъемные предпочтительнее потому, что при употреблении их нет нужды в изменении берцелиусовых паев; только одновременное употребление тех и других не может быть оправдано в настоящее время. Едва ли кто-либо затруднится увидать в H^2O^2 обозначение воды, которую прежде обозначали HO, особенно, когда вы объясните ему, почему должно употреблять подобное обозначение.

Отсутствие единства в формулах есть важный недостаток рассматриваемого учебника против современности. Он, в этом отношении, во многих местах довольно неудовлетворителен. Автор, исчисливший множество весьма незамечательных соединений, счел нужным упомянуть (стр. 114) о двухлорокиси алдегидного радикала и о треххлористом его соеди-

нении, но не упоминает вовсе о хлористом ацетиле $C^4H^3O^2$,Cl. Строение соединений глицерина вовсе не объяснено, хотя анализы Шевреля, превосходные синтетические исследования Бертело и теоретические замечания Вурца показали, что глицерин и все его соединения заключают особый радикал, способный образовать с кислотами соединения, подобные эфилевым (т. е. из алкооля и кислоты выделяется вода и образуется эфир, так же и для соединения глицерина), но радикал, относящийся к эфилю так, как радикал фосфорной кислоты относится к радикалу одноосновных кислот (т. е. радикал глицерина есть трехосновный). Мы зашли бы далеко, если б стали исчислять все пропуски и несовременные явления в химии Штреккера, столь богатой, даже до излишества (в учебнике), фактами. Г-н Андреев старался, с своей стороны, исправить некоторые несовершенства оригинала. Это делает он в особых примечаниях. Так, автор не объяснил значения кислородных радикалов, и только для бензойнокислых соединений привел способ изъяснения их состава, не только посредством радикала $C^{14}H^5$, но и посредством радикала $C^{14}H^5O^2$; но г. Андреев в примечании на стр. 139 упоминает и о том, что в алдегиде и уксусной кислоте можно признать кислородный радикал $C^4H^8O^2$.

Один из важных недостатков учебника Штреккера есть резкость положений и законов, не свойственная естественным наукам. Только в науках чисто отвлеченных — в логике и математике — возможны и существуют неизменные законы, формулы полной точности. С того времени, как введением естественной системы (вместо искусственной) значительно подвинули вперед все науки о природе, стало понятным, что логически простое деление вовсе не согласно с природою, где ни в чем нет резких границ. Штреккер не старался провести подобной идеи в своем учебнике, а это легко было сделать, идя вслед за Жераром. Штреккер главным образом занимается описанием отличия и признаков тел, и, представляя бо́льшую часть обобщений на долю читателя, не старается показать сходства, постепенности. Только в немногих случаях, рассматривая известную группу тел, он описывает их общие свойства, но редко связывает сходные тела различных групп. Все тела расположены по следующим отделам:

I. Азотистые радикалы и их соединения (синерод, меллан).

II. Безазотные кислотные радикалы и их соединения (например жирные, бензойная, янтарная и другие кислоты).

III. Алкооли и их изменения.
IV. Органические основания (какодиль, алкалоиды и т. п.).
V. Амидные соединения.
VI. Водоуглероды (клетчатка, сахар и др.).
VII. Студенистые вещества.
VIII. Сахароватые вещества (дубильная кислота, салицин и др.).
IX. Красильные вещества.
X. Средние кристаллические вещества (маннит, сорбин и др.).
XI. Эфирные масла.
XII. Смолы, бальзамы.
XIII. Животные вещества.

Сущность этой системы может быть выражена так: хорошо изученное — сначала, плохо изученное — в конец; вместе соединить то, что имеет один или несколько сходных признаков. Система, совершенно лишенная естественности. Глицерин причислен к алкоолям, маннит — к X группе средних кристаллических веществ, сахар — к V группе, а между тем в этих веществах гораздо более взаимного сходства, чем в какодиле и алкалоидах паслена, чем в скипидаре и горчичном масле, которые стоят в одной группе. Штреккер забыл, что в искусственной системе должно быть начало деления, а его нет в вышеприведенной системе, в естественной же системе должно руководствоваться драгоценным началом, выставленным как эпиграф в исследованиях г-на Брандта о грызунах: ubi plurima nitent. Вы, может быть, подумаете, что в рассматриваемом руководстве принята во внимание последовательность, при какой ученик может легче всего познакомиться со столь разнообразными телами, как органические. Но и эта система, столь счастливо выполненная в руководстве Шлоссбергера, здесь вовсе не имеет места. О клетчатке говорится на стр. 336, о сахаре — на стр. 361, об алкооле — на 185, об алдегиде — на 112 и об уксусной кислоте — на 104.

Все это делает учебник Штреккера весьма неудовлетворительным как для начинающего, так и для справок. Первый недостаток важнее, потому что вся книга назначена для начинающих и названа учебником. И мы уверены, что многие начинающие сами отыщут иные недостатки в данном руководстве, предполагая, что они уже знакомы с неорганической химиею. Начинающий, встретив на стр. 44, в начале статьи «Сходственные ряды», следующую фразу: «Известно, что неорганические тела, сходные по составу, сходны

и в свойствах», вероятно, скажет, что это ему не известно; что ему известно только то, что в неорганической химии из сходства по свойствам часто заключают о сходстве по составу, а не обратно; что окись серебра и сюрьмы, углекислота и окись олова, окись меди и калия, азотистая и серная кислоты и многие другие, при сходстве в составе, имеют гораздо менее сходства в свойствах. чем глинозем и кремнезем, закись ртути и окись серебра, борная и фосфорная кислоты, состав которых выражается различными формулами. На стр. 40 начинающий встретит фразу: «железистосинерод представляет такой парный радикал, который соединяется с другими элементами, подобно синероду в отдельном виде»; а на стр. 77 и 82 узнает, что на деле бывает не так, что синерод соединяется с 1 паем калия, натрия, ртути и др., а что железистосинерод соединяется с 2 паями. Начинающий, узнав на стр. 40 и 87, что в сернистосинеродистом калии и в горчичном масле признают особый сочетанный радикал — родан или сернистый синерод, весьма будет удивлен, узнавши на стр. 218, что в меркаптане и в меркаптидах не признают особого сочетанного радикала — сернистоэфиля. Действительно, ртутный меркаптид есть $Hg + EtS^2$, а роданистая ртуть $Hg + CyS^2$, притом радикал CyS^2 неизвестен в отдельном виде, а EtS^2 известен и образует двусернистый эфиль. Дело в том, что в родановых соединениях нет никакой нужды признавать сочетанного радикала, подобно тому, как нет нужды признавать в азотнокислых соединениях радикала NO^6. Родановые соединения соответствуют синеродистокислым соединениям, в которых кислород замещен серою. Синеродистокислое кали есть KOCyO, а родановое кали KS, CyS. Если вы в последнем признаете радикал CyS^2, то невольно спросишь: отчего же в первом не признаете радикала CyO^2? На стр. 46 начинающий встречает: «Наблюдение открыло то важное обстоятельство, что точка кипения сходственных тел поднимается на $19 \times n$ при всяком увеличении химической формулы (состава) на $C^{2n}H^{2n}$». На стр. 216 видим, вместе с начинающим, что точка кипения хлористого эфиля $= +12.5°$ (11° по Коппу), а на стр. 232, что хлористый амиль кипит при 100° (102° по Коппу). Разность состава есть C^6H^6, т. е. $n = 3$. По правилу, высказанному на стр. 46, думаем, что разность температур кипения будет: $n \times 19° = 3 \times 19° = 57°$, но в действительности видим разность $87.5° = 3 \times 29.2°$ (по Коппу $91° = 3 \times 30.3°$). Наблюдая другие соответствующие соединения, упомянутые в книге Штреккера, тот же внимательный

начинающий найдет, что не всегда и не везде разность в составе на $C^{2n}H^{2n}$ определяет разность в точке кипения на $n \times 19°$. Он же найдет и много других для него странных явлений. Так, на стр. 224 он узнает, что жидкость голландских химиков имеет удельный вес 1.280 и кипит при 84.5°, а на следующей, 225-й странице видит, что то же тело имеет удельный вес 1.256 и кипит при 82.5° (в подлиннике 82°, но между значительным числом опечаток находим поправку 82.5°). Очевидно, что автор взял показания из различных источников. Число 1.280 (собственно 1.2803) найдено Пьерром и показывает удельный вес при 0°, а удельный вес 1.256 наблюден Реньо при 12°. Точка кипения 82.5° наблюдена Реньо при давлении 756 мм, а 84.5° (или собственно 85°) нашел Дюма при давлении 770 мм. Если не желаете входить во все подобные подробности, не сбивайте вашего ученика: или держитесь одного источника, который считаете более верным, или дайте средний вывод, при котором не входите в точные подробности, ненужные для учебника, а представьте только крупные и несомненные данные. Скажите, например, что удельный вес жидкости голландских химиков при обыкновенной температуре 1.25, а точка кипения 85°.

Все вышепоказанное и все, что найдет внимательный читатель в книге Штреккера, показывает, что автор, избегая нового (казалось ли оно ему не научным или только он старался угодить своим читателям — решить трудно), в то же время крепко держался старого, уже опровергнутого новым. Мы бы еще поняли и сочувствовали автору, мы бы даже постарались дать его руководству особенно важное значение, если бы, избегая нового, не вполне всеми признанного, автор изгнал бы и старое, лишенное истинности по новым исследованиям, словом — если бы автор лишил свою книгу теоретического интереса и сумел бы дельным, не сбивчивым изложением фактов заставить самого читателя притти к верным выводам. Но если, кроме фактов, он вводит где-нибудь и философскую часть науки, то мы в праве от него требовать современности. Это особенно важно для учебника. Без определенного философского воззрения на науку можно составить прекрасное руководство (Handbuch), но весьма трудно или даже почти невозможно составить такой учебник (Lehrbuch), который бы достигал своей цели. В учебнике, по нашему мнению, чем меньше фактов служит для большего числа последовательных и верных выводов, тем лучше. Вся масса предлагаемых сведений должна связываться

немногими ясными идеями; иначе не привыкнет ум учащегося к обобщениям, не будет иметь стремлений и целей, пропадет в мелочности, словом — не вынесет образования, которое, между прочим, и состоит в постоянном памятовании и извлечении сущности из ряда явлений и фактов. Все равно, выведете ли вы эти истины в конце учебника или в какой-либо части его, т. е. будете держаться аналитической методы, или, следуя синтетической методе, приведете фактическую часть как следствие или доказательство высказанных истин, или если вы так поведете дело, что выводы сами будут проситься в голову читателя или ученика — во всяком случае, должны всегда помнить эти истины, иначе ваш учебник не будет содействовать развитию, или, выражаясь словами немецких педагогов, разовьет только материальную, а не формальную часть способностей ученика.

Все это, без сомнения, относится не к переводу, а к самому подлиннику рассматриваемой книги, и во всяком случае не к переводчикам, которых должно благодарить уже за то, что они с чем-нибудь знакомят нашу публику. Только жаль, что для одного из первых знакомств избрано такое сочинение, которое не одушевляет начинающего любовью к науке. О самом переводе, деле трудном и многосложном, мы можем сказать, что он большею частью точен и прост, как того и требует предмет. Впрочем, не всегда можно сказать и это. Так, все начало введения, неясное и в самом подлиннике, в переводе вышло еще более неясным и отчасти ошибочным, что может видеть сам читатель (стр. 1):

«Органическая химия рассматривает вещества, встречаемые в растениях и животных (отчего же, спросит ученик, здесь нет ни слова о воде, углекислой извести, фосфорной кислоте и др.), также и получаемые из них продукты, если они представляют еще некоторое сходство с телами, от которых произошли (хинон не должен быть причислен сюда, ибо не походит на хинную кислоту, из которой происходит; а также и синее индиго, потому что не походит на белое). Свойства этих тел (не всех ли тел?) таковы, что можно составить непрерывный ряд переходных веществ, от самых сложных растительных и животных до простейших неорганических, и каждый член такого ряда будет некоторыми сторонами своими сходен с предыдущим и последующим (Штреккеру не известно, что линейная система расположения неестественна и невозможна); от этого, естественно, определение границ между веществами органическими и неорганическими зависит от произвола каждого химика. (Не пока-

завши характерных и несомненно органических тел, автор может заставить подумать, что спирт может быть отнесен каким-нибудь химиком, по его произволу, к неорганическим телам, а также и уксусная кислота, ибо граница есть дело произвола. Должно было бы по крайней мере указать пределы, между которыми может изменяться граница и тоже не по произволу, а по взгляду на предмет). Мы в самом деле находим разногласие в мнениях об этой границе, так что тело, которое близко к ней (всякое близко, потому что граница зависит от произвола, по словам автора), причисляется одними к телам органическим, а другими — к неорганическим; само собою разумеется, что такого разногласия нет относительно тел, стоящих выше (а относительно тел, стоящих ниже? которые же выше? Автор обратил первое внимание ученика на пустяки, на фразу, на дело, которое не касается науки, и запутал уже понятие в самом начале, не разрешая его в конце. Нам кажется все сказанное до сих пор совершенно излишним).

«Все органические соединения содержат в числе составных частей своих углерод (не лучше ли и проще вместе с Жераром сказать, что органическая химия есть химия углеродных соединений?); но соединение его с прочими элементами органического соединения не непосредственно (мы этого совершенно не понимаем и едва ли поймет и начинающий): он образует сначала с одним или несколькими веществами сложное тело, играющее роль элемента и имеющее свойство соединяться с другими элементами; такая ближайшая, непосредственная (?) составная часть получила от этого название *сложного радикала*. (Значит, эфир есть радикал, ибо есть ближайшая составная часть уксусного и тому подобных других эфиров, безводная уксусная кислота также есть радикал, окись калия также). Таким образом, в неорганических телах один элемент соединяется с другим, и образующееся соединение может опять соединяться с соответствующим ему сложным соединением (отчего же не признать и их как сложные радикалы?); напротив (этого подлинник не говорит и дело вовсе не показывает), в телах органических заключающийся в них сложный радикал имеет свойство соединяться с отдельными элементами, но не с соединениями высшего порядка».

Едва ли из этого получит ученик какое-либо понятие о радикале; даже то, что слышал он в неорганической химии, и что говорится на стр. 243, совершенно будет затемнено этим определением органического радикала.

Не считая уместным исчислять еще некоторые погрешности перевода и многие недосмотры издания, перейдем лучше к терминологии, употребленной в предлагаемом учебнике. Не говоря вообще о важности терминологии, особенно для учебника, не касаясь общих начал химической терминологии, особенно на русском языке, мы сделаем только немногие замечания, общие и частные, по этому предмету. Легче всего дать терминологию, сообразную с известною принятою нами общею теориею. Признавая дуалистическую теорию, мы имеем превосходную терминологию. Признавши теории замещений и жерарову, мы легко можем получить весьма простую терминологию: стоит только дать название типам и радикалам. Типы Жерара, как известно, суть: свободный радикал или металл R^2, окись его R^2O^2, хлористое соединение RCl и азотистые соединения: первоамид NRHH, второамид NRRH и триамид NRRR. Для водорода первый тип есть водородо-водород, или просто водород, второй — окись его, или вода, третий — хлористый водород и четвертый — азотистый трехводород, или аммиак. Для эфиля по типу металла образованы: эфиль, или эфилеэфиль $C^8H^{10} = C^4H^5$, C^4H^5; амилеэфиль C^4H^5, $C^{10}H^{11}$; водородоэфиль C^4H^5, H; ацетилеэфиль $C^4H^3O^2$, C^4H^5, и др. По второму типу образованы: окись эфиля, или эфир (C^4H^5) (C^4H^5), O^2; окись амиля и эфиля $(C^{10}H^{11})$ (C^4H^5) O^2 (Виллиамсона); окись эфиля и водорода, или алкоголь $(C^4H^5)H$, O^2; окись ацетиля и эфиля, или уксусный эфир (C^4H^5) $(C^4H^3O^2)$, O^2, и т. д. По типу хлористых соединений — хлористый эфиль $(C^4H^5)Cl$, иодистый $(C^4H^5)J$, и т. д. По четвертому типу эфиль образует: азотистый триэфиль, или триэфильамин $N(C^4H^5)^3$ (или трехэфилевый аммиак; по терминологии рассматриваемого руководства (стр. 83) — азотистый двуэфиль и водород, или диэфильамид $N(C^4H^5)^2, H$ (двуэфилевый аммиак, стр. 281); азотистый эфиль, мефиль и водород, или мефильэфильамин $N(C^4H^5)$ $(C^2H^3)H$; азотистый эфиль, ацетиль и водород, или эфиль-ацетамид $N(C^4H^5) \cdot (C^4H^3O^2)H$; азотистый двуводород и эфиль, или первоамид эфиля, или эфильамин (эфилевый аммиак, стр. 279). $N(C^4H^5)H^2$, и т. д. Для двуосновных радикалов R′ существуют некоторые видоизменения первых четырех типов: двуокись $R'O^2$, $R^2O^2 = R'R^2, O^4$ двухлористое соединение RCl^2 и двуазотистые $N^2R'H^2H^2$, и др. Например, двухлористый эфилен, или жидкость голландских химиков (C^4H^4), Cl^2; двуокись эфилена и двуацетиля (C^4H^4) $(C^4H^3O^2)^2$ O^4, или двуацетилевый гликоль, открытый в прошлом (1856) г. Вурцем; двуокись эфилена и двуводорода, или гликоль

$(C^4H^4)H^2$, O^4; двуазотистый сульфуриль, двуфениль и двуводород, или сульфанилид $N^2(S^2O^4)\cdot(C^{12}H^5)^2H^2$; двуокись карбонила и двуэфиля, или углекислая окись эфиля $(C^2O^2)(C^4H^5)^2$, O^4, и т. д. Принимая столь определенную теорию, какова теория Жерара, было бы легко образовать точную терминологию, ею можно было бы выразить и то мнение, которое ясно высказал Жерар в своих последних предсмертных трудах:[1] одно и то же тело может иметь несколько рациональных формул, а следовательно, и терминов. Так алдегид можно рассматривать или как тело типа R^2, т. е. водородоацетиль $C^4H^3O^2$, H, или как тело типа окисей, т. е. как окись алдегидиля (или прежнего ацетиля (C^4H^3) и водорода $(C^4H^3)H$, O^2. Точно так же сернистую кислоту можно рассматривать или как окись радикала сернистокислых солей S^2O^2,O^2, или как радикал сернокислых солей S^2O^4.

Словом, имея ясную теорию, мы всегда можем составить ясную номенклатуру и терминологию: когда этого нет, то наша терминология не пособит изучению, а только затруднит его. В предлагаемом учебнике особенно темна терминология хлорных соединений. Укажем несколько примеров: хлористый хлорноацетиль, выражаясь в смысле жераровой теории и причисляя этот продукт разложения хлорноэфира вместе с Штреккером к ацетилевым соединениям $C^4Cl^3O^2$, Cl, в предлагаемом руководстве назван (на стр. V предисловия) *треххлорноацетилевою хлорнокислотою*, в том смысле, что это есть безводная уксусная кислота, в которой и водород, и часть кислорода замещены хлором. Но этот термин не обозначает того, что желают выразить: потому, во-первых, что ацетилевою, или уксусною кислотою в самом учебнике названа водная кислота $C^4H^4O^4$, а не безводная $C^4H^3O^3$, и во-вторых, потому что в термине не выражено, сколько паев кислорода замещено хлором. Поэтому соединения $C^4Cl^3(O^2Cl)$ и $C^4Cl^3(OCl^2)$, должны получить одинаковые названия. На стр. 221 тот же хлористый хлорноацетиль назван *хлористой окисью треххлорного ацетиля*. Но по терминологии, принятой в рассматриваемом учебнике, окисью треххлорного ацетиля назван C^4Cl^3O, а не $C^4Cl^3O^2$, что видно из того, что (стр. 116) хлораль назван водной окисью трехлорного ацетиля, а потому несомненно, что где-нибудь принятая терминология погрешила. Названное выше тело могло получить название гораздо более ясное, например

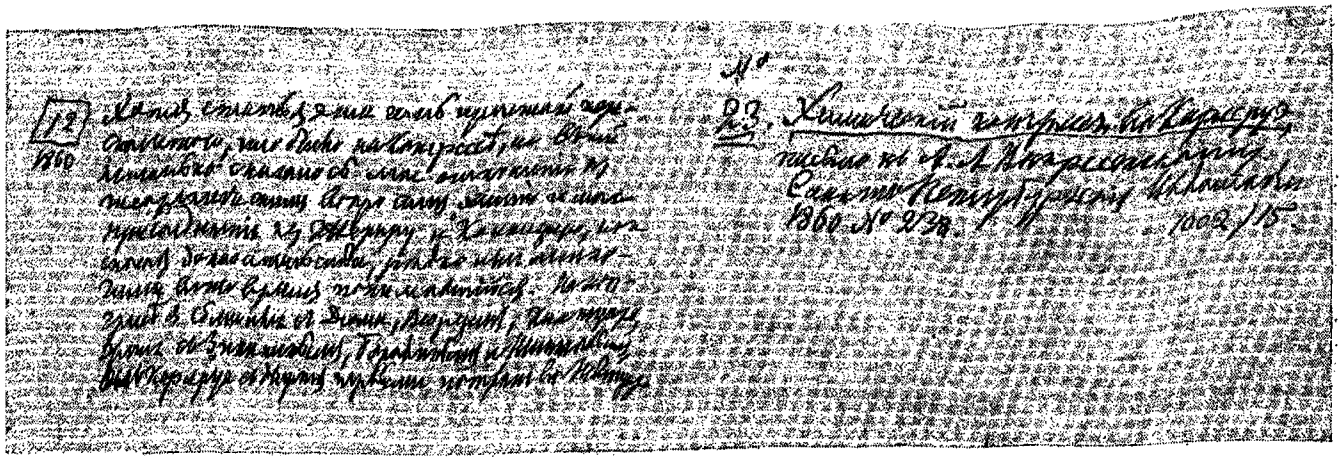
[1] Gerhardt, Traité de chimie organique. Paris, 12 livraison, IV, Quatrième partie, Généralités, p. 576; Ann. chim. et phys., 1856 (3),

хлорноалдегид, ибо этим мы обозначим, что это тело есть алдегид, в котором весь водород замещен хлором; мы могли бы также назвать его хлордвуокисью хлорноацетиля, означивши чрез это, что в данном теле есть ацетиль, в котором весь водород замещен хлором, и этот производный радикал соединен с хлором и 2 паями кислорода. Тогда мы могли бы назвать алдегид водною окисью ацетиля, а уксусную кислоту — водною трехокисью ацетиля. Тогда соединение $C^4H^3OCl^2$, названное в руководстве (стр. V предисловия) ацетилевой хлорнокислотой и (стр. 114) двухлористою ацетилевою кислотою, могло бы быть названо двухлорокисью ацетиля. Название хлорокись (oxychlorid) довольно характерно и кратко. Так, треххлористый фосфориль PO^2,Cl^3 можно назвать треххлорокисью фосфора, двухлористый хромил CrO,Cl^2 — двухлорокисью хрома и т. д.

В переводе химии Штреккера на стр. 102 формилем назван радикал C^2H, а на стр. 103 хлороформ C^2HCl^3 назван хлористым формилем вместо треххлористого формиля. Последний термин мы составили потому, что на стр. 113 соединение $C^4H^3Cl^3$ названо треххлористым ацетилем, а не просто хлористым ацетилем. Притом хлороформ удобнее рассматривать как хлористый мефиль C^2H^3, Cl, в котором хлор замещает 2 пая водорода, и назвать хлористым двухлоромефилем (см. стр. 195).

На стр. 141 соединение $Cl^{14}H^5O^2$, Cl названо хлористым бензоилом; т. е. бензоилом назван радикал $C^{14}H^5O^2$, а на стр. 139 и стр. 136 и 137 горькоминдальное масло названо в одно и то же время водною окисью бензоила и водородобензоилом; потому и радикал $C^{14}H^5$ (стр. 136) назван бензоилом. В учебнике не мешает, кажется нам, держаться одного какого-нибудь названия для данного тела. Но в переводе химии Штреккера многие тела, кроме приведенных уже нами, получили двоякое название. Так, уксусная кислота в весьма многих местах (например стр. 111, 112) называется ацетилевою кислотою, несмотря на то, что в предисловии, на стр. IV, сказано: «в тех случаях, когда название вещества взято от предмета, который имеет русское название, оно и в нашем переводе получило русское имя; таковы, например, названия кислот борцевой, пробковой и др.». Вероятно, в том числе заключалась и уксусная кислота, потому что тело уксус «имеет русское название». Названия «тминное масло», «рутовое масло» (стр. 466), «масло римской ромашки» (стр. 467), «горькоминдальное масло» (стр. 139) и другие, по правилу, данному на стр. IV предисловия, переведены

на русский язык; но названия «Benzöl» (стр. 140), «Furfurŏl» (стр. 468), «Fucusŏl» (стр. 469) переданы в виде немецких слов — «бензоль«, «фурфуроль» и «фукусоль», хотя слова «бензоя», «отруби», «водоросль» и «масло» не только существуют на русском языке, но даже и употребляются в учебнике. Прибавим к этому, что для хлорных замещений г. Андреев выбрал весьма неудобную терминологию. По ней (стр. V предисловия): «В случае замещения название вмещаемого элемента или соединения получило окончание *-вой, -ный, -вый*, и часто слито в одно слово с именем неизменного тела». Потому продукты замещения в хлористом эфиле должны быть названы: «хлористый однохлорный эфиль», «хлористый двухлорный эфиль», и т. д. (смотри для примера стр. 195). Нам кажется гораздо более удобным называть хлористые замещения *хлоро-* и *хлорно-*. Это гораздо короче и прямо отличает хлористое соединение и *хлоро*-соединение. Словом *хлористый* мы прекрасно передаем французское chlorure; и то, и другое ставится в начале слова. Словом *хлоро-* мы с удобностью переведем французское chloré, двухлоро-bichloré, трихлоро-trichloré, и т. д. Слово *хлорно-* мы предлагаем употреблять вместо французского perchloré. Итак, продукты замещения в хлористом эфиле C^4H^5,Cl будут: хлористый хлороэфиль C^4H^4Cl, Cl; хлористый двухлороэфиль $C^4H^3Cl^2$, Cl; хлористый трихлороэфиль $C^4H^2Cl^3$,Cl; хлористый четырехлороэфиль C^4HCl^4, Cl и, наконец, хлористый хлорноэфиль C^4Cl^5, Cl. Таким образом, продукты действия хлора на бензойную кислоту (стр. 138) будут хлоробензойная кислота (в учебнике она названа хлоробензойная, вместо хлорная бензойная кислота, как требует вышеприведенное правило г-на Андреева) и двухлоробензойная кислоты. $C^4H^3ClO^4$ есть водная хлороуксусная кислота, $C^4H^2Cl^2O^4$ есть водная двухлороуксусная кислота и $C^4HCl^3O^4$ есть водная хлорноуксусная кислота. Мы бы желали еще более сказать о русской терминологии, но и без того объем нашей статьи вышел гораздо более того, каким мы желали его сделать. В заключение позволим себе еще раз порадоваться началу оживления нашей литературы, относящейся к химии, и позволим себе от лица читателей поблагодарить г.г. переводчиков и г-на Андреева за рассмотренное нами руководство (мы не смеем назвать его учебником). Оно во всяком случае важно тем, что дает возможность учиться, а это для нас, русских, без сомнения, теперь важнее всего.



№
23. Химический конгресс в Карлсруэ, письмо к А. А. Воскресенскому. Санкт-Петербургские ведомости 1860 № 238.
1002/15.

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 и 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.

Санкт-Петербургские Ведомости,
№ 238, 2 ноября 1860 г.

ХИМИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС В КАРЛСРУЭ

(Письмо к А. А. Воскресенскому)

Химический конгресс, только что окончившийся в Карлсруэ, составляет столь замечательное явление в истории нашей науки, что я считаю обязанностью хотя в кратких словах описать вам заседания конгресса и результаты, до которых он достиг.

Существенным поводом к созванию международного химического конгресса служило желание уяснить и, если возможно, согласить основные разноречия, существующие между последователями разных химических школ. Сначала г. Кекуле предложил было для разрешения многие вопросы: вопрос о различии частицы, атома и эквивалента; вопрос о величинах атомического веса, т. е. — принять ли паи Жерара или паи Берцелиуса, измененные впоследствии Либихом и Погендорфом, а ныне принимаемые большинством; далее — вопрос о формулах и даже, наконец, о тех силах, какие, при современном состоянии науки, надобно считать причиною химических явлений. Но в первом же заседании, бывшем 3 сентября (н. ст.), собрание нашло невозможным в короткое время уяснить такое большое число вопросов и потому решилось остановиться только на первых двух. Это заседание было открыто вступительною речью г-на Вельцина, профессора известной политехнической школы в Карлсруэ. Президентом выбрали было Бунзена, но он отказался, говоря, что слабость слуха мешает ему надлежащим образом исполнять эту обязанность. Потом президентом, на этот день, был избран сам хозяин, Вельцин, а на следующий — Буссенго. Были назначены также секретари, по одному из четырех наций, имевших наибольшее число представителей: из французов — Вурц, из немцев — Штреккер, из англичан — Роско и из русских — Шишков. Пятым

секретарем был выбран Кекуле, как подавший один из первых, по общему мнению, самую мысль о конгрессе.

Кекуле изложил сущность вопросов, составляющих предмет разноречий. После долгих прений, собрание решило составить комитет, человек из 30,[1] с тем чтобы они определили, в какой форме предложить вопросы на вотирование в конгрессе. Комитет, в котором из русских были Зинин, Шишков и я, собрался тотчас по окончании первого заседания. Комитет скоро пришел к убеждению, что вся сущность разноречий сосредоточивается в различии между понятием частицы и понятием атома. Как скоро признается это различие, тотчас и допускается то удвоение формулы, которое составляет предмет несогласий в практике науки. Так, например, водород, вода, серная кислота обыкновенно изображаются H, HO, HSO^4, причем разумеются их атомы; новая же школа пишет их H^2, H^2O^2, $H^2S^2O^8$, причем разумеются их частицы. Поэтому единогласно было решено первый вопрос для вотирования в конгрессе предложить таким образом: желает ли большинство допустить различие между атомами и частицами?

При рассуждении об эквивалентах пришлось совершенно отказаться от возможности достигнуть каких-либо вполне определенных понятий. Одни под эквивалентами понимали количество тел, замещающих друг друга без изменения основных свойств; другие считали эквивалентами наши *пай*, т. е. весовые отношения химически соединяющихся тел; наконец, третьи находили, что последовательное проведение понятия об эквивалентах вовсе невозможно, что оно ведет непременно к разноречиям. Разноречия еще усложняются вопросом о частицах. Одни для определения частицы каждого тела хотели признать только химические признаки, т. е. реакции; другие считали нужными только физические признаки, и, наконец, третьи утверждали тождество обоих начал, т. е. признавали оба пути и находили, что они ведут к одинаковым результатам. При этих рассуждениях наиболее определенное и, без сомнения, наиболее оригинальное и цельное мнение было выражено генуэзским профессором Канницаро. Постараюсь изложить его в немногих словах: сохраняя только сущность, я не могу, конечно, передать вам того воодушевления, той здравой энергии, вполне сложившегося убеждения, которые так могущественно действовали на слушателей.

[1] Всех членов собрания было около 150. Из России были: Зинин, Шишков, Бородин, Натансон, Савич, Лесинский и я.

Никогда и никто, говорил Канницаро, не проводил чрез всю химию теории эквивалентов, в смысле не паев, а количеств тел, заменяющих друг друга, например, HSO^4, HNO^6 и т. п. Эта теория всегда служила только для пояснения состава химических соединений, в тех или других частных случаях. От полного ее применения нужно было отказаться уже тогда, когда была открыта первая многоосновная кислота — фосфорная. Как скоро мы признаем многоосновность, мы должны отказаться от желания выразить формулами эквивалентные количества. В самом деле, на то же количество KHO^2 действуют и HNO^6, и $P^{1/3}HO^{6/3}$, и C^2HO^1. Эти формулы выражают эквиваленты кислот; но, не говоря о том, что их невозможно употреблять, они не могут быть приняты и потому, что эквивалент одного и того же тела изменяется. Когда мы даем едким щелочам, извести, водной окиси свинца и т. п. формулу, подобную формуле едкого кали или воды (H^2O^2, KHO^2), то мы стараемся выразить этими формулами их эквиваленты. Это ошибочно; не то должны выражать формулы, не то значение давали им и все химики, начиная с Берцелиуса. Формулами всегда хотели выразить количество тел, входящее в реакцию, называя это количество то атомом, простым или сложным, то частицею. Рассматривая эти средства, какими доходят до понятия о весе частицы (конечно, относительном), г. Канницаро признает совершенно верным только одно средство. Оно было указано Ампером и Авогадро, на основании работ Гэ-Люссака, Дюма и Мичерлиха; его держались, в последнее время, Жерар и Лоран; оно дало новую жизнь химии нашего времени. Это средство есть определение объема тел в состоянии газа, или пара, т. е. определение удельного веса тел в таком состоянии. Без этого средства, мы до сих пор не знали бы происхождения эфиров еще потому, что существование промежуточных эфиров еще не доказывает необходимости удвоить формулу простого, несложного эфира, точно так, как существование некоторых двойных солей не заставляет удвоять формулу солей, отдельно взятых. Правило объемов, по своей простоте и по связи, которую оно устанавливает между родственными науками, химиею и физикою, заслуживает предпочтения перед другими средствами определить относительный вес частиц. Это правило может быть выражено еще таким образом: в парах и газах расстояние центров частиц одинаково у всех тел и зависит только от давления [и] температуры. На это самое начало опирается и современная теория теплоты в отношении

к газам. Принимая его, мы не отступаем от химического пути, потому что все, что мы знаем до сих пор, указывает на согласие между весом частиц, определенным по объемам пара, и количеством тел, входящим в реакции. Утвердивши понятия о частице, легко достигнуть и совершенно точного понятия о паях (или атомах, как все здесь называли). В самом деле, зная удельный вес тела в газообразном состоянии, мы знаем вес равных объемов тел. Примем вес какого-нибудь объема водорода за определенную величину, например, за 2 (можно принять и за 1, но тогда встретятся слишком дробные числа); тогда вес того же объема, т. е. по предыдущему вес частицы, будет для:

Кислорода	32
Хлора	71
Хлористого водорода	36.5
Воды	18
Эфира	74 и т. д.

Сличим, по скольку в эти частицы входит водорода, кислорода, хлора и проч., и возьмем наименьшее количество, входящее в соединения, за вес пая или за атом. Тогда получим следующие веса паев:

H	O	Cl	C	S	
1	16	35.5	12	32	и т. д.

До сих пор мы видим полное согласие мнений Канницаро с мнениями Жерара и его последователей; до сих пор все сказанное служило только ясным выражением учения Жерара; подобные мнения я сам высказал в начале известной вам статьи — в «Бюллетене академии» за январь 1858 г. Но Канницаро идет далее, твердо держась указанного принципа, и указывает на важную ошибку, сделанную Жераром. Жерар, который везде брал частицы, при металлических соединениях взял эквиваленты. По его теории, формулы металлических солей равны формулам кислот, в которых водород замещен металлом; следовательно, все металлы, точно так, как водород, суть одноосновные радикалы. Такое предположение не имеет никакой опоры; это, просто, дань прошлому. Существование многоатомных алкоолей заставляет предполагать подобные случаи и в ряду металлических окислов. И вот ясное доказательство справедливости такого предположения. В частице хлористого соединения одноатомного радикала содержится 1 пай хлора, например, HCl, C^2H^5Cl,

C^2H^3OCl и т. п. В частице хлористого соединения двуатомного радикала содержатся 2 пая хлора, например, $C^2H^4Cl^2$ (жидкость голландских химиков), $COCl^2$ (фосген), SO^2Cl^2 (хлоросерная кислота) и т. д. Сличим же теперь частичные формулы (оставляя пока, для металлов, паи Жерара) нескольких хлористых металлических соединений, известных в виде паров:

Хлористый водород	HCl
Каломель	Hg^2Cl
Сулема	Hg^2Cl^2
Хлористый мышьяк	$AsCl^3$
Хлористый бор	BCl^3
Хлористый кремний	Si^2Cl^4

Очевидно, есть металлы многоатомные, т. е. такие, которые, подобно этилену, глицерилю и другим, замещают два, три и более паев водорода, Следовательно, неправильно писать формулы всех металлических соединений подобно формулам водородных соединений, точно так, как неверно писать формулу хлористого этилена с 1 паем хлора.

Итак, вот новое понятие — *многоатомичность металлических радикалов.* Оно, сколько мне кажется, было высказано, с наибольшею последовательностью, в первый раз г-ном Канницаро в его письме к Лука (Nuovo Cimento, VII, fasc. di Maggio, Anno 1858). В этом письме высказаны главные начала изменений, предлагаемых г-ном Канницаро. Многоатомичность металлов подозревали уже многие и потому уничтожали дробные показатели, вводимые для объяснения эквивалентов. Так, например, для треххлористого железа, вместо формулы $Fe^{2}{}^{1}{}_{2}Cl$, нужно восстановить одну из формул — Fe^2Cl^3 или Fe^4Cl^6, смотря по тому, окажется ли железо трехатомичным или шестиатомичным радикалом. Здесь богатое поле для новых работ, и результатом их должно быть оправдание исстари и по справедливости твердо удерживаемых понятий о неделимости тех весовых частей, которые называются паями или атомами.

Последовательно выходя из своих начал, Канницаро справедливо требует, чтобы пай ртути был не 100, как у Жерара, а 200, потому что в частицы ртутных соединений менее 200 частей ртути не входит; другими словами, принимая за пай ртути 100, мы в частице ртутного соединения всегда найдем 2Hg, точно так, как, принимая за пай кислорода 8 и за пай углерода 6, всегда найдем в частицах соединений O^2 и C^2. Если же мы введем изменения в паях кислорода и углерода, то вместе должны ввести изменения и в пае

ртути. Не входя в подробности, приведу паи, предложенные Канницаро:

H(×)	O	C	Cl	N	K(×)	Ag(×)	Hg	Zn	Cu
1	16	12	35.5	14	39	108	200	65.5	63*
Те же, как у Жерара							Вдвое больше Жераровых		

Знак (×) поставлен у паев, равных обыкновенно допускаемым паям.

Вот для примера несколько формул: вода — H^2O; хлористый водород — HCl; аммониак — NH^3; водород H^2; кислород — O^2; сера до 800° — S^6, после 800° — S^2; хлор — Cl^2; эфир — $C^4H^{10}O$; ртуть — Hg (ее частица равна паю или атому); цинк — Zn; серебро — Ag^2; калий — K^2; азотнокислое кали — KNO^3; азотнокислое серебро — $AgNO^3$: азотнокислая закись ртути — $HgNO^3$; азотнокислая окись ртути — HgN^2O^6; азотнокислый цинк — ZnN^2O^6; хлористый цинк — $ZnCl^2$; хлористое серебро — AgCl; хлористый калий — KCl; каломель — HgCl; сулема — $HgCl^2$; сернокислое кали — K^2SO^4; сернокислый цинк — $ZnSO^4$, и т. д.

Следовательно, многие формулы подходят к формулам, ныне общепринятым. В общих чертах, паи Канницаро тождественны с паями, первоначально предложенными Берцелиусом и измененными Реньо. Особенное значение новых паев Канницаро обнаруживается в том, что для них справедлив следующий закон: для всех твердых тел, простых и сложных, произведение веса частицы (p) на теплоемкость (c), разделенное на число атомов (n), равно постоянной величине (6 или 7). Например:

	Частица	p	c	n	$\frac{p \cdot c}{n}$
Ртуть	Hg	200	0.0324	1	6.48
Иод	J^2	254	0.0541	2	6.87
Каломель	HgCl	235.5	0.0520	2	6.13
Сулема	$HgCl^2$	271	0.0689	3	6.22
Полухлористая медь	CuCl	98.5	0.1383	2	6.81
Медь	Cu	63	0.0951	1	6.00
Калий	K^2	78	0.1695	2	6.61
Серебро	Ag^2	216	0.0570	2	6.16
Хлористый калий	KCl	74.5	0.1729	2	6.44
Иодистое серебро	AgJ	235	0.0616	2	7.23
Хлористый цинк	$ZnCl^2$	134	0.1362	3	6.22
Хлористый свинец	$PbCl^2$	278	0.0664	3	6.15

* В оригинале опечатка: 40 [*Прим. ред.*].

Принимая обыкновенные паи, или паи Жерара, мы не получили бы столь близких чисел.

Одушевленная речь Канницаро, по справедливости, была встречена общим одобрением. Вурц, с своей стороны, заметил, что многие реакции двойного разложения приводят к формулам, тождественным с формулами, которые следуют из паев Канницаро, одинаковых с старыми паями Берцелиуса.

На другой день комиссия опять собралась, чтобы окончательно решить, в какой форме всего удобнее предложить конгрессу вопросы для вотирования. Решено было предложить вопросы в следующей форме: желает ли и считает ли полезным конгресс постановить различие между понятием о *частице* (molécule) как о количестве материи, входящем в реакции и соответствующем физическим свойствам, и понятием об *атоме* как о наименьшем количестве тела, входящем в частицы?

Как в этом, так и в предыдущем заседании комиссии президентом был Копп.

Второе собрание конгресса, 4 сентября, открылось вступительною речью Буссенго; в ней была ясно показана важность предлагаемого собранию вопроса. Одно место речи, где говорилось, что «вопрос не об новой или старой науке, что наука не стареется, стареемся мы», вызвало общие рукоплескания. Затем долго говорил Кекуле, развивая элементарные понятия об атомах, частицах и эквивалентах. Кекуле склонен признавать различие физических и химических частиц; он полагает, что частицы тел, действующие в явлениях теплоты, не те, какие мы находим в твердых, жидких и газообразных телах, и не те, какие вступают в реакции. Все-таки он полагает, что химико-физическими исследованиями можно достигнуть до точного определения веса частицы. После него говорил Канницаро. Вурц и Копп заметили, что вопрос вовсе не в том, какими средствами мы можем определить вес частицы; сущность вопроса, предлагаемого конгрессу, заключается в том, нужно ли допустить различие тех понятий, какие мы соединяем с словами — *частица* и *атом*. Затем были еще непродолжительные споры, не имевшие существенной важности; наконец, секретари прочитали на английском, французском и немецком языках вопросы, предлагаемые на вотирование.

Вот они:

«Предлагается принять различие понятий о частице и атоме, считая частицею количество тела, вступающее в реак-

ции и определяющее физические свойства, и считая атомом наименьшее количество тела, заключающееся в частицах».

Далее — «предлагается понятие об эквиваленте считать эмпирическим, не зависящим от понятий об атомах и частицах».

По предложению президента те, которые были согласны принять эти положения, подняли руки. Оказалось, что согласна наибольшая часть собрания. Затем предложено было поднять руки тем, кто отвергает положения; поднялась было одна рука, но и та тотчас опустилась. Результат неожиданно единодушный и важный. Приняв различие атома и частицы, химики всех стран приняли начала унитарной системы; теперь было бы большою непоследовательностью, признав начало, не признать его следствий.

Под конец этого заседания пришел Дюма, только что приехавший из Парижа. Его появление было встречено общим рукоплесканием. Президентом на заседание 5 сентября был избран сперва Копп, но он отказался. Затем единодушно был избран Дюма и согласился.

Вечером собрался комитет, под председательством Дюма. Нужно было обсудить, в какой форме предложить конгрессу вопрос о формулах и паях. Дюма в речи, не лишенной, по местам, истинного красноречия, указал всю необходимость однообразного обозначения паев (т. е., например, условиться, что означает C, — 6 или 12). Это, говорил он, особенно важно для начинающих, для преподавания. Учащиеся, слушая разных преподавателей, потом не понимают друг друга, смешивают болотный газ с маслородным, каломель с сулемою. По мнению Дюма, придумать паи, удовлетворяющие физическим свойствам, невозможно. Лучший способ согласить все требования — принять старые паи Берцелиуса, введя в них поправки, требуемые новыми успехами. Вурц и Канни́царо заметили Дюма, что, введя поправки в паи Берцелиуса, мы получим именно паи, требуемые новою жераровскою теориею. Эрдманн требовал полной свободы — как в обозначениях, так и во всем другом — и желал только, чтобы условились в знаках, например, какое C считать за 12 и какое за 6. По общему соглашению, решились предложить вопрос в следующей форме: желает ли конгресс ввести новое обозначение, отличное от того, какое употребляется ныне и ведет свое начало от Либиха и Погендорфа?

На следующий день конгресс собрался в последний раз. Дюма открыл заседание речью, в которой он снова старался поставить пропасть между старым и новым и искусственно

уладить дело об обозначениях, предполагая в неорганической химии оставить старое обозначение, а в органической принять новые паи. Основанием для этого служит, по его мнению, невозможность применить новые понятия к минеральным соединениям. При этом Дюма прекрасно характеризовал оба существующие направления. Одно, говорил он, представляет ясное последование за Лавуазье, Дальтоном и Берцелиусом. Исходная точка для ученых этого образа мыслей есть *атом*, неделимое простое тело; все прочее есть сумма атомов, величина, производная от первой. Другая партия идет по пути Ампера и Жерара; она берет готовые тела и сравнивает их; она берет частицы тела, отыскивает их изменения и сличает их физические свойства. Первая партия все сделала для минеральной химии, в органической она до сих пор бессильна, потому что здесь химия еще немногое может создать из элементов. Вторая партия, несомненно сильно двинувшая органическую химию, ничего не сделала для минеральной. «Оставим же, — говорил Дюма, — тем и другим действовать своими путями; они должны сами сойтись». А для того, чтобы достичь согласия в обозначении, Дюма предлагал взять новые паи для органических тел и оставить старые для минеральных.

Канницаро и несколько других химиков возражали против предложения Дюма. Возражение Канницаро состояло в том, что, приняв новые понятия о частицах, мы не можем удержать старые, берцелиусовские выводы относительно паев, что если мы и придем к тем же паям, то другим путем, и, следовательно, мы должны ясно показать, что руководствуемся уже новыми понятиями.

Новые паи уже не такая новость в практике науки, чтобы могли встретить большое сопротивление; все работающие в новом направлении в Англии, Франции, России, Германии и Италии, все, чаще или реже, уже употребляют паи Жерара, так как они основаны на твердом, непроизвольном начале. Исправим только некоторые ошибки Жерара — и мы достигнем последовательного обозначения. Теперь эти поправки жераровых паев пока еще новость, и нельзя требовать их общего введения, но должно постоянно не выпускать их из виду.

Вотирование на конгрессе дало утвердительный ответ на желание ввести изменения в паях.

Заседания закрылись с надеждою, что в будущих годах химики еще сберутся несколько раз и займутся решением поднятых вопросов.

К этому рассказу прибавлю замечание, что во всех рассуждениях не было ни одного враждебного слова между обеими партиями. Все это, мне кажется, есть полное ручательство за быстрый успех новых начал в будущем. Из полутораста химиков уже теперь ни один не решился вотировать против этих начал.

7 сентября 1860 г.
Гейдельберг.

Технология по Вагнеру, вып. 2, Сахарное производство, СПб., 1862, стр. 62—116.

САХАРОМЕТРИЯ

Сахарометрия имеет целью определить содержание кристаллического и некристаллического (глюкоз) сахара в сахарном тростнике и свекловице и разных продуктах, получаемых при сахарном производстве.

Всякий, кто желает сколько-нибудь рационально вести сахарное производство, должен быть хорошо знаком с точными способами определения содержания и свойств сахара, с которым он имел дело, и должен постоянно делать подобные определения. Приступая к обработке данной свекловицы, фабрикант должен знать содержание в ней сока и количество сахара в нем, чтоб судить о количестве сахара, который можно получить из обрабатываемой свеклы. Вводя какие-либо приборы или способы обработки, фабрикант обязан, чтоб ясно судить об их выгоде, определить потерю сахара при каждом из способов обработки и только этим путем выбирать из нескольких способов наивыгоднейший. Определение сахара в свекловице производится тремя способами: 1) механически, 2) химически, 3) физически.

Определение содержания сахара в свекловице механическим путем. Пелиго предложил следующий способ.

Тщательно отвешивают от 25 до 30 г свекловицы, разрезанной на тонкие пластинки (преимущественно средняя часть свеклы), затем высушивают в фарфоровой чашке над серною кислотою (поставленной под колокол на стеклянной шлифованной пластинке) или в сушильной каморе (т. е. в пространстве, нагреваемом парами), до тех пор, пока на весах после нового выпаривания не будем замечать потерю в весе. Верно определяют вес остатка. Таким образом определяют количество воды и сухого вещества, заключавшегося в свекловице. Остаток растирают, растворяют в горячем крепком спирте, удельного веса 0.83. После смешения прибавляют одну или две капли слабого раствора едкого кали, чтобы

нейтрализовать присутствующие кислоты и тем воспрепятствовать изменению сахара. Смесь оставляют стоять несколько дней, сливают спирт, обливают новым количеством и повторяют это разов пять или шесть, пока в спирте больше ничего не растворяется. Нерастворимую часть высушивают, взвешивают, и таким образом получают вес клетчатки, протеиновых веществ и частью минеральных солей. Весь процеженный спиртовой раствор, содержащий сахар, ставят под колоколом над едкою известью, раствор сгущается, и мало-помалу появляются маленькие бесцветные прозрачные кристаллы, и чрез несколько дней совершенно абсолютный алкооль не будет содержать в растворе более сахара. Так как свекловица содержит селитру, то она тоже растворяется в спирте, вместе с сахаром; поэтому для определения количества сахара необходимо сожигать и определять вес золы, по весу которой можно узнать вес селитры и других солей, подмешанных к сахару.

Описанный способ прост, но неудобен по своей продолжительности.

Для более точного определения советуют поступать таким образом. Процеженный спиртовой раствор, полученный вышеописанным путем, выпаривают досуха, промывают спиртом, который на этот раз должен быть совершенно безводный, перегнан несколько раз над негашеною известью и над безводным медным купоросом. Такой спирт, растворяя примеси, оставляет сахар и делает его безводным. Высушивши, его взвешивают и определяют содержание во взятом количестве свекловицы.

Хорошие сорты свекловицы содержат сухого вещества около 20%; содержание воды доходит до 80%, из 20% сухого вещества получается сахара до 13% и 7% пектина, клетчатки, протеиновых тел и минеральных солей.

Чем более *удельный* вес сока свекловицы, снятой с хорошей почвы, тем он богаче по процентному содержанию сахаром. Следовательно, по удельному весу можно заключить о процентном содержании сахара, хотя не столь точно, как по другим способам.

Но показания ареометра для сока свекловицы, собранной с дурной почвы, будут не верны, потому что в этом соку часто удельный вес минеральных солей превышает удельный вес сахара. Как бы то ни было, определение плотности сока должно быть производимо, потому что оно очень легко может служить для более полного определения состава сока, когда по другим способам определили истинное содержание

сахара. Разность в показаниях о количестве сахара (определенного, например, ареометром и поляризатором) покажет приближенное количество примесей. Фабриканты почти постоянно употребляют ареометр Бомэ, хотя сахарометр Баллинга гораздо лучше, потому что прямо показывает процентное содержание сахара. Следующая таблица служит для сравнения ареометра Бомэ с процентами сахара Баллингова сахарометра:

В 100 частях раствора по весу сахара. Градусы Баллингова ареометра	Градусы по ареометру Бомэ	Градусы по Брикссову ареометру, или удельный вес при 17.5°Ц	В 100 частях раствора по весу сахара. Градусы Баллингова ареометра	Градусы по ареометру Бомэ	Градусы по Брикссову ареометру, или удельный вес при 17.5°Ц
0	0.00	1.0000	35	19.23	1.1541
1	0.56	1.0039	36	19.77	1.1591
2	1.11	1.0078	37	20.30	1.1641
3	1.67	1.0117	38	20.84	1.1692
4	2.23	1.0157	39	21.37	1.1743
5	2.78	1.0197	40	21.91	1.1794
6	3.34	1.0237	41	22.44	1.1846
7	3.89	1.0278	42	22.97	1.1898
8	4.45	1.0319	43	23.50	1.1950
9	5.00	1.0360	44	24.03	1.2003
10	5.56	1.0401	45	24.56	1.2056
11	6.11	1.0443	46	25.09	1.2110
12	6.66	1.0485	47	25.62	1.2164
13	7.22	1.0528	48	26.14	1.2217
14	7.77	1.0570	49	26.67	1.2273
15	8.32	1.0613	50	27.19	1.2328
16	8.87	1.0657	51	27.71	1.2383
17	9.42	1.0700	52	28.24	1.2439
18	9.97	1.0744	53	28.75	1.2495
19	10.52	1.0787	54	29.27	1.2552
20	11.07	1.0833	55	29.79	1.2609
21	11.62	1.0878	56	30.31	1.2666
22	12.17	1.0923	57	30.82	1.2724
23	12.72	1.0969	58	31.34	1.2782
24	13.26	1.1015	59	31 85	1.2840
25	13.81	1.1061	60	32.36	1.2899
26	14.35	1.1107	61	32.87	1.2958
27	14.90	1.1154	62	33.38	1.3018
28	15.44	1.1201	63	33.89	1.3078
29	15.99	1.1249	64	34.40	1.3138
30	16.53	1.1297	65	34.90	1.3199
31	17.07	1.1345	66	35.40	1.3260
32	17.61	1.1393	67	35.90	1.3322
33	18.15	1.1442	68	36.41	1.3384
34	18.69	1.1491	69	36.91	1.3446

В 100 частях раствора по весу сахара. Градусы Баллингова ареометра	Градусы по ареометру Бомэ	Градусы по Брикссву ареометру или удельный вес при 17.5°Ц	В 100 частях раствора по весу сахара. Градусы Баллингова ареометра	Градусы по ареометру Бомэ	Градусы по Брикссву ареометру, или удельный вес при 17.5°Ц
70	37.40	1.3509	86	45.15	1.4568
71	37.90	1.3572	87	45.62	1.4638
72	38.39	1.3636	88	46.09	1 4708
73	38.89	1.3700	89	46.56	1.4778
74	39.38	1.3764	90	47.02	1.4849
75	39.87	1.3829	91	47.48	1.4920
76	40.36	1.3894	92	47.95	1.4992
77	40.84	1.3959	93	48.40	1.5064
78	41.33	1.4025	94	48.86	1.5136
79	41.81	1.4092	95	49.32	1.5209
80	42.29	1.4159	96	49.77	1.5281
81	42.78	1.4226	97	50.22	1.5355
82	43.25	1.4293	98	50.67	1.5429
83	43.73	1.4361	99	51.12	1.5504
84	44.21	1.4430	100	51.56	1.5578
85	44.68	1.4499			

Для легчайшего вычисления процентного содержания сахара в соке и вообще в растворах, приводим две таблицы (из разных источников), показывающие отношение между удельным весом, градусами Бомэ и процентным количеством сахара.

Градусы Бомэ	Процентное содержание сахара	Градусы Бомэ	Процентное содержание сахара	Градусы Бомэ	Процентное содержание сахара	Градусы Бомэ	Процентное содержание сахара
1	1.72	11	19.88	21	38.29	31	57.31
2	3.50	12	21.71	22	40.17	32	59.27
3	5.30	13	23.54	23	42.03	33	61.32
4	7.09	14	25.34	24	43.92	34	63.81
5	8 90	15	27.25	25	45.79	35	65 19
6	10.71	16	29.06	26	47.70	36	67.19
7	12.52	17	30.89	27	49.60	37	69.19
8	14.38	18	32.75	28	51.50	38	71.22
9	16.20	19	34.60	29	53.42	39	73.28
10	18.04	20	36.40	30	55.36	40	75.35

Градусы Боме	Проценты сахара	Удельный вес	Градусы Боме	Проценты сахара	Удельный вес	Градусы Боме	Проценты сахара	Удельный вес
0	0.00	1.0000	18	32.72	1.1429	36	67.19	1.3333
0.5	0.90	1.0035	18.5	33.65	1.1474	36.5	68.19	1.3395
1	1.80	1.0070	19	34.85	1.1520	37	69.19	1.3458
1.5	2.69	1.0105	19.5	35.50	1.1566	37.5	70.20	1.3521
2	3.59	1.0141	20	36.44	1.1613	38	71.20	1.3585
2.5	4.49	1.0177	20.5	37.37	1.1660	38.5	72.22	1.3649
3	5.39	1.0213	21	38.30	1.1707	39	73.23	1.3714
3.5	6.29	1.0249	21.5	39.24	1.1755	39.5	74.25	1.3780
4	7.19	1.0286	22	40.17	1.1803	40	75.27	1.3846
4.5	8.09	1.0323	22.5	41.11	1.1852	40.5	76.29	1.3913
5	9.00	1.0360	23	42.05	1.1901	41	77.32	1.3981
5.5	9.90	1.0397	23.5	42.99	1.1950	41.5	78.35	1.4049
6	10 80	1.0435	24	43.94	1.2000	42	79.39	1.4118
6.5	11.70	1.0473	24.5	44.88	1.2050	42.5	80.43	1.4187
7	12.61	1.0511	25	45.83	1.2101	43	81.47	1.4267
7.5	13.51	1.0549	25.5	46.78	1.2152	43.5	82.51	1.4328
8	14.42	1.0588	26	47.73	1.2203	44	83.56	1.4400
8.5	15.32	1.0627	26.5	48.68	1.2255	44.5	84.62	1.4472
9	16.23	1.0667	27	49.63	1.2308	45	85.68	1.4545
9.5	17.14	1.0706	27.5	50.59	1.2361	45.5	86.74	1.4619
10	18.05	1.0746	28	51.55	1.2414	46	87.81	1.4694
10.5	18.96	1.0787	28.5	52.51	1.2468	46.5	88.88	1.4769
11	19.87	1.0827	29	53.47	1.2522	47	89.96	1.4845
11.5	20.78	1.0868	29.5	54.44	1.2576	47.5	91.03	1.4922
12	21.69	1.0909	30	55.47	1.2632	48	92.12	1.5000
12.5	22.60	1.0951	30.5	56.37	1.2687	48.5	93.21	1.5079
13	23.52	1.0992	31	57.34	1.2743	49	94.30	1.5158
13.5	24.43	1.1034	31.5	58.32	1.2800	49.5	95.40	1 5238
14	25.35	1 1077	32	59.29	1.2857	50	96.51	1.5319
14.5	26.27	1.1120	32.5	60.27	1.2915	50.5	97.62	1.5401
15	27.19	1.1163	33	61.25	1.2973	51	98.73	1.5484
15.5	28.10	1.1206	33.5	62.23	1.3032	51.5	99.85	1.5568
16	29.03	1.1250	34	63.22	1.3091			
16.5	29.95	1.1294	34.5	64.21	1.3151			
17	30.87	1.1339	35	65.20	1.3211			
17.5	31.79	1.1383	35.5	66.19	1.3272			

Химически определяют процентное содержание сахара, основываясь:

a) или на растворимости гашеной (едкой или водной) извести в кристаллическом сахаре;

b) или на свойстве сахара от кислот переходить в глюкозу и чрез это восстановлять (редуцировать) гидрат окиси меди в закись, определяя количество последней;

с) или на брожении сахара, определяя количество развивающейся при этом углекислоты ($4CO^2$ соответствует 1 паю $C^{12}H^{22}O^{11}$).

Первая метода, основанная на растворимости едкой извести в растворе кристаллического сахара, в первый раз была предложена *Пелиго* и усовершенствована *Шоттеном*. Способ этот основан на том, что сахарный раствор растворяет известь больше, чем вода, и тем больше, чем богаче он сахаром, а потому по количеству растворенной извести можно судить, по крайней мере приблизительно, о количестве сахара, бывшего в растворе.

Сахарный известковый раствор бесцветен, если только был взят бесцветный раствор сахара. Вкус его уже едкий, а не сладкий. Раствор может сохраняться без изменения весьма долго. Следующая табличка показывает, сколько извести растворяется в сахарных растворах различной крепости. Она выведена из наблюдений Пелиго.

В 100 частях воды растворено сахара	Удельный вес сахарного раствора	Удельный вес сахарного раствора, насыщенного известью	Из 100 частей растворенных веществ	
			извести	сахара
40.0	1.122	1.179	21.0	79.0
37.5	1.116	1.175	20.8	79.2
35.0	1.110	1.166	20.5	79.5
32.5	1.103	1.154	20.3	79.7
30.0	1.096	1.148	20.1	79.9
27.5	1.089	1.139	19.9	80.1
25.0	1.082	1.128	19.8	80.2
22.5	1.075	1.116	19.3	80.7
20.0	1.068	1.104	18.8	81.2
17.5	1.060	1.092	18.7	81.3
15.0	1.052	1.080	18.5	81.5
12.5	1.044	1.067	18.3	81.7
10.0	1.036	1.053	18.1	81.9
7.5	1.027	1.040	16.9	83.1
5.0	1.018	1.026	15.3	84.7
2.5	1.009	1.015	13.8	86.2

По этим наблюдениям уже видно, что с уменьшением крепости сахарного раствора количество растворяющейся извести значительно уменьшается, т. е. что оно изменчиво.

Это видно также из наблюдений Бертело, которые показали, что после известного разведения водою количество растворяющейся извести вновь увеличивается.

Количество сахара в 100 см³ раствора	Количество растворяющейся в нем извести	Отношение между количествами растворенных	
		извести	сахара
4.850	1.301	17.5	82.5
2.401	0.484	16.8	83.2
2.000	0.433	17.8	82.2
1.660	0.364	18.0	82.0
1.386	0.326	19.0	81.0
1.200	0.316	20.8	79.2
0.400	0.194	32.7	67.7

Это зависит, конечно, от того, что вода сама по себе растворяет известь. Средний вывод для практики можно принять тот, что в жидкостях, содержащих не менее 7% сахара, на 1 часть извести в растворе приходится $4^1/_2$ части сахара. А потому, узнавши количество извести, растворяющейся в данном сахарном растворе, можно приблизительно судить об количестве находившегося в растворе сахара.

Чтобы произвести определение содержания сахара в свекловичном соке, поступают следующим образом. Свекловичный сок растирают с едкой известью, взятою в избытке, и раствор процеживают, определяют количество растворившейся извести посредством титрирования (т. е. узнают, сколько объемов серной кислоты, крепость которой известна, необходимо для осаждения всей извести из раствора и для насыщения ее щелочных свойств) серной кислотою и вычисляют соответствующее этому количество сахара. По этой методе следует положить, что химический состав известкового сахарата не изменяется, а это, как видно из предыдущих таблиц, не вполне точно. Но простота и скорость производства опыта, при достаточной точности, делают этот способ одним из пригодных для фабрикантов. Должно заметить, что для избежания вычислений полезно иметь столь разведенный раствор серной кислоты, чтобы каждый объем

ее (например каждый кубический сантиметр) соответствовал бы определенному (например 1 мг) весу сахара. Для этого должно иметь такой раствор, чтобы 1 см³ кислоты осаждал то количество извести, которое соединяется с 1 мг сахара, т. е. насыщающий $^{10}/_{45}$ частей извести. Впрочем, для более точных исследований этот способ должен быть заменен одним из следующих.

Сущность второй методы состоит в том, что

1) кристаллический сахар не восстановляет окись меди в щелочных растворах, но восстановляет только при переходе в глюкозу, т. е. после действия слабых серной или соляной кислот, особенно когда он с ними прокипячен, т. е. когда сделано *превращение* его в глюкозу, и

2) количество образовавшейся закиси меди всегда пропорционально количеству сахара. Восстановление окиси меди в закись от глюкозы открыто *Троммером*. Эта реакция применена к практическому определению количества сахара *Барревилем*, способ которого несколько изменен Феллингом. Этот способ вошел во всеобщее употребление и известен под именем «феллинговой пробы». Феллингова проба весьма пригодна для многих случаев количественного определения сахаристых веществ. Она весьма точно служит не только для определения суммы всех сахаристых веществ, бывших в данном случае (и тогда необходимо предварительно прокипятить смесь с соляною кислотою), но и для определения относительного количества глюкоз и кристаллического сахара, что бывает необходимо, например, при исследовании низких сортов сахара, измененного сока, патоки, сырца и др. В подобных обстоятельствах испытуемую жидкость делят пополам: одну половину кипятят с кислотою и в ней определяют количество всех сахаристых веществ (потому что тогда и кристаллический сахар определяется феллинговою пробою), а другую половину прямо испытывают феллинговою жидкостью (тогда определяют только глюкозы). Разность покажет количество кристаллического сахара. Нормальный щелочной раствор окиси меди (так называемая феллингова жидкость) приготовляется так: смешивают раствор 40 г медного купороса в 160 г воды с водным раствором 160 г среднего виннокислого кали (кремортартара, смешанного с едким кали) и с водным раствором (от 600 до 700 г) едкого натра удельного веса 1.12. Полученный синий раствор разбавляют водою до тех пор, пока смесь при температуре 15° не займет объем 1154.4 см³ воды. Один литр приготовленного таким образом медного раствора содержит 34.650 г медного

купороса и для восстановления (редукции) требует 5 г глюкозы, или 10 паев медного купороса (1247.5) редуцируются 1 паем глюкозы (180) в закись (34.650 : 5 = 1247.5 : 180, или 6.93 : 1); таким образом, 10 см³ медного раствора соответствуют 0.050 г сухой глюкозы.

Мульдер образовавшуюся при титровании закись накаливанием обращал в окись и взвешивал; по его вычислениям 1 часть окиси меди соответствует 0.552 частям глюкозы (принимая формулу $C^6H^{14}O^7$).

Мы приводим другой способ, гораздо более точный и простой. Берут 34 г медного купороса, смешивают его с 90 г винной кислоты (acidum tartaricum, виннокаменная кислота, идущая в содовые порошки), растворяют их в воде и прибавляют к раствору едкого натра. Сперва происходит осадок, но при дальнейшем прибавлении едкого натра (натрового щелока, получающегося при кипячении соды с известковою водою) осадок (при помешивании) вновь весь растворяется. Лишь только жидкость стала прозрачною (осадок растворился) — больше не прибавляют натра, а прибавляют воды, пока не получится жидкость немного менее литра (1000 см³). Тогда отвешивают тоже 0.5 г сухого чистого сахара, растворяют его в воде, прибавляют немного соляной кислоты, кипятят и разбавляют водою, пока не получится ровно 100 см³ сахарного раствора. Затем берут 50 см³ феллинговой жидкости, кипятят ее и из бюретки приливают сахарный раствор к кипящей жидкости, пока синяя жидкость не сделается бесцветною. Положим, для этого употребят 55.5 см³ сахарного раствора. Легко узнать, сколько потребно взять приготовленной нами феллинговой жидкости, чтобы она восстановилась 0.5 г сахара. В самом деле, в 100 см³ сахарного раствора было 0.5 г сахара, значит в 55.5 см³ его было x граммов:

$$100 : 55.5 = 0.5 : x,$$

откуда

$$x = \frac{55.5}{100}\,0.5 = 0.2775 \text{ г};$$

а если для 0.2775 г сахара нужно 50 см³ жидкости, то для 0.5 г сахара потребуется y см³:

$$0.2775 : 0.5 = 50 : y,$$

откуда

$$= \frac{0.5}{0.2775}\,50 = 90.2.$$

Итак, если мы будем каждый раз брать 90.2 см³ приготовленной нами феллинговой жидкости, то потребуется на восстановление ее (до обесцвечивания) 0.5 г сахара. Вообще, чтобы найти, сколько кубических сантиметров феллинговой жидкости нужно брать каждый раз для опытов, или какое количество соответствует 0.5 г сахара, поступают, как выше: берут a см³ феллинговой жидкости, на восстановление ее, положим, расходуют b г сахара, тогда *пробное количество* феллинговой жидкости (соответствующее 0.5 г сахара кристаллического или 0.525 [г] глюкозы, обозначенное здесь чрез y) определится пропорциею:

$$a : y = b : 0.5,$$

откуда

$$y = \frac{a}{b} 0.5 = \text{пробному количеству}.$$

Для каждого опыта берут пробное количество феллинговой жидкости. Приготовленную жидкость сохраняют в теплоте; если она испортится со временем и станет выделять осадок, то ее процеживают и снова определяют y — пробное количество ее, необходимое для 0.5 г сахара.

Итак, перед испытанием отмеривают (бюреткою) пробное количество кубических сантиметров феллинговой жидкости и находят, сколько кубических сантиметров (приливают бюреткою) испытуемого раствора, прокипяченного с кислотою (например, сока свекловицы, прокипяченного с кислотою), потребно прибавить для того, чтобы обесцветить кипящий раствор пробной жидкости. Положим, нашли, что нужно прибавить 14.2 см³ испытуемой жидкости. Это значит, что в 14.2 см³ испытуемого раствора заключается 0.5 г сахара, или 0.525 г глюкозы. Чтобы решить, была ли глюкоза или сахар, возьмем снова пробное количество феллинговой жидкости, станем ее кипятить и к кипящей жидкости прибавим свежей испытуемой жидкости (не кипяченной с кислотою). Положим, что тогда потребуется прилить 38.5 см³ раствора, чтобы обесцветить синюю феллингову жидкость. Это значит, что в 38.5 см³ свежего испытуемого раствора заключается 0.525 г глюкозы. Сколько же заключается кристаллического сахара? Если в 38.5 см³ заключается 0.525 [г] глюкозы, то в 100 см³ будет m:

$$38.5 : 100 = 0.525 : m,$$

$$m = \frac{0.525}{38.5} 100 = 1.36 \text{ г глюкозы}.$$

Если в 14.2 см³ испытуемого раствора, после действия кислот было 0.525 г глюкозы, то в 100 см³ было q грамм глюкозы:

$$14.2 : 100 = 0{,}525 : q,$$

откуда

$$q = \frac{0.525}{14.2}\,100 = 3.69 \text{ г глюкозы.}$$

Значит во время действия кислот образовалось 3.69—1.36 = = 2.33 [г] глюкозы, а так как это количество глюкозы образовалось из кристаллического сахара, то потому можно судить о количестве кристаллического сахара, бывшего до действия кислот. Зная, что 100 частей глюкозы соответствуют (происходят из) 95 частям сахара, найдем, что 2.33 г глюкозы произошли из 2.21 г сахара. Таким образом, в нашем примере мы нашли, что [в] 100 см³ испытуемого раствора содержится 2.21 г сахара кристаллического и 1.36 г глюкозы. По этим данным легко уже узнать, сколько сахара и глюкозы содержится в любом количестве той же жидкости.

Испытание феллинговой жидкостью требует следующих предосторожностей. Пробное количество нагревают почти до кипения и тогда приливают из бюретки (сперва струею, а потом, когда синий цвет начнет уменьшаться, по каплям) испытуемый раствор, пока пробная жидкость не обесцветится. Лишь только это случилось, тотчас прекращают приливание испытуемой жидкости и замечают, сколько *израсходовано* жидкости[1] — в этом количестве находится 0.5 г кристаллического сахара или 0.525 [г] глюкозы. Для точности анализа полезно брать разведенную испытуемую жидкость, так чтоб примерно на пробное количество шло до 100 см³ жидкости. Так, например, для анализа сока свекловицы берут около 10 г его (весят), прибавляют немного соляной или серной кислоты, кипятят и разбавляют водою, чтобы получить 200 см³ испытуемой жидкости. Значит, в каждом кубическом сантиметре ее заключается $\frac{10}{200}$ (или вообще $\frac{t}{200}$ г сока), т. е. 0.05 г сока. Положим, найдем, что для обесцвечивания нужно прилить 97.2 см³ испытуемой жидкости, что соответствует 97.2×0.05, или 4.860 г сока. Если [в] 4.86 г сока заключается 0.50 частей сахара, то в 100 г сока 10.3 г

[1] Подробности титрованного анализа можно отыскать в переводе книги Мора «Анализ мерою», сделанном г-ном Ходневым.

сахара (потому что знаем, что нет глюкозы) или в 100 пудах сока 10.3 пуда сахара и т. д.

При обесцвечивании кипящей жидкости (после охлаждения она вновь окрашивается) оседает из нее красно-бурый осадок закиси меди, и чем ближе к точке насыщения, тем он становится краснее. Чтоб убедиться в достаточности прибавления испытуемой жидкости, кипящую смесь процеживают, — процеженное не должно давать осадков (реакция на медь) с сернистым водородом или железосинеродистым калием. Если же они будут, — значит, мало прибавили испытуемой жидкости. Процеженная жидкость должна быть бесцветна, если прибавлено надлежащее количество сахара; она окрашена в желтый цвет — когда взят избыток сахарной жидкости, и имеет синий цвет — когда мало взято сахарной жидкости. Навыком легко достичь точного определения момента, и тогда не нужно цедить.

Нет надобности долго кипятить раствор: достаточно поддерживать постоянно температуру близко точки кипения, так как соль окиси меди мгновенно редуцируется соответственным количеством глюкозы. Должно не забывать кристаллический сахар обращать в глюкозу, нагревая в продолжение получаса с серной или соляною кислотою. Сто частей глюкозы соответствуют 95 частям кристаллического сахара.

Если испытываемая жидкость содержит кристаллический сахар и глюкозу вместе, то определяют сперва объем, необходимый для восстановления, не подвергая действию серной кислоты; тогда раствор окиси меди редуцируется только глюкозой, а сахар останется без изменения. Потом другую часть той же жидкости обрабатывают серной кислотою для обращения всего кристаллического сахара в глюкозу. Таким образом получают, в сложности, вес глюкозы, вычитают из него вес глюкозы, определенный первым опытом, и из разности вычитают количество кристаллического сахара.

Этим способом можно в течение одного часа сделать 2 или 3 довольно точных пробы. Разумеется, при этой методе предварительно следует убедиться, что в жидкости не содержится других восстановляющих тел. При некотором навыке проба Феллинга не только идет столь же почти скоро, как и проба поляризатором, но и не уступает ей в точности. Соединять эти две пробы вместе весьма полезно, потому что каждая из них имеет свои маленькие причины неточностей, а обе вместе дают средний результат, могущий служить верным руководителем.

Недавно предложена *Гентелем* новая метода. Она имеет основанием свойства смеси железосинеродистого кали с едким кали (так называемая Мерсерова жидкость) быстро разлагать глюкозу при нагревании до 60—80°, оставляя без всякого изменения кристаллический сахар, даже при нагревании. Для обращения 1 г кристаллического сахара, обращенного соляною кислотою в глюкозу, потребно 10.98 г железосинеродистого калия. При полном насыщении желтый раствор от кристаллического сахара, превращенного в глюкозу, совершенно *обесцвечивается*. Во 100 см³ пробного раствора содержится 10.98 г железосинеродистого калия (синильного кали, Kali borussicum) и 5.5 г водного едкого кали. Его разбавляют 5 объемами воды. Пробу делают так: растворяют 3.5 г кристаллического сахара в 350 см³ воды. Нагревают 20 см³ этой жидкости с 1—2 см³ соляной кислоты до 90°, дают минуту стоять и нейтрализируют углекислым натром. Отмечают число кубических сантиметров пробной жидкости, обесцветивших раствор кристаллического сахара. Если, например, обесцветилось 100 см³ пробного раствора, то это значит, что во взятой жидкости находился 1 г кристаллического сахара.

Третья метода — *проба брожением* (отчасти описанная на стр. 5 [«Технологии по Вагнеру», вып. 2, СПб., 1862 г.] — основана на свойстве водного раствора кристаллического сахара в присутствии дрожжей обращаться в глюкозу, которая переходит в спирт и углекислый газ. Эту пробу можно выразить следующею формулою:

171 часть кристаллического сахара при брожении дает	углекислоты	88
	спирта	92

Новейшие исследования доказали, что эта формула не точна, она изображает только главные продукты разложения сахара. При брожении, кроме обыкновенного алкооля, развиваются некоторые сходные с ним вещества (пропиловый, амиловый и другие спирты) и кроме углекислого газа — янтарная кислота и глицерин. Разумеется, из развившегося количества одной только углекислоты нельзя сделать точных вычислений процентного содержания сахара. Но опыты показали, что полученные этой пробой результаты по своей верности не отличаются от приближенных результатов, полученных другими пробами; к тому же эта проба по своей простоте очень удобна. Верные результаты получаются при следующих условиях: во-первых, при полном отсутствии свободных щелочных оснований, — иначе легко произойдет брожение

молочной кислоты, и часть углекислого газа останется в соединении со щелочью; во-вторых, при температуре от 25 до 30°, и, в-третьих, при надлежащем разбавлении сахарного сока водою. Небольшой избыток кислоты (например винно-каменной) полезен при брожении, потому что облегчает переход сахара в глюкозу. До усовершенствования этой методы (по способу Пелуза) полученный спирт перегоняли и определяли его количество (волчком) алкоометром Гэй-Люссака и т. п., но это очень затруднительно и продолжительно. Гораздо легче определять количество кислоты посредством аппаратов для определения углекислоты Фрезениуса и Вилля или Гейслера. Эти аппараты описаны во всех почти учебниках химии, при определении содержания углекислых солей. Они основаны на том, что углекислота, как газ, улетучивается из прибора, а потому убыль в весе прибора покажет количество образовавшейся углекислоты. По окончании брожения втягивают воздух в аппарат, взвешивают остаток, и для определения количества кристаллического сахара полученную убыль веса умножают на 171/88 = 1.9432; а для определения количества глюкозы на 180/88 = 2.04545. Так же делают определения, прямо собирая углекислоту в аппаратах с раствором едкого кали, взвешивая их; или вычисляют по количеству полученного углекислого барита, пропуская углекислоту чрез аммиачный раствор хлористого бария и, наконец, определяя объем полученного углекислого газа.

Л. Галль вычисляет содержание сахара в свекловице, подобно Фрезениусу и Виллю, по количеству выделившейся углекислоты. Для опыта он берет 20 лотов свекловичного сока и тогда при взвешивании по выделении углекислоты каждая $^1/_{10}$ доля лота, в потере веса, соответствует 1% кристаллического сахара. Пробу ведут таким образом: растирают около 2 фунтов свекловицы, выжимают из нее сок, подкисляют его 15 каплями серной кислоты. Затем отвешивают 20 лотов такого свекловичного сока, вливают в легкий сосуд, прибавляют 2 столовые ложки дрождей, неплотно закрывают пробкой и все тщательно взвешивают. Сосуд ставят в теплое место для брожения. Дня чрез четыре оно кончается; тогда все снова взвешивают и потерю в весе определяют в десятых долях лота (нужно принять средства для устранения убыли воды из сосуда). Этою практическою пробою получаются не вполне точные результаты, потому что некоторое количество углекислоты растворяется в воде и остается невыделенным из перебродившей массы. Важный ее недостаток — продолжительность времени — можно устра-

нить, обращая предварительно кристаллический сахар в глюкозу. Способ брожения не дает возможности отличать сахар от глюкозы, но тогда, когда в растворе окажется только один род сахара (например в соке свекловицы), то он, при тщательном выполнении, дает весьма точные, хотя и не столь скорые, результаты. Его можно советовать, вместе с пробою Феллинга, всем фабрикантам.

Физическим путем определяют количественное содержание сахара, замечая оптические свойства сахарных растворов, а именно: *способность их отклонять плоскость поляризации*. Химические способы определения сахара отличаются точностью, но требуют особенной тщательности и некоторого навыка, притом все почти они требуют много времени, которым сахаровар должен особенно дорожить, потому что быстрота хода всех работ есть одно из условий успеха сахарного производства. Оптические способы для определения количества кристаллического сахара в соке, в сырце и т. п., отличаясь достаточно[й] для сахароваров точностью, просты в практическом выполнении и производятся весьма быстро, почему во всех почти хорошо веденных заводах их употребляют с большею пользою.

Чтобы дать некоторое понятие о явлениях поляризации, служащих основанием для описываемого сахарометрического способа, заметим, что световые лучи при известных условиях лишаются способности отражаться или проходить чрез прозрачные вещества, или, как говорят, поляризуются. Так, если луч света падает на черное стекло, так что делает с ним угол в 35° 25′, то, отразившись от стекла, луч этот теряет способность отражаться от второго стекла, если он падает на него снова под углом 35° 25′ и если это стекло поставлено перпендикулярно первому стеклу. При этом положении черных стекол, или зеркал, лучи света не будут отражаться и, следовательно, не будет видно изображения тех предметов, которые были бы видны во втором зеркале, если б свет не поляризовался.[1] *Плоскостью поляризации*

[1] Явления поляризации объясняются тем, что все колебания, производящие явления света, в поляризационном луче совершаются в одной плоскости, именно в плоскости, перпендикулярной к плоскости поляризации и, конечно, в направлении, перпендикулярном направлению луча. При всяком отражении, часть лучей поляризуется, т. е. колебания, производящие явления света, совершаются в отраженном свете уже не по всем направлениям, а по некоторым направлениям более, чем по другим. Свет, падающий на стекло под углом в 35° 25′, поляризуется вполне, т. е. тогда все колебания лучей, отражающихся от стекла, совершаются в одной плоскости.

называется та плоскость, в которой находятся лучи падающий и отраженный от первого зеркала или лучи падающий и поляризованный каким-либо другим способом. Из сказанного видно, что луч исчезает тогда, когда плоскость поляризации второго зеркала (плоскость, проходящая чрез падающий и отраженный лучи) перпендикулярна плоскости поляризации первого зеркала. Если между обоими зеркалами поставить раствор некоторых веществ (сахара, белка, глюкозы, терпентинного масла и т. п.), то проходящий чрез них луч не будет исчезать ни в одном положении второго зеркала, а в разных своих положениях будет иметь разные цвета, если падающий луч был белый. Если падающий луч был простой (например красный, входящий в солнечный спектр), то он будет исчезать, но не при том положении зеркал, в каком бы он исчезал, если бы не был пропущен чрез один из вышеназванных растворов. Без раствора луч исчезает тогда, когда плоскость отражения (от второго зеркала) перпендикулярна плоскости поляризации (или, как говорят, когда плоскости поляризации перпендикулярны), а когда поставлен между зеркалами раствор, тогда луч исчезает только при повороте второго зеркала на известный угол; так что тогда плоскость отражения составляет известный угол с плоскостью отражения, при которой свет исчезал в то время, когда не было раствора. Это-то явление изменения направления плоскости поляризации, свойственное некоторым веществам, и называют *круговою поляризациею*. Оно-то и служит для сахарометрии. Чтобы видеть возможность применения указанных фактов к измерению содержания сахара в растворе, должно остановиться на нескольких фактах, близких к этому предмету.

Свет поляризуется не только чрез отражение от черного стекла, но и многими другими способами. Мы упомянем о том, который обыкновенно употребляется в сахарометрии. Подобно тому, как в опытах, о которых мы только что говорили, в сахарометрических приборах употребляется два раза поляризующий предмет (как там два отражающих стекла): один для того, чтобы поляризовать луч в известной плоскости, а другой для того чтобы определить положение плоскости поляризации. Первый называется *поляризатором*, второй *анализатором*. Если плоскость поляризации первого предмета перпендикулярна плоскости поляризации второго предмета, то свет не проходит. Первый предмет, служащий для поляризации, может быть одинаков со вторым или с ним различен, но должно быть известно положение, в котором

свет не проходит чрез оба поляризующие предмета (поляризатор и анализатор, как их называют в физике). Для поляризации света обыкновенно употребляют *двупреломляющую призму*. Известно, что луч света, проходя чрез исландский шпат,[1] раздвояется так, что если чрез исландский шпат смотреть на черную точку, то увидим не одну, а две точки. Оба луча, проходящие чрез исландский шпат, поляризованы в известных плоскостях. Для того, чтобы иметь не два, а одно только изображение, видное чрез призму, употребляют несколько способов, из которых лучший способ Николя. Призма Николя пропускает один поляризованный луч и состоит из двух (трехгранных) призм, выпиленных из (одной длинной четырехгранной призмы) исландского шпата и склеенных между собою канадским бальзамом.[2]

Если взять две призмы Николя, положить их друг на друга и смотреть чрез обе из них на светлую точку, то, при известном повороте одной из призм, светлой точки не будет видно (хотя призмы бесцветны и прозрачны). При этот положении плоскость поляризации одной призмы перпендикулярна плоскости поляризации другой призмы. Очевидно, что этот способ поляризации гораздо удобнее, чем поляризация чрез отражение от зеркала. Если бы мы устроили трубку, по концам которой укрепили бы призмы Николя и поставили бы их так, чтобы свет не проходил, то, наливши между призмами воду или другую жидкость, не отклоняющую плоскость поляризации, мы также не заметили бы прохождение света. Но если бы мы налили между призмами не воду, а водяной раствор сахара, то заметили бы проходящий свет, и если бы падающий свет был однороден (например красный), то нужно было бы повернуть призму, ближайшую к глазу. вправо, чтобы свет исчез и можно было бы измерить число градусов, на которое повернули призму. Прибавляя к взятому раствору еще более сахара, заметили бы, что поворот должен быть увеличен и нашли бы, что число углов, на которые нужно повернуть призму, увеличивается пропорционально количеству сахара, содержащегося в рас-

[1] Исландским шпатом называется прозрачный минерал, добываемый в Исландии, состоящий из углекислой извести (т. е. имеющий тот же состав, как и мел) и легко раскалывающийся на косые четырехгранные призмы, ограниченные шестью (4 сбоку, 1 сверху и 1 снизу) ромбическими площадками, или гранями.

[2] Канадский бальзам имеет показатель преломления (света) меньший, чем для одного луча, проходящего чрез исландский шпат, и больший, чем для другого, так что один луч света отражается от слоя бальзама, а другой проходит чрез него.

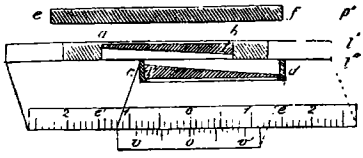
творе. Если бы вместо обыкновенного сахара взяли превращенный сахар (измененный от действия кислот), то увидели бы, что призму должно повернуть влево, и опять заметили бы, что угол отклонения плоскости поляризации изменяется пропорционально количеству сахара, заключающегося в растворе. Таким образом и можно доказать, что (в растворах) обыкновенный сахар, обыкновенная глюкоза (правая), декстрин, лимонное масло, виннокаменная кислота, камфора (в спиртовом растворе) и многое другое[1] отклоняют плоскость поляризации вправо, а превращенный сахар, французское терпентинное масло, левая глюкоза, аравийская камедь и другое отклоняют влево. Заметим здесь, что ни вода, ни спирт, ни стекло, ни многие соли, ни множество других тел, пропуская поляризационный свет, не отклоняют плоскости поляризации.

Если из одних сортов горного хрусталя выпилить пластинки (перпендикулярные оси тех шестигранных призм, какими являются кристаллы горного хрусталя), то заметили бы, что они отклоняют плоскость поляризации вправо, тогда как другие сорты горного хрусталя отклоняют влево. Отклоняющая способность горного хрусталя чрезвычайно велика, сравнительно с отклоняющею способностью сахарных растворов, т. е. тоненькая пластинка горного хрусталя так отклоняет плоскость поляризации, как толстый слой сахарного раствора. Если бы две пластинки горного хрусталя (или, как часто говорим для краткости, кварцевые пластинки), одна отклоняющая вправо, другая влево, и имеющие равную толщину, были положены друг на друга, то, очевидно, они бы не отклонили плоскости поляризации. Если бы взять большой слой сахарного раствора (отклоняющего вправо) и прикрывать его пластинкою горного хрусталя (отклоняющего влево), то можно было бы достичь того, чтобы плоскость поляризации не отклонялась, изменяя только толщину кварцевой пластинки, отклоняющей плоскость в сторону противоположную, чем сахарный раствор. Если известна отклоняющая способность и толщина поставленной кварцевой пластинки, уравновешивающей отклоняющую способность данного сахарного раствора, то, конечно, известна и отклоняющая способность самого сахарного раствора. А если известна отклоняющая способность сахарного раствора, то можно определить и степень насыщения его сахаром и тот

[1] Русский скипидар, как я нашел недавно, отклоняет вправо (из Pinus sylvestris).

род сахарного вещества, который находится в растворе. О том, как по степени отклонения судить о качестве и количестве сахара, находящегося в растворе, мы скажем после, а теперь заметим, что на уравновешивании отклоняющих способностей сахарного раствора и кварцевых пластинок разной толщины основано устройство сахарометра — наиболее точного и распространенного, а именно *сахарометра Солейля*, французского оптика, уже умершего, но передавшего свою фирму Дюбоску. Чтобы представить себе принцип устройства этого прибора (для простоты ознакомления с устройством разных частей), представим себе, что перед трубкой, содержащей сахарный раствор, находится источник света, испускающий (или пропускающий) только какие-нибудь простые лучи, например красные лучи, и что эти лучи идут сперва чрез призму Николя и, следовательно, в ней поляризуются; потом идут чрез сахарный раствор, потом чрез пластинку кварца, потом снова чрез призму Николя, поставленную так, чтобы плоскость поляризации ее была перпендикулярна плоскости поляризации первой призмы, т. е., чтобы без кварца и раствора сахара свет не проникал бы чрез призмы. Кварцевая пластинка ставится не простая, а состоящая из двух, — одна отклоняет вправо, другая влево. Одна из них распилена пополам (в виде двух клиньев), так что части ее имеют неравную толщину в разных своих местах, как показано на фиг. 1, и могут быть надвинуты одна на другую, чрез что толщина кварцевого слоя может быть изменена. Если *ab* отклоняет вправо, то и *cd* — вправо, а *ef* — влево. Сдвинувши пластинки так, чтобы свет проходил чрез равные толщины обеих пластинок, правой и левой, мы получим кварцевую пластинку, не отклоняющую плоскость поляризации ни вправо, ни влево. При этом положении пластинок, дощечки, прикрепленные к каждой из частей распиленной пластинки, показывают *o*. Если теперь одну из этих частей пластинки, например *cd*, сдвинуть вправо, то свет пройдет чрез прежнюю толщину пластинка *ef* и чрез бóльшую толщину пластинок *ab* и *cd*; следовательно, плоскость поляризации отклонится вправо настолько, насколько бы отклонила вправо пластинка, толщина которой равна разности толщин, $ef + cd$ и *ab*, чрез которые проходит луч. Таким образом, меняя взаимное положение частей распиленной пластинки (оставляя наружные поверхности их параллельными), можно получить в результате кварцевую пластинку, отклоняющую плоскость поляризации на разный угол и в разные стороны. По линейкам, прикрепленным

к пластинкам (*ee'* и *vv'* фиг. 1), легко узнать, чрез какую толщину проходит свет в каждой части пластинки, при известном их положении. Так как кварцевая пластинка толщиною в 3.75 мм отклоняет плоскость поляризации на 90° (вправо или влево, если взять желтый свет), то если свет проходит, например, чрез пластинки *ef*, *ab* и *cd* так, что идет чрез 4.23 мм *ef* (отклоняется, например, вправо) и чрез 0.48 мм *ab* и *cd* (влево), то, значит, плоскость поляризации отклонится всеми пластинками только так, как бы она отклонилась одною пластинкою в 3.75 мм (= 4.23—0.48), и именно вправо на 90°. Если свет идет чрез 2.38 мм *ef* и чрез 2.97 [мм] *ab*+*cd*, то, значит, действует только 0.59 мм пластинки *ab* и *cd*, и они отклонят плоскость поляризации влево на 14° 16′, потому что угол отклонения плоскости поляризации пропорционален толщине пластинки, и, следовательно, если пластинка в 3.75 [мм] отклоняет на 90°, то пластинка в 0.59 [мм] отклонит на 14°16′. Если при таком положении пластинок, что узнается по линейкам, добавленным к пластинкам, уравновешивается отклоняющая способность сахарного раствора, помещенного перед кварцевыми пластинками,[1] то, значит, отклоняющая способность сахарного раствора прямо противоположна отклоняющей способности пластинок, т. е. взятый сахарный раствор отклоняет вправо на 14°16′. Такой прибор из двух кварцевых пластинок называется кварцевым *компенсатором* и находится при всех почти поляризационных приборах, устраиваемых Дюбоском — Солейлем, Фенцке и др.



Фиг. 1. Кварцевый компенсатор.

В том виде, в каком до сих пор мы изучали явления круговой поляризации, весьма было бы неудобно делать наблюдения и нельзя было бы достичь точных результатов, потому что: a) требовалось бы иметь источник света, дающий простой свет (например однородный красный), что весьма трудно добыть на практике; b) было бы невозможно достичь точных результатов, если бы требовалось уловить момент полного исчезания света, потому что свет исчезал бы не вдруг, а мало-помалу, глаз же неспособен ясно отличать момент наибольшей темноты. По этим причинам выбрали

[1] Т. е., если плоскость поляризации не изменит своего направления, пройдя чрез сахар и все пластинки.

другие способы для точного и скорого определения отклоняющей способности различных веществ. Чтобы дать себе некоторый отчет в этих приемах, должно остановиться на явлениях окрашивания, происходящих вследствие отклонения плоскостей поляризации. Они уже более удобны для наблюдения: 1) потому что для вызова их нужно брать белый, т. е. обыкновенный источник света и 2) потому что глаз гораздо яснее наблюдает разность в цветах, чем разность в количестве света или в степени его яркости или темноты.

Если в предыдущих опытах простой свет заменить сложным — белым (состоящим из многих цветных лучей), то нет ни одного положения анализатора, при каком свет (проходя чрез тело с круговою поляризациею) совершенно исчезает, а при разных углах наклонения поляризационных плоскостей или при разных поворотах анализатора появляются различные цвета, что̀ зависит от того, *что угол отклонения плоскости поляризации для разных* (разноцветных *спектровых*) *лучей не одинаков* и он тем больше, чем показатель преломления луча больше. Так что, взяв известный слой вещества, отклоняющего плоскость поляризации, если мы определим угол отклонения плоскости поляризации для красного луча, то найдем, что для желтого и фиолетового лучей он больше. Для кварцевой пластинки (т. е. для пластинки, выпиленной из горного хрусталя, перпендикулярно оси его кристаллов) толщиною в 3.75 мм угол отклонения для:

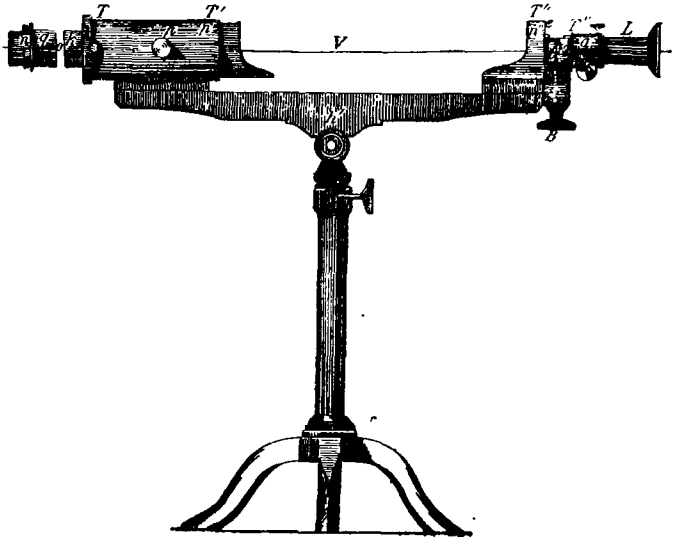
Красных лучей	. . . . . 71°
Желтых »	 90
Фиолетовых »	 154

Представим себе, что мы имеем две Николевы призмы, поставленные параллельно, т. е. так, что без введения тела с круговою поляризациею, свет проходит чрез обе призмы наилучшим образом. Поставим между ними нашу кварцевую пластинку (3.75 мм) и заставим давать желтый свет. Пройдя чрез кварцевую пластинку, плоскость поляризации отклонится на 90°, следовательно свет взойдет в анализатор (т. е. во вторую призму) таким образом, как будто бы поляризатор был повернут на 90°, а как при этом условии желтый свет не проходит, то мы и не увидим желтого цвета, смотря чрез анализатор на кварцевую пластинку. Мы предположили, что падающий цвет был чисто желтый (простой); но как желтый цвет не пройдет, следовательно, при указанном условии вовсе не будет проходить света, хотя поляризатор и анализатор стоят параллельно. Очевидно, что взяв ту же кварце-

вую пластинку и заставляя (вместо желтого) падать белый, т. е. сложный свет, мы не увидим его вполне, смотря в анализатор. Желтый цвет мы совершенно не увидим, а увидим часть всех других цветов, особенно же будут преобладать крайние цвета спектра — красный и фиолетовый. Потому белый свет, пройдя чрез поляризатор, кварцевую пластинку в 3.75 мм и чрез анализатор (параллельный поляризатору), не будет заключать желтого цвета (самого яркого из всех цветов спектра), следовательно, будет слаб и окрашен совокупностью остальных цветов спектра. В этой совокупности остальных цветов спектра преобладают красный и фиолетовый цвета, оттого происходящий свет кажется в этом случае лиловым, сходным с тем, какой свойствен цветкам льна. Этот цвет легко различается после двух-трех первых опытов, и мы увидим на следующих страницах (стр. 222) практические признаки его нахождения. Он называется *переходным цветом* (teinte de passage). Следовательно, появление его соответствует исчезновению желтых лучей спектра. Принято, отчасти условным образом, отчасти вследствие легкости отыскания переходного цвета, относить все явления круговой поляризации (т. е. такие, при которых замечается отклонение плоскости поляризации) к желтому цвету, т. е. к тому моменту, когда появляется переходный цвет. Этот выбор отчасти определяется и тем, что желтый цвет есть наиболее яркий из всех цветов спектра, видимых при разложении белого света и при исследовании и явлений круговой поляризации. Таким образом, если говорят, что данный сахарный раствор отклоняет плоскость поляризации на 10° — это значит, что *желтый* луч света, проходя чрез поляризатор, раствор и анализатор, только тогда пропадает, когда анализатор повернут на 10° от перпендикулярного положения, т. е. от того положения, когда всякий (следовательно и желтый свет), проходя только чрез поляризатор и анализатор, совершенно уничтожается. Следовательно, употребив белый свет и уклонив анализатор на 10°, мы увидим переходный цвет.

Так как угол отклонения плоскости поляризации для разных цветов различен, то ни при одном положении анализатора (если свет прошел чрез поляризатор и тело с круговою поляризациею) не будет полного исчезания света: всегда будут видны некоторые цвета. Между ними должно отыскать переходный цвет — что и будет соответствовать исчезанию наибóльшего количества света, а именно — исчезанию желтого света, составляющего некоторую долю всякого белого луча.

Чтобы отклонить многие неудобства, сопряженные с простым способом наблюдения явлений круговой поляризации, Солейль устроил и в своем приборе, изображенном сбоку и сверху на фиг. 2 и 3, приспособления, весьма облегчившие способ наблюдения и сделавшие их более точными. Заметим здесь, что принципы устройства *сахарометра* Солейля—Дюбоска довольно сложны, но способ употребления столь

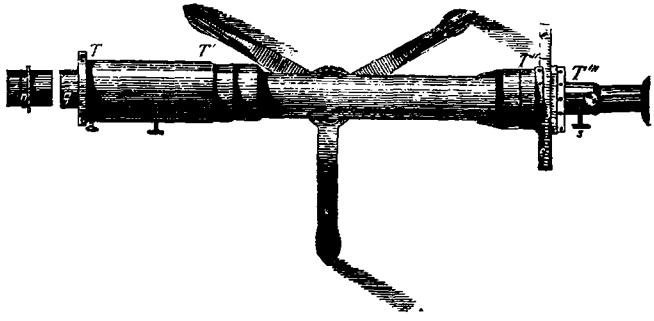


Фиг. 2. Сахарометр Солейля, измененный Фенцке, сбоку.

прост, что требует только двух-трех предварительных наблюдений, чтобы им пользоваться с точностью при сахарометрии. Все необходимые приемы мы опишем вслед за сим, а теперь дополним краткую теорию этого прибора, которую приводим здесь потому, что считаем весьма важным познакомить каждого из практикантов с принципами устройства тех приборов, которые ему придется употреблять, и потому, что в нашей учебной литературе мало распространено описание поляризационных приборов.[1]

[1] Цена полного сахарометра Солейля следующая: в Париже: [1)] J. Dubosq, Rue de l'Odéon, 21, au fond de la cour — сахарометр Солейля (saccharimètre Soleil) с четырьмя трубками (одна внутри серебряная для превращения сахара) 260 франков, или с доставкою в Петербург и с переводом—около 95 руб. 2) J. Salleron, Rue Pavée au Marais, 24 — сахарометр с двумя

Существенные части сахарометра[1] TT' и $T''T'''$. Свет солнца или от лампы падает на собирающее стекло, которое служит только для того, чтобы падающие лучи заставить итти в направлении, параллельном оси всего прибора. Вслед за тем помещена двупреломляющая призма p — она поляризует проходящий свет, так что плоскость поляризации проходит чрез ось прибора. Между стеклом и призмою p помещена непрозрачная пластинка (диафрагма) с круглым отверстием в 3 мм диаметром o, чтобы в прибор проникали



Фиг. 3. Сахарометр Фенцке сверху.

только лучи, собранные стеклом. Оттого-то, смотря в прибор, видим резко очерченный светлый кружок. Перед (ближе к глазу) двупреломляющею призмою (поляризатором) укреплена кварцевая пластинка p', состоящая из двух половинок g и d, как это видно на фиг. 4.

Оттого-то, смотря в прибор, видим, что светлый кружок разделен вертикальною чертою пополам. Эта черта означает место, где сложены оба полукруга, g и d. Одна из этих половинок выпилена из кварца, отклоняющего вправо, другая из левого сорта кварца, обе выпилены перпендикулярно главной кристаллической оси кварца и имеют одинаковую

медными трубками, с одною посеребренною, с боковою трубкою и термометром (для превращения сахара) 280 франков, т. е. в Петербург выписать — около 100 руб. У него же приборы для титрирования, обесцвечивания, измерения сахарного раствора и другие приборы, какие необходимы при сахарометрических определениях, все по Клерже (Nécessaire de M. Clerget) — 120 франков, или выписать в Петербург около 45 руб. В Берлине сахарометры приготовляет, по принципу Солейля, Фенцке (Ventzke), но цены его приборов мне неизвестны.

[1] См. фиг. 2 и 3.

толщину (3.75 мм). Вслед за этою пластинкою оставлено место, $T'VT''$, назначенное для трубки с раствором. В части $T''T'''$ помещены две кварцевых пластинки, которые мы уже раньше описали под названием *компенсатора*. Та пластинка, которая обозначена на фиг. 3 чрез p'', соответствует ef (фиг. 1), а те, которые означены здесь t и t', — распиленные части второй пластинки, означенные на фиг. 1 чрез ab и cd. Те линейки, которые прикреплены к этим распиленным частям второй пластинки, означены на фиг. 1 и 3 буквами ee' и vv'. Когда пластинки tt' поставлены так, что толщина их равна толщине пластинки p'', тогда на линейках совпадают нули.[1] Тогда плоскость поляризации не изменяется от прохождения чрез весь компенсатор $p''tt'$. За ним в части $T''T'''$ находится анализатор, помещенный так, что если бы не было пластинки p' (отклоняющей плоскость поляризации), то свет проходил бы вполне. Так как в приборе есть пластинка p', отклоняющая плоскость поляризации одною частью вправо, а другою влево, то свет проходит, и именно при указанном положении поляризатора и при толщине пластинки p' в 3.75 мм проходит именно тот особый (переходный) синевато-лиловый цвет, о котором мы выше говорили. Обе половинки пластинки p' (фиг. 4, g и d) пропускают тогда этот цвет. Этот цвет похож на тот, какой имеют цветки льна, и носит название *переходного цвета* — teinte de passage, Durchgangsfarbe. Вот главные части сахарометра.

Фиг. 4. Правая и левая кварцевые пластинки.

Если пластинки tt' будут поставлены так, что толщина их не равна толщине пластинки p'', то тотчас обе половинки окрасятся неравномерно, и это так легко заметить, что достаточно разности в толщине пластинок равной $^1/_{100}$ мм, чтобы для хорошего глаза ясно было различие в цвете обеих половинок — одна будет красноватая, другая синеватая. Это неравенство цветов зависит от того, что тогда компенсатор сам отклоняет плоскость поляризации и, положим, отклоняет вправо. Тогда свет, проходящий чрез ту часть пластинки p', которая отклоняет вправо, отклонит плоскость поляризации еще более вправо; свет же, проходящий чрез левую откло-

---

[1] При одной из линеек находится особый горизонтальный винтик, которым можно подвигать эту линейку для того, чтобы уставить на 0 тогда, когда толщины обеих пластинок компенсатора равны между собою; т. е. тогда, когда компенсатор не производит отклонения ни вправо, ни влево.

няющую половинку p', поляризуется в плоскости, менее отклоненной влево, а поляризованный белый свет, проходя чрез тела, неодинаково отклоняющие плоскость поляризации, при рассматривании анализатором, пропускает только часть своих лучей и неодинаково окрашивается. Это можно доказать на том же сахарометре, вынув пластинку p'. Поставим компенсатор на 0 — свет будет проходить белый, станем раздвигать пластинки tt' — свет будет мало-помалу появляться и будет иметь различные оттенки, смотря по толщине слоя tt'.

Итак, когда между пластинкою p' и анализатором нет тел, отклоняющих плоскость поляризации, или когда есть тела, равно и противоположно отклоняющие плоскости поляризации, тогда обе половинки светлого кружка, видимые в приборе, окрашены одинаково в переходный цвет, а когда есть какое-либо тело, отклоняющее плоскость поляризации (или когда компенсатор не уравновешивает другого отклонения), тогда в приборе видны два полукруга, неодинаково окрашенные. Подвигая пластинки tt', можно достичь того, что обе половинки будут окрашены одинаковым переходным цветом. При пластинках tt' находится снизу винт, двигающий их мало-помалу. На сколько сдвинуты они — узнается по линейке с делениями, приделанной наверху прибора и видной на фиг. 3. Зная, на сколько сдвинуты пластинки tt', мы узнаем, чрез какую толщину проходит в них свет, потому что заранее определено, какая толщина пластинок соответствует каждому положению винта и каждому числу делений линейки. Положим, что: a) подвижные (распиленные) пластинки tt' сделаны из кварца, отклоняющего влево, а пластинка p'' (фиг. 2) отклоняет вправо; b) что каждое деление линейки соответствует изменению толщины компенсатора в 0.01 мм;[1] c) что линейки показывают 0 — тогда, когда толщина tt' равна толщине p'' (нониус, прикрепляемый к одной линейке, дает возможность узнать передвижение на $^1/_{100}$ мм, если 10 делений другой линейки = миллиметру кварца) и положим, d), что в прибор поставлена трубка с жидкостью, отклоняющею плоскость поляризации и что e) при этом обе половинки кружка окрашиваются в одинаковый цвет только тогда, когда пластинки tt' сдвинуты и толщина их сделана больше, а именно, например, на 0.75 мм, т. е. на 75 делений. Это значит, что для уравновешивания отклоняющей способ-

[1] Так делаются деления на сахарометре Солейля, у Фенцке на $^1/_{10}$ с нониусом, что гораздо удобнее. У него деления имеют другое значение, чем у Солейля.

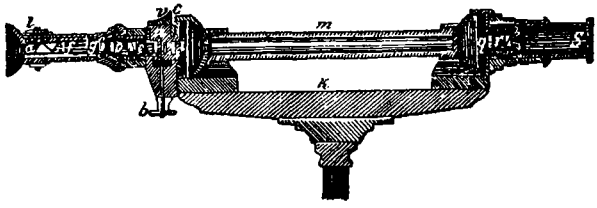
ности взятой жидкости, надо было увеличить толщину пластинки *tt'*, отклоняющей влево на 0.75 мм. Следовательно, жидкость отклоняет вправо, и именно настолько, насколько кварцевая пластинка в 0.75 мм. А как кварцевая пластинка в 3.75 мм отклоняет на 90°, то в 0.75 [мм] отклонит на x:

$$3.75 : 0.75 = 90° : x,$$

откуда

$$x = 90° \frac{0.75}{3.75} = 18°.$$

Следовательно, взятый слой жидкости отклоняет вправо на 18°. Эта-то отклоняющая способность и определяется сахарометром. Чтобы дополнить описание частей этого прибора, должно упомянуть, что вслед за анализатором (а именно ближе к глазу) в сахарометре Солейля находится еще один



Фиг. 5. Разрез сахарометра Солейля.

прибор, не имеющий существенного значения, но облегчающий возможность получения точных результатов.[1] Для этого в той части трубы, в которую смотрят, укреплены (начиная от анализатора): a) кварцевая пластинка, выпиленная перпендикулярно оси кристалла, служащая для малого отклонения плоскости поляризации в одну из сторон; b) галилеева зрительная труба, состоящая из двояковыпуклого и двояковогнутого стекол и служащая для собирания лучей и для увеличения. Она может быть сдвинута и раздвинута, смотря по свойству глаза наблюдателя, для того чтобы сделать изображение более ясным; c) перед этою трубкою укреплена призма Николя, служащая анализатором для кварцевой пластинки. Таким образом, анализатор *c* (фиг. 5), кварцевая пластинка *o* и анализатор *a* составляют поляризационную систему, посредством которой можно произвести какой угодно

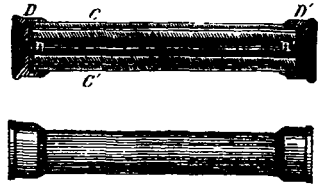
[1] В приборе Фенцке этот снаряд помещается в передней части прибора и для управления им приделан особый длинный винт, не видный на нашей фигуре.

цвет, поворачивая ту трубку, в которой находятся эти последние части.

Чрез это достигается то важное удобство, что наблюдатель может выбрать себе тот самый цвет, при котором ему удобнее всего видеть малые разности в оттенках. Известно, что многие глаза неясно отличают цвета, переходные от синего к зеленому или тому подобные. Повертывая трубку с *a* (фиг. 5) и установив линейку на 0°, наблюдатель выбирает тот цвет, при котором для него яснее всего видна разность в окрашивании обеих половинок светлого поля, разность, происходящая при малом движении винта *b* (фиг. 5 или винта *B* на фиг. 2), сдвигающего и раздвигающего пластинки компенсатора. Выдвигая или вдвигая ту же самую трубку, наблюдатель сделает расстояние стекол галилеевой трубки столь великим, как требует близорукость или дальнозоркость его глаз. Итак, вся та часть сахарометра, к которой прикладывается глаз, служит для приспособления прибора к свойствам глаз наблюдателя. Потому-то она и называется *producteur des teintes sensibles* (производителем чувствительного оттенка). Для бóльшей части наблюдателей синевато-фиолетовый оттенок, свойственный цветкам обыкновенного льна, есть самый удобный для замечания малейших изменений в окрашивании. Раз выбрав известный оттенок, наблюдатель должен относить к нему свои определения. При каждом наблюдении советуем поступать следующим образом: когда компенсатор уже почти уравновешивает отклонение взятого вещества, т. е., когда обе половинки окрашены, повидимому, одинаковым цветом, то должно вращать в одну сторону трубку с производителем чувствительного оттенка — чрез это окрашивание обеих половинок станет изменяться. Если при каком-либо повороте будет заметна разность в окрашивании обеих половинок, то должно двигать компенсатор, пока не сделаются цвета обеих половинок равными. Тогда опять можно еще раз повернуть трубку с производителем чувствительного оттенка и таким образом можно дойти до оттенка, при котором наблюдателю всего яснее видна разность окрашивания.

Чтобы дополнить описание сахарометра, упомянем о том, что он стоит на треножнике и в шарнире h' (фиг. 2), может вращаться, чрез чтó легко направляется на какой-либо источник света, например на освещенную часть неба или на свет лампы. В пространство $T'VT''$ (фиг. 2) вставляется особая трубка (металлическая), разрез которой виден на фиг. 5 и представлен на ней буквою *m*. Та же самая трубка

изображена на фиг. 6 уменьшенною в длину около в 4 раза противу натуральной величины. По концам трубки вставлены два параллельных стекла. Расстояние между внутренними поверхностями этих стекол делается обыкновенно равным 200 мм (20 см). Для того случая, когда к испытуемой жидкости примешивается какая-либо жидкость, например, кислота, требуемая для превращения, обыкновенно к прибору прилагается другая трубка, длиною в 22 см (внутри стеклянная или серебряная). Эти 22 см соответствуют 20 см длины нормальной трубки, потому что всего, что прибавляют, берут всегда $^1/_{10}$ по объему. Положим, что у нас был сахарный раствор в трубке длиною 20 см и мы определили его отклонение соответственно равным 1 мм кварцевой пластинки (другими словами, он отклоняет плоскость поляризации на 24°). Возьмем 100 объемов этого сахарного раствора и прибавим к ним 10 объемов воды или другой какой жидкости, не действующей на плоскость поляризации, и вольем этот разбавленный раствор в трубку, длиною в 22 см. Очевидно, что отклонение опять будет соответствовать 1 мм кварца (или 24°), потому что в этом растворе на длине 22 см свет встретит столько же отклоняющих частичек сахара, как на длине 20 см при первом опыте, когда не была еще добавлена вода.



Фиг. 6. Трубка для сахарного раствора.

Итак, все наблюдения в сахарометре относятся к нормальной длине 20 см.[1]

Зная принцип устройства сахарометра, уже легко понять способ его употребления и практическое значение выводов, им доставляемых. Мы говорили уже ранее, что отклоняющая способность:

Кристаллического сахара при обыкновенной температуре . .		правая	74°
Правой глюкозы		»	53°
Левой глюкозы, при 15° (на 1° изменение = 0.75) . . .		левая	101°
Превращенного сахара 15° (на 1° » = 0.37) . . .		»	26°

Объясним, что это значит и именно только для одного кристаллического сахара, потому что остальное будет по-

[1] При физико-химических исследованиях обыкновенно нормальною длиною признается 10 см, т. е. дециметр.

нятно без дальнейших объяснений. Мы уже знаем, что для разных цветов плоскость поляризации отклоняется различно одним и тем же телом и знаем также, что для переходного цвета, teinte de passage, к которому относятся наблюдения с сахарометром, отклонение кварцевою пластинкою в 3.75 мм равно 90°. Следовательно, отклонения, соответствующие толщине:

В 1 мм кварцевой пластинки = 24°
» 2 » » » = 48°
» 3 » » » = 72°
» 4 » » » = 96°
» 5 » » » = 120°

Возьмем теперь сахарный раствор, содержащий b долей по весу сахара (следовательно b показывает, какая часть грамма или фунта сахара находится в 1 г или фунте сахарного раствора); определим его удельный вес d, вольем его в трубку длиною в l дециметров (если длина трубки дана в сантиметрах, то l равно числу сантиметров, деленному на 10) и определим, сколькими миллиметрами кварца компенсируется отклоняющая способность этого раствора; следовательно, узнаем, каков угол отклонения плоскости поляризации для этого раствора. Назовем его a. Сделаем многие подобные наблюдения. Всю совокупность этих наблюдений для раствора сахара можно выразить формулою, данною Био (Biot):

$$74 = \frac{a}{l \cdot b \cdot d},^{1}$$

т. е. если для каждого из наблюдений разделим величину полученного угла a на произведение из плотности раствора d, крепости его b и длины взятого слоя l, то для сахара получим постоянную величину 74°. Спрашивается, например, какова должна быть крепость сахарного раствора, чтобы его компенсировала пластинка толщиною в 1 мм, когда взята трубка длиною в 20 см? Решить легко, стоит только положить $a = 24°$, потому что 1 мм кварца и соответствует 24°, $l = 2$, потому что 20 см = 2 дм; подставив эти величины в предыдущее выражение, получим:

$$74° = \frac{24°}{2 \cdot b \cdot d}.$$

[1] Некоторые признают отклоняющую способность сахара не 74°, а 73.8°, другие 73.5°, третьи 72°, — числа, впрочем, близкие между собой. Разность, вероятно, зависит от температуры, от способов очищения и т. п.

Требуется определить произведение $b \cdot d$. Оно равно, решая предыдущее уравнение:

$$b \cdot d = \frac{24}{74 \cdot 2} = 0.1622.$$

А так как произведение $b \cdot d$ показывает, сколько частей грамма сахара должно взять, чтобы получить 1 см³ сахарного раствора,[1] то для составления искомого раствора должно взять 0.1622 г сахара и растворить его в таком количестве воды, чтобы вышел 1 см³, т. е. должно отвесить 16.22 г сахара, положить его в сосуд, вмещающий 100 см³, т. е. 100 г воды (при 4° Ц) и долить водою. Такой раствор, налитый в трубку длиною в 200 мм (20 см или 2 дм), отклонит плоскость поляризации на 24°, т. е. будет компенсироваться пластинкою кварца в 1 мм толщиною или 100 делениями сахарометра Солейля (или 62 делениями сахарометра Фенцке).

Обыкновенно признают, впрочем, что для компенсации 1 мм кварца требуется раствор, 100 см³ которого содержат 16.47 г чистого кристаллического сахара. На этом основаны таблицы, прилагаемые нами на следующих страницах и составляющие принадлежность всякого сахарометра.

На линейке (ee', фиг. 3 и G, фиг. 8), прикрепленной к одной из подвижных кварцевых пластинок сахарометра, означены деления, соответствующие изменению в толщине на $^1/_{100}$ мм; следовательно, если для компенсации потребен 1 мм кварца, то винт, раздвигающий пластинки, должно поворачивать до тех пор, пока 0 делений (или 0 нониуса) не будет совпадать с 100 делениями линейки. Чтобы про-

---

[1] Для доказательства справедливости этого, припомним, что b показывает, сколько находится сахара в растворе, вес которого равен 1, и что d есть вес 1 см³ такого раствора. Каков будет объем смеси, если мы возьмем b частей сахара и $1-b$ частей воды? Положим, что он будет $= x$ см³. Вес 1 см³ такого раствора $= d$, следовательно, x см³ будут весить $x \cdot d$. Этот вес, очевидно, будет равен сумме веса взятых тел, т. е. $b + 1 - b$, или 1; следовательно, $1 = xd$, откуда $x = \frac{1}{d}$. Следовательно, в $\frac{1}{d}$ см³ раствора будет b частей сахара; спрашивается: сколько частей по весу будет сахара в 1 см³? Легко решить пропорциею. Если в $\frac{1}{d}$ см³ находится b частей, то в 1 см³ будет y. Следовательно $\frac{1}{d} : 1 = b : y$, откуда $y = b \cdot d$, т. е. произведение $b \cdot d$ показывает, сколько граммов сахара должно взять, чтобы получить 1 см³ раствора.

верить деления линейки, достаточно взять раствор вышеозначенной крепости[1] и определить, какая толщина кварца компенсирует отклонение, производимое этим раствором. Если деления сделаны верно, то число делений линейки должно быть равно 100, что́ и = 1 мм.

Итак, 100 делений линейки соответствуют содержанию 16.47 г сахара в 100 см³ (или 164.7 г в 1000 см³, или литре). Если возьмем такой раствор сахара, который в 100 см³ содержит 8.23 или 32.94 и т. д. граммов сахара, то для компенсации потребуется $^1/_2$ или 2 и т. д. миллиметров кварца, т. е. 0 на одной линейке будет показывать 50 или 200 (обыкновенно линейка имеет только 130 делений для отклонения вправо и 40 делений для отклонения влево). Обратно: если мы найдем, что для компенсации потребно m миллиметров кварца или, что все равно, число делений на линейке будет 100 m, то в 100 см³ такого сахарного раствора заключается 16.47 m граммов сахара.

Итак, *если имеется чистый сахарный раствор, не содержащий никаких посторонних примесей, действующих на плоскость поляризации, то для определения его крепости наливают его в трубку D (фиг. 8), длиною в 20 см и, передвигая винт F, останавливаются тогда, когда оба разноцветные полукруга не примут одного и того же цвета. Тогда отсчитывают на линейке G (или на нониусе, подле него находящемся) число делений A. По прилагаемой таблице найдем, сколько граммов сахара находится в 100 см³ такого раствора. Это число граммов означено в прилагаемой таблице, в графе, обозначенной B.*

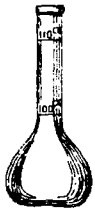
Такой прямой способ определения крепости сахарного раствора применим к немногим случаям, потому что весьма редко приходится исследовать раствор, не содержащий превращенного сахара или других подмесей, действующих на плоскость поляризации. Впрочем, свежевыжатый сок свекловицы и тростникового сахара почти пригоден для подобного определения, потому что или не содержит или содержит очень мало других тел, отклоняющих плоскость поляризации, каковы: глюкозы, белковина, аспарагин и т. п. *Для определения крепости свежевыжатого сока свекловицы берут 100 см³ сока и прибавляют 10 см³ раствора основного*

[1] Чтобы составить его, отвешивают 16.47 г (или, лучше, 16.22, но тогда таблицы должно изменить) сухого и чистого сахара и разбавляют водою в стклянке емкостью в 100 см³. Все необходимое для этого находится в том несессере Клерже, который продается у Саллерона.

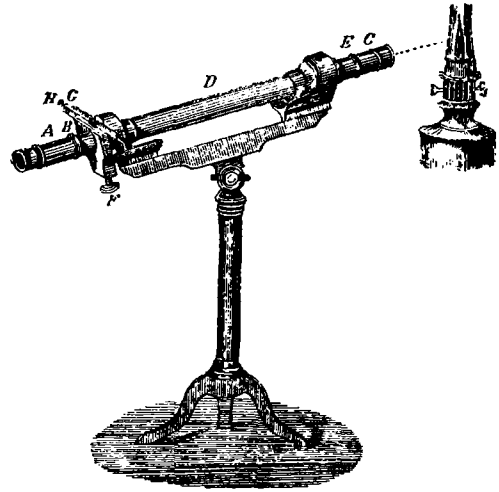
уксуснокислого свинца,[1] *смесь взбалтывают, дают немного отстояться, процеживают в трубку длиною в 22 см*,[2] *определяют, сколько делений А линейки соответствует этому раствору и по таблице находят число В граммов сахара, заключающегося в 100 см*^{3} *сока*. Раствор свинцового сахара прибавляется для обесцвечивания сока, для чего служит и процеживание, при котором берут стеклянную воронку и в нее кладут бумажную (из неклеенной бумаги) цедилку.

Фиг. 7 изображает колбу с двумя чертами, какую должно употреблять для смешения сока с раствором основного уксуснокислого свинца.

Фиг. 8 изображает общее расположение сахарометра во время наблюдения. Лампу должно ставить очень близко к отверстию сахарометра.



Фиг. 7.



Фиг. 8. Общее расположение сахарометра Солейля.

Винтик *H* служит для того, чтобы устанавливать 0 линейки с делениями противу 0 другой линейки, когда в трубку налита вода и когда обе половинки окрашены в один и тот же цвет. Когда дан чистый сахар, или крепкий сахарный сироп, *не содержащий глюкоз*, то истинное количество сахара, заключающееся в них, определяется следующим способом: отвешивают 16.47 г испытуемого сахара, кладут его в колбу, имеющую емкость 100 см^3, и наполняют до этого объема

[1] Для приготовления его берут 100 г свинцового сахара, 900 г воды и 70 г свинцового глета, смесь нагревают и процеживают.

[2] Такая трубка всегда прилагается к сахарометру.

водою, вливают в трубку[1] длиною в 20 см и определяют число делений компенсатора, когда он уравновешивает отклонение раствора. Это число прямо покажет процент сахара. В самом деле, если окажется, что компенсатор должно раздвинуть на 85 делений — это значит, что отвешенный сахар содержит 85% чистого сахара, потому что 16.47 г чистого сахара требуют для компенсации 100 делений. Если дан окрашенный раствор сахара, то его обесцвечивают углем.

Итак, в слабых сахарных растворах определяют содержание сахара, наблюдая, какая толщина кварца компенсирует отклонение столба в 20 см длиною; по таблице находят, сколько граммов сахара находится в 100 см³, а для очень крепких сиропов или твердого сахара берут 16.47 г, растворяют до 100 см³ и, по числу делений, прямо находят процентное содержание сахара.

Чтобы показать, каково применение приведенной таблицы [стр. 209], должно заметить, что грамм соответствует 22.516 долям русского веса.

16.47 г	. . . . .	3.862 золотника
1000 »	. . . . .	2.443 фунта
100 см³	. . . . .	6.1024 куб. дюйма
100 »	. . . . .	0.0654 штофа

Итак, если определено, например, что 100 см³ сока содержат 2.7 г сахара, и желательно знать, сколько фунтов сахара можно извлечь из одного ведра сока, то, переведя на русские весы, найдем, что 0.0651 штофа или (так как в ведре 8 штофов) $\frac{0.0651}{8}=0.0081$ ведра содержат $\frac{2.7}{1000}$ 2.443, или 0.0066 фунта сахара, следовательно одно ведро содержит x фунта сахара.

$$0.0081 : 1 = 0.0066 : x,$$

откуда

$$x=\frac{0.0066}{0.0081},$$ или 0.81 фунта сахара.

Еще удобнее иногда для практических целей исчислить количество сахара по процентам веса, т. е. определять,

---

[1] Если требуется обесцвечение и если к 100 см³ раствора прибавлено 10 см³ основного уксуснокислого свинца, то берут трубку длиною в 22 см.

Таблица, показывающая отношение между числом *A* делений линейки[1] сахарометра (*G*. фиг. 8) и количеством *B* граммов кристаллического сахара, находящегося в 100 см³ раствора

A	*B*	*A*	*B*	*A*	*B*
1	0.164	45	7.411	89	14.654
2	0.329	46	7.576	90	14.823
3	0.494	47	7.741	91	14.988
4	0.658	48	7.906	92	15.153
5	0.823	49	8.070	93	15.318
6	0.998	50	8.235	94	15.482
7	1.152	51	8.400	95	15.674
8	1.317	52	8.564	96	15.812
9	1.482	53	8.729	97	15.976
10	1.647	54	8.894	98	16.141
11	1.814	55	9.059	99	16.306
12	1.876	56	9.223	100	16.471
13	2.141	57	9.388	101	16.635
14	2.305	58	9.553	102	16.800
15	2.470	59	9.717	103	16.965
16	2.635	60	9.882	104	17.129
17	2.800	61	10.047	105	17.294
18	2.964	62	10.212	106	17.459
19	3.129	63	10.376	107	17.623
20	3.294	64	10.541	108	17.788
21	3.458	65	10.706	109	17.953
22	3.623	66	10.870	110	18.118
23	3.788	67	11.035	111	18.282
24	3.953	68	11.200	112	18.447
25	4.117	69	11.384	113	18.612
26	4.282	70	11.529	114	18.716
27	4.447	71	11.694	115	18.941
28	4.611	72	11.859	116	19.106
29	4.776	73	12.023	117	19.211
30	4.941	74	12.188	118	19.435
31	5.106	75	12.353	119	19.600
32	5.270	76	12.517	120	19.765
33	5.435	77	12.682	121	19.929
34	5.600	78	12.847	122	20.094
35	5.764	79	13.012	123	20 259
36	5.929	80	13.176	124	20 424
37	6.094	81	13.441	125	20.588
38	6.258	82	13.506	126	20.753
39	6.423	83	13.670	127	20.918
40	6.588	84	13.835	128	21.082
41	6.753	85	14.000	129	21.247
42	6.917	86	14.125	130	21.421
43	7.082	87	14.329		
44	7.247	88	14.494		

[1] Считая, что каждое деление соответствует $^1/_{100}$ мм кварцевой пластинки, а следовательно, 1 мм = 100 делениям. Когда линейка показывает десятые доли миллиметра, то по нониусу узнается число сотых.

сколько в 100 частях по весу данного раствора находится частей сахара Чтобы найти это число, достаточно знать величину B, найденную из таблицы, и определить обыкновенным волчком плотность данного раствора. Плотность (удельный вес) раствора показывает вес кубического сантиметра данного раствора; помножив его на 100, получим вес 100 см³, а по таблице найдем, сколько (B) граммов в 100 см³; следовательно, если найденная плотность равна d, а B — содержание сахара, то

$$100d : B = 100 : x,$$

откуда

$$x = \frac{B}{d}.$$

Следовательно, разделивши число, найденное по таблице (соответственно показанию сахарометра), на плотность взятого раствора (найденную волчком или ареометром), получим число частей сахара в 100 частях по весу (а B показывало число весовых частей в 100 частях по объему) взятого раствора. Так, положим, нашли, что добытый сок свекловицы имеет плотность 1.031, что компенсатор показал при испытании 70 делений, что по таблице соответствует содержанию 11.529 г сахара в 100 см³ сока. Значит, в 100 частях сока по весу заключается $\frac{11.529}{1.031}$ или 11.2% сахара.

Заметим здесь что определение сахарометром содержания сахара в свекловичном соке, можно считать точным до 0.2%, т. е. если получим 10.7, то истинное содержание сахара — от 10.5 до 10.9. Чтобы определить, сколько пудов сахара содержатся в 100 пудах свеклы, для этого берут n фунтов свеклы, выжимают из них весь сок, определяют вес его m фунтов и находят, сколько процентов сахара заключается в этом соке. Положим, что число процентов $= p$, тогда из 100 фунтов свеклы извлекается сахара в виде сока

$$\frac{pm}{n} \text{ фунтов.}$$

Так, например, если из 10 фунтов свеклы добыли 8.5 фунта сока и этот сок содержит 11.2% сахара, то в 100 фунтах (или пудах) свеклы извлекается сахара в виде сока

$$\frac{11.2 \times 8.5}{10}, \text{ или } 9.5 \text{ фунта (пуда).}$$

Для каждого, кто сколько-нибудь обращает внимание на ход своей промышленности, очевидно весьма важно постоянно делать подобные сахарометрические исследования.

В большей части случаев, встречающихся в практике, кристаллический сахар, отклоняющий плоскость поляризации вправо на 74°, сопровождается превращенным сахаром или другими глюкозами, или вообще веществами, отклоняющими плоскость поляризации. Если эти вещества отклоняют вправо, то найденное число будет больше действительного, если мы сделаем одно определение. Обратно — если подмешанные вещества отклоняют влево, то найденное число будет меньше истинного числа процентов кристаллического сахара. Чтобы отыскать это последнее, прибегают к следующему способу: *испытываемый раствор (если он окрашен, то его обесцвечивают, оставляя с углем и процеживая) испытывают сперва простым способом, потом смешивают*[1] *с* $^1/_{10}$ *по объему (в стклянке, фиг. 7) дымящейся соляной кислоты, нагревают* $^1/_4$ *часа на спиртовой лампе в воде до 70°, охлаждают до обыкновенной температуры, определяют температуру раствора и, влив его в трубку длиною 22 см (для этого берут стеклянную трубку, прилагаемую при сахарометрах), определяют отклонение, производимое раствором*, т. е. замечают число делений или на сколько должно раздвинуть пластинки компенсатора, чтобы вновь дойти до одноцветности обоих полукругов, видных в трубку сахарометра. Назовем найденное таким образом число делений *вторым, а первым* числом назовем число делений, соответствующее неизмененному раствору. Если первое число показывало отклонение вправо, то второе число обыкновенно показывает отклонение влево, т. е., если при первом определении нужно было сдвигать пластинки компенсатора, то при втором требуется их раздвигать, или обратно. Если так, то должно сложить первое и второе числа и в столбце, соответствующем температуре наблюдения, отыскать число, приближающееся к найденному. Если нашли такое число, то в той же строке справа в последнем столбце найдем число, указывающее истинное количество граммов кристаллического сахара в 1000 см³ раствора. Заметим только, что прилагаемая таблица [стр. 213—217], составленная Клерже, показывает измерения по кварцевому компенсатору. Поло-

[1] Берут свежий раствор, к которому не было прибавлено основного уксуснокислого свинца.

жим, что *первое* число равно 75 делениям (т. е. по предшествовавшему обозначению 75 делениям линейки) вправо и *второе* число (после превращения, испытанного от действия кислоты) равно 20 делениям влево и что температура = 15° (температуры по термометру Цельзия, для наблюдения их и приложен при несессере Клерже, продающемся у Саллерона, термометр). Сумма = 95. В столбце, соответствующем 15°, находим число 95.5, близкое к найденной сумме. В той же строке предпоследний столбец *A* даст число 70, показывающее, что в 1000 см³ (или в литре) исследуемого сахарного раствора находится 115.29 г кристаллического сахара, или в 100 см³ 11.53 г, а не 12.35, как можно было бы думать, если бы не сделали превращения, а судили бы только по тому, что (по предыдущей таблице) отклонение неизмененного раствора = 75 делениям линейки.

Если после действия кислот, что случается нередко, отклонение сохранит свое направление, т. е. останется вправо, хотя будет иметь меньшее значение, то должно вычесть второе число из первого и по найденной разности отыскать в прилагаемой таблице истинное содержание кристаллического сахара точно так, как указано было для того случая, когда берется сумма. Так, например, положим, что первое число было вправо 83, а второе число вправо же, но только 12, при 20°, то разность = 71. В столбце, соответствующем 20°, находим 71.0, что́ соответствует 53 делениям для чистого сахара или показывает, что в 1000 см³ раствора 87.29 г сахара, или в 100 см³ 8.73 г сахара.

Для точности вывода должно стараться, чтобы температура, при которой получено первое число, была равна температуре, при которой должно найти второе число, что́ объяснится из того, что́ будет сказано после таблицы.

Подобное определение содержания кристаллического сахара гораздо точнее того первого способа, о котором мы говорили до сих пор. Первый способ называется способом без превращения, или без инверсии, а второй сахарометрическим способом с инверсиею (инверсиею называется превращение, претерпеваемое сахаром от действия кислот). Точность этого способа зависит от того, что при нем посторонние примеси, оказывающие действие на плоскость поляризации, приняты во внимание, как мы это тотчас объясним.

Таблица для сахарометрического способа, соединенного с инверсией

Сумма или разность первого и второго чисел при температуре (Цельзия)														Искомые	
10°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	30°	35°	*A*	*B*
1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1	1.64
2.8	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.5	2	3.29
4.2	4.1	4.1	4.1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.9	3.9	3.8	3	4.94
5.6	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.2	5.1	4	6.58
6.9	6.8	6.8	6.8	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.6	6.6	6.6	6.4	6.3	5	8.23
8.3	8.2	8.2	8.1	8.1	8.1	8.0	8.0	8.0	7.9	7.9	7.9	7.7	7.6	6	9.98
9.7	9.5	9.5	9.5	9.4	9.4	9.4	9.3	9.3	9.3	9.3	9.2	9.0	8.8	7	11.52
11.1	10.9	10.9	10.8	10.8	10.8	10.7	10.7	10.6	10.6	10.6	10.5	10.3	10.1	8	13.17
12.5	12.3	12.2	12.2	12.1	12.1	12.1	12.0	12.0	11.9	11.9	11.8	11.6	11.4	9	14.82
13.9	13.6	13.6	13.5	13.5	13.4	13.4	13.3	13.3	13.2	13.2	13.1	12.9	12.6	10	16.47
15.3	15.0	15.0	14.9	14.8	14.8	14.7	14.7	14.6	14.6	14.5	14.5	14.2	13.9	11	18.11
16.7	16.4	16.3	16.3	16.2	16.1	16.1	16.0	16.0	15.9	15.8	15.8	15.5	15.2	12	19.76
18.1	17.7	17.7	17.6	17.5	17.5	17.4	17.3	17.3	17.2	17.2	17.1	16.8	16.4	13	21.41
19.5	19.1	19.0	19.0	18.9	18.8	18.8	18.7	18.5	18.5	18.5	18.4	18.1	17.7	14	23.05
20.8	20.5	20.4	20.3	20.2	20.2	20.1	20.0	19.9	19.9	19.8	19.7	19.3	19.0	15	24.70
22.2	21.8	21.8	21.7	21.6	21.5	21.4	21.4	21.3	21.2	21.1	21.0	20.6	20.2	16	26.35
23.6	23.2	23.1	23.0	22.9	22.9	22.8	22.7	22.6	22.5	22.4	22.3	21.9	21.5	17	28.00
25.0	24.6	24.5	24.4	24.3	24.2	24.1	24.0	23.9	23.8	23.8	23.7	23.2	22.8	18	29.64
26.4	25.9	25.8	25.7	25.6	25.5	25.5	25.4	25.3	25.2	25.1	25.0	24.5	24.0	19	31.29
27.8	27.3	27.2	27.1	27.0	26.9	26.8	26.7	26.6	26.5	26.4	26.3	25.8	25.3	20	32.94
29.2	28.7	28.6	28.4	28.3	28.2	28.1	28.0	27.9	27.8	27.7	27.6	27.1	26.6	21	34.58
30.6	30.0	29.9	29.8	29.7	29.6	29.5	29.4	29.3	29.1	29.0	28.9	28.4	27.7	22	36.23
32.0	31.4	31.3	31.2	31.0	30.9	30.8	30.7	30.6	30.5	30.4	30.2	29.7	29.1	23	37.88
33.4	32.8	32.6	32.5	32.4	32.3	32.2	32.0	31.9	31.8	31.7	31.6	30.9	30.4	24	39.53
34.7	34.1	34.0	33.9	33.7	33.6	33.5	33.4	33.2	33.1	33.0	32.9	32.2	31.6	25	41.17
36.1	35.5	35.4	35.2	35.1	35.0	34.8	34.7	34.6	34.4	34.3	34.2	33.5	32.9	26	42.82

Продолжение

Сумма или разность первого и второго чисел при температуре (Цельзия)														Искомые	
10°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	30°	35°	*A*	*B*
37.5	36.8	36.7	36.6	36.4	36.3	36.2	36.1	35.9	35.8	35.6	35.5	34.8	34.1	27	44.47
38.9	38.2	38.1	37.9	37.8	37.7	37.5	37.4	37.2	37.1	37.0	36.8	36.1	35.4	28	46.11
40.3	39.6	39.4	39.3	39.1	39.0	38.9	38.7	38.5	38.4	38.3	38.1	37.4	36.7	29	47.76
41.7	40.9	40.8	40.6	40.5	40.3	40.2	40.0	39.9	39.7	39.6	39.4	38.7	37.9	30	49.41
43.1	42.3	42.2	42.0	41.8	41.7	41.5	41.4	41.2	41.1	40.9	40.8	39.9	39.2	31	51.06
44.5	43.7	43.5	43.4	43.2	43.0	42.9	42.7	42.6	42.4	42.2	42.1	41.3	40.5	32	52.70
45.9	45.0	44.9	44.7	44.5	44.4	44.2	44.0	43.9	43.7	43.6	43.4	42.6	41.7	33	54.35
47.3	46.4	46.2	46.1	45.9	45.7	45.6	45.4	45.2	45.0	44.9	44.7	43.9	43.0	34	56.00
48.6	47.8	47.6	47.4	47.2	47.1	46.9	46.7	46.5	46.4	46.2	46.0	45.1	44.3	35	57.64
50.0	49.1	49.0	48.8	48.6	48.4	48.2	48.1	47.9	47.7	47.5	47.3	46.4	45.5	36	59.29
51.4	50.5	50.3	50.1	49.9	49.8	49.6	49.4	49.2	49.0	48.8	48.6	47.7	46.8	37	60.94
52.8	51.9	51.7	51.5	51.3	51.1	50.9	50.7	50.5	50.3	50.2	50.0	49.0	48.1	38	62.58
54.2	53.2	53.0	52.8	52.6	52.4	52.3	52.1	51.9	51.7	51.5	51.3	50.3	49.3	39	64.23
55.6	54.6	54.4	54.0	54.0	53.8	53.6	53.4	53.2	53.0	52.8	52.6	51.6	50.6	40	65.88
57.0	56.0	55.8	55.5	55.3	55.1	54.9	54.7	54.5	54.3	54.1	53.9	52.9	51.9	41	67.53
58.4	57.3	57.1	56.9	56.7	56.5	56.3	56.1	55.9	55.6	55.4	55.2	54.2	53.1	42	69.17
59.8	58.7	58.5	58.3	58.0	57.8	57.6	57.4	57.2	57.0	56.8	56.5	55.5	54.4	43	70.82
61.2	60.1	59.8	59.6	59.4	59.2	59.0	58.7	58.5	58.3	58.1	57.9	56.8	55.7	44	72.47
62.5	61.4	61.2	61.0	60.7	60.5	60.3	60.1	59.8	59.6	59.4	59.2	58.0	56.9	45	74.11
63.9	62.8	62.6	62.3	62.1	61.9	61.6	61.4	61.2	60.9	60.7	60.5	59.3	58.2	46	75.70
65.3	64.1	63.9	63.7	63.4	63.2	63.0	62.7	62.5	62.3	62.0	61.8	60.6	59.4	47	77.41
66.7	65.5	65.3	65.0	64.8	64.6	64.3	64.1	63.8	63.6	63.4	63.1	61.9	60.7	48	79.06
68.1	66.9	66.6	66.4	66.1	65.9	65.7	65.4	65.2	64.9	64.7	64.4	63.2	62.0	49	80.70
69.5	68.2	68.0	67.7	67.5	67.2	67.0	66.7	66.5	66.2	66.0	65.7	64.5	63.2	50	82.35
70.9	69.6	69.4	69.1	68.8	68.6	68.3	68.1	67.8	67.6	67.3	67.1	65.8	64.5	51	84.00
72.3	71.9	70.7	70 5	70.2	69.9	69.7	69.4	69.2	68.9	68.6	68.4	67.1	65.8	52	85.64

Продолжение

Сумма или разность первого и второго чисел при температуре (Цельзия)													Искомые	
10°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	30°	35°	*A*	*B*
73.7	72.2	72.1	71.8	71.5	71.3	71.0	70.7	70.5	70.2	70.0	69.7	68.4	67.0	53	87.29
75.1	73.7	73.4	73.2	72.9	72.6	72.4	72.1	71.8	71.5	71.3	71.0	69.7	68.3	54	88.94
76.4	75.1	74.8	74.5	74.2	74.0	73.7	73.4	73.1	72.9	72.6	72.3	70.9	69.6	55	90.59
77.8	76.4	76.2	75.9	75.6	75.3	75.0	74.8	74.5	74.2	73.9	73.6	72.2	70.8	56	92.23
79.2	77.8	77.5	77.2	76.9	76.7	76.4	76.1	75.8	75.5	75.2	74.9	73.5	72.1	57	93.88
80.6	79.2	78.9	78.6	78.3	78.0	77.7	77.4	77.1	76.8	76.6	76.3	74.8	73.4	58	95.53
82.0	80.5	80.2	79.9	79.6	79.3	79.1	78.8	78.5	78.2	77.9	77.6	76.1	74.6	59	97.17
83.4	81.9	81.6	81.3	81.0	80.7	80.4	80.1	79.8	79.5	79.2	78.9	77.4	75.9	60	98.82
83.8	83.3	83.0	82.6	82.3	82.0	81.7	81.4	81.1	80.8	80.5	80.2	78.7	77.2	61	100.47
86.2	84.6	84.3	84.0	83.7	83.4	83.1	82.8	82.5	82.1	81.8	81.5	80.0	78.5	62	102.12
87.6	86.0	85.7	85.4	85.0	84.7	84.4	84.1	83.8	83.5	83.2	82.8	81.3	79.7	63	103.76
89.0	87 4	87.0	86.7	86.4	86.1	85.8	85.4	85.1	84.8	84.5	84.2	82.6	81.0	64	105.41
90.3	88.7	88.4	88.1	87.7	87.4	87.1	86.9	86.4	86.1	85.8	85.5	83.8	82.2	65	107.06
91.7	90.1	89.8	89.4	89.1	88.8	88.4	88.1	87.8	87.4	87.1	86.8	85.1	83.5	66	108.70
93.1	91.4	91.1	90.8	90.4	90.1	89.8	89.4	89.1	88.8	88.4	88.1	86.4	84.8	67	110.35
94.5	92.8	92.5	92.1	91.8	91.5	91.1	90.8	90.4	90.1	89.8	89.4	87.7	86.0	68	112.00
95.9	94.1	93.8	93.5	93.1	92.8	92.5	92.1	91.8	91.4	91.1	90.7	89.0	87.3	69	113.64
97.3	95.5	95.2	94.8	94.5	94.1	93.8	93.4	93.1	92.7	92.4	92.0	90.3	88.5	70	115.29
98.7	96.9	96.6	96.2	95.8	95.5	95.1	94.8	94.4	94.1	93.7	93.4	91.6	89.8	71	116.94
100.1	98.3	97.9	97.6	97.2	96.8	96.5	96.1	95.8	95.4	95.0	94.7	92.9	91.1	72	118.59
101.5	99.6	99.3	98.9	98.5	98.2	97.8	97.4	97.1	96.7	96.4	96.0	94.2	92.3	73	120.23
102.9	101.0	100.6	100.3	99.9	99.5	99.2	98.8	98.4	98.0	97.7	97.3	95.5	93.6	74	121.88
104.2	102.4	102.0	101.6	101.2	100.9	100.5	100.1	99.7	99.4	99.0	98.6	96.7	94.9	75	123.53
105.6	103.7	103.4	103.0	102.6	102.2	101.8	101.5	101.0	100.7	100.3	99.9	98.0	96.1	76	125.17
107.0	105.1	104.7	104.3	103.9	103.6	103.2	102.8	102.4	102.0	101.6	101.2	99 3	97.4	77	126.82
108.4	106.5	106.1	105.7	105.3	104.9	104.5	104.1	103.7	103.3	103.0	102.6	100.6	98.7	78	128.47

Продолжение

Сумма или разность первого и второго чисел при температуре (Цельзия)														Искомые	
10°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	30°	35°	*A*	*B*
109.8	107.8	107.4	107.0	106.6	106.2	105.9	105.5	107.7	104.7	104.3	103.9	101.9	99.9	79	130.12
111.2	109.2	108.8	108.4	108.0	107.6	107.2	106.8	109.1	106.0	105.6	105.2	103.2	101.2	80	131.76
112.6	110.6	110.2	109.7	109.3	108.9	108.5	108.1	110.4	107.3	106.9	106.5	104.6	102.5	81	133.41
114.0	111.9	111.5	111.1	110.7	110.3	109.9	109.5	111.7	108.6	108.2	107.8	105.9	103.7	82	135.06
115.4	113.3	112.9	112.5	112.0	111.6	111.2	110.8	113.0	110.0	109.6	109.1	107.2	105.0	83	136.70
116.8	114.7	114.2	113.8	113.4	113.0	112.6	112.1	114.4	111.3	110.9	110.5	108.5	106.3	84	138.35
118.1	116.0	115.6	115.2	114.7	114.3	113.9	113.5	115.7	112.6	112.2	111.8	109.7	107.5	85	140.00
119.5	117.4	117.0	116.5	116.1	115.7	115.2	114.8	117.0	113.9	113.5	113.1	111.0	108.8	86	141.65
120.9	118.7	118.3	117.9	117.4	117.0	116.6	116.1	118.4	115.3	114.8	114.1	112.3	110.0	87	143.29
122.3	120.1	119.7	119.2	118.8	118.4	117.9	117.5	119.7	116.6	116.2	115.7	113.6	111.3	88	144.94
123.7	121.5	121.0	120.6	120.1	119.7	119.3	118.8	121.0	117.9	117.5	117.0	114.9	112.6	89	146.59
125.1	122.8	122.4	121.9	121.5	121.0	120.6	120.1	122.4	119.2	118.8	118.3	116.2	113.9	90	148.23
126.5	124.2	123.8	123.3	122.8	122.4	121.9	121.5	123.7	120.6	120.1	119.7	117.5	115.1	91	149.88
127.9	125.6	125.1	124.7	124.2	123.7	123.3	122.8	125.0	121.9	121.4	121.0	118.9	116.4	92	151.53
129.3	126.9	126.5	126.0	125.5	125.1	124.6	124.1	126.3	123.2	122.8	122.3	120.1	117.6	93	153.18
130.7	128.3	127.8	127.4	126.9	126.4	126.0	125.5	127.7	124.5	124.1	123.6	121.4	118.9	94	154.82
132.0	129.7	129.2	128.7	128.2	127.8	127.3	126.8	126.3	125.9	125.4	124.9	122.6	120.2	95	156.47
133.4	131.0	130.6	130.1	129.6	129.1	128.6	128.2	127.7	127.2	126.7	126.2	123.9	121.4	96	158.12
134.8	132.4	131.9	131.4	130.9	130.5	130.0	129.5	129.0	128.5	128.0	127.5	125.2	122.7	97	159.76
136.2	133.8	133.4	132.8	132.3	131.8	131.3	130.8	130.3	129.8	129.4	128.9	126.5	124.0	98	161.41
137.6	135.1	134.6	134.1	133.6	133.1	132.7	132.2	131.7	131.2	130.7	130.2	127.8	125.2	99	163,06
139.0	136.5	136.0	135.5	135.0	134.5	134.0	133.5	133.0	132.5	132.0	131.5	129.0	126.5	100	164.71
140.4	137.9	137.4	136.8	136.3	135.8	135.3	134.8	134.4	133.8	133.3	132.8	130.3	127.8	101	166.35
141.8	139.2	138.7	138.2	137.7	137.2	136.7	136.2	135.7	135.1	134.6	134.1	131.6	129.0	102	168.00
143.2	140.6	140.1	139.6	139.0	138.5	138.0	137.5	137.0	136.5	135.0	135.4	132.9	130.3	103	169,65
144.6	142.0	141.4	140.9	140.4	139.9	139,4	138,8	138,3	137.8	137.3	136.8	134.2	131.6	104	171,29

Продолжение

Сумма или разность первого и второго чисел при температуре (Цельсия)														Искомые	
10°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	30°	35°	*A*	*B*
145.9	143.3	142.8	142.3	141.7	141.2	140.7	140.2	139.6	139.1	138.6	138.1	135.4	132.8	105	172.94
147.3	144.7	144.2	143.6	143.1	142.6	142.0	141.5	141.0	140.5	139.9	139.9	136.7	134.1	106	174.59
148.7	146.0	145.4	145.0	144.5	143.9	143.4	142.8	142.3	141.8	141.2	140.7	138.0	135.3	107	176.23
150.1	147.4	146.9	146.3	145.8	145.3	144.7	144.2	143.6	143.0	142.6	142.0	139.3	136.6	108	177.88
151.5	148.8	148.2	147.7	147.1	146.6	146.1	145.5	145.0	144.4	143.9	143.3	140.6	137.9	109	179.53
152.9	150.1	149.6	149.0	148.5	147.9	147.4	146.8	146.3	145.7	145.2	144.6	141.9	139.1	110	181.18
154.3	151.5	151.0	150.4	149.8	149.3	148.7	148.2	147.6	147.1	146.5	146.0	143.2	140.4	111	182.82
155.7	152.9	152.2	151.8	151.2	150.6	150.1	149.5	149.0	148.4	147.8	147.3	144.5	141.7	112	184.47
157.1	154.2	153.7	153.1	152.5	152.0	151.4	150.8	150.3	149.7	149.2	148.6	145.8	142.9	113	186.12
158.5	155.6	155.0	154.5	153.9	153.3	152.8	152.2	151.6	151.0	150.5	149.9	147.1	144.2	114	187.16
159.8	157.0	156.4	155.8	155.2	154.7	154.1	153.5	152.9	152.4	151.8	151.2	148.3	145.5	115	189.41
161.2	158.3	157.8	157.2	156.6	156.0	155.4	154.9	154.3	153.7	153.1	152.5	149.6	146.7	116	191.06
162.6	159.7	159.0	158.5	157.9	157.4	156.9	156.2	155.6	155.0	154.4	153.8	150.9	148.0	117	192 71
164.0	161.1	160.5	159.9	159.3	158.7	158.1	157.5	156.9	156.3	155.8	155.2	152.2	149.3	118	194.35
165.4	162.4	161.8	161.2	160.6	160.0	159.5	158.9	158.3	157.7	157.1	156.5	153.5	150.5	119	196.00
166.8	163.8	163.2	162.6	162.0	161.4	160.8	160.2	159.6	159.0	158.4	157.8	154.8	151.8	120	197.65
168.2	165.2	164.6	163.9	163.3	162.7	162.1	161.5	160.9	160.3	159.7	159.1	156.1	153.1	121	199.29
169.6	166.5	165.9	165.3	164.7	164.1	163.5	162.9	162.3	161.6	161.0	160.4	157.4	154.3	122	200.94
171.0	167.9	167.3	166.7	166.0	165.4	164.8	164.2	163.6	163.0	162.4	161.7	158.7	155.6	123	202.68
172.4	169.3	168.6	168.0	167.4	166.8	166.2	165.5	164.9	164.3	163.7	163.1	160.0	156.9	124	204.24
173.7	170.6	170.0	169.4	168.7	168.1	167.5	166.9	166.2	165.6	164.9	164.4	161.2	158.1	125	205.88
175.1	172.0	171.4	170.7	170.1	169.5	168.8	168.2	167.6	166.8	166.3	165.7	162.5	159.4	126	207.53
176.5	173.3	172.7	172.1	171.4	170.8	170.2	169.5	168.9	168.3	167.6	167.0	163.8	160.6	127	209.18
177.9	174.7	174.1	173.4	172.8	172.2	171.5	170.9	170.2	169.6	169.0	168.3	165.1	161.9	128	210.82
179.3	176.1	175.4	174.8	174.1	173.5	172.9	172.2	171.6	170.9	170.3	169.6	166.4	163.2	129	212.47
180.7	177.4	176.8	176.1	175.5	174.8	174.2	173.5	172.9	172.2	171.6	170.9	167.7	164.4	130	214.21

Два последние столбца [таблицы на стр. 213—217] имеют полное значение для способа без инверсии. *A* показывает наблюденное число делений линейки, выраженное в сотых долях миллиметра кварцевой пластинки. *B* означает число граммов сахара в 1000 см³ (или в литре) сахарного раствора, которого истинное содержание определяется числами столбца *A*. Когда для опыта взято 16.47 г сахара, то столбец *A* показывает прямой процент по весу.

Легко понять, как составлена эта таблица и на чем основан способ, соединенный с превращением. Употребляя его, принимают:

1) что, при действии нагретой соляной кислоты на данный раствор, весь кристаллический сахар, отклонявший вправо, — превращается в смесь глюкоз, отклоняющих плоскость поляризации влево. Это полное превращение кристаллического сахара вполне доказывается точными опытами;

2) что ни одно другое вещество, действующее на плоскость поляризации и находящееся в растворе, не меняет своих свойств при нагревании с кислотами. Это вполне справедливо для правой и левой глюкоз, для превращенного сахара и для большей части других веществ, встречающихся в сахарном растворе; но оно несправедливо для аспарагина, который находили в свекловице. Впрочем, количество его (так же, как и белкового вещества) в соке столь незначительно, что не может иметь значительного влияния на точность результата;

3) 95 частей кристаллического сахара дают 100 частей превращенного сахара (смеси глюкоз), отклоняющего плоскость поляризации влево на 26° при 15° и изменяющего этот угол на 0.37° для каждого 1° Ц. Итак при 15° Ц для превращенного сахара:

$$26° = \frac{a}{l \cdot b \cdot d},$$

а при температуре $t°$:

$$26 - 0.37\ (t - 15) = \frac{a}{l \cdot b \cdot d}.$$

Возьмем нормальный раствор чистого сахара, содержащий 164.7 г сахара в 1000 см³ раствора и дающий отклонение вправо, компенсируемое 1 мм кварца (100 делениями по последней таблице). Превратим его кислотою и определим, какое произведет он отклонение. Отклонение будет левое и именно равно будет при 15° Ц 36.5 делениям или 0.365 мм кварца, т. е. (см. выше) равно 8.76°. Так как в растворе было 164.7 г сахара, то после превращения будет содер-

жание его в виде глюкоз ($C^{12}H^{24}O^{12}$), а не в виде кристаллического сахара ($C^{12}H^{22}O^{11}$):

$$164.7 : x = 95 : 100,$$

откуда $x = 174$, почему очевидно, что содержание глюкозы в 1 см³ раствора или $b \cdot d = 0.174$, следовательно, подставив в формулу

$$\frac{a}{l \cdot b \cdot d}$$

найденные величины $a = 8.76$, $l = 2$, $b \cdot d = 0.174$, получим, что угол отклонения влево для превращенного сахара при 15° (около) равен

$$\frac{8.76°}{2 \times 0.174} = 25.2°;$$

мы допустили его, вместе со многими другими, равным 26°.

Итак, взяв нормальный раствор сахара (164.7 г в литре), первое число получим 100 (или 1 мм); второе будет ему противоположно и = 36.5. Сумма обоих находится в строке, соответствующей 100 *A*, в том столбце, который принадлежит 15°. Так можно было, что весьма понятно, составить и все другие столбцы.

Предположим теперь, что к нормальному раствору прибавлено было первоначально столько левой глюкозы или какого другого вещества, отклоняющего влево, что эта примесь делала нормальный раствор отклоняющим вправо не на 100 делений компенсатора, а только на 75. Если бы довольствовались одним способом без инверсии, то могли бы полагать, судя по тому, что *отклонение* = 75, что в литре раствора не 164.70 г сахара, а только 123.53, потому что подмесь производит отклонение влево на 25 делений. Сделаем превращение. Эта подмесь не изменится и после превращения все то же будет оказывать отклонение на 25 делений влево, а сахар изменится, и образовавшийся превращенный сахар *отклонит* влево на 36.5. Следовательно, все отклонение влево будет 25 + 36.5 = 61.5, а сумма первого (75) и второго (61.5) чисел будет, очевидно, та же (75 + 61.5 = 136.5), как и тогда, когда взят был совершенно чистый сахарный раствор; потому что тогда первое число = 100, второе 36.5. Подмесь уменьшила истинное *первое число* (100), относящееся до кристаллического сахара, на столько же (на 25), на сколько она увеличила *второе число* (36.5), относящееся до превращенного сахара; но очевидно, сумма от этого не изменилась Что справедливо для нормального раствора, то верно и для всякого другого раствора.

Положим теперь, что подмесью было такое вещество, которое отклоняет плоскость поляризации вправо, например правая глюкоза, и положим, что нормальный раствор компенсирован в смеси с этою глюкозою 147 делениями линейки, следовательно истинное (отнесенное к кристаллическому сахару) *первое* число увеличилось на 47. Сделаем превращение. Превращенный сахар отклонит влево на 36.5 делений, а правая глюкоза на 47 делений вправо; следовательно, найдем, что отклонение будет вправо на 47 — 36.5 = 10.5 делениям. Подмесь увеличила истинное первое и второе отклонения на 47 вправо. По наблюдению окажется первое число = 147 вправо (или = 100 + 47), второе тоже вправо = 10.5 (— 36.5 + 47); разность обоих будет равна сумме первого и второго чисел, когда был взят нормальный раствор, потому что в первом случае обе величины увеличены на одно и то же количество (т. е. к обеим прибавлено 47).

Итак, первое число должно сложить со вторым, когда первое и второе относятся к разным сторонам, а их должно вычесть, когда до и после инверсии отклонения будут в одну и ту же сторону.[1] При вычислении процентного содержания должно руководствоваться теми же правилами, как и при определении по первому способу (без инверсии). Требуется, например, узнать, сколько кристаллического сахара осталось в патоке, полученной в виде побочного продукта свеклосахарного производства. Берем 16.47 *г* этой патоки и растворяем их, чтобы образовалось 100 см³ раствора, или, что легче сделать с меньшею ошибкою, берем 164.7 г патоки и делаем из них 1000 см³ (литр) раствора; обесцветим его углем, определим первое число (без инверсии) в трубке длиною в 20 см, прибавим $^1/_{10}$ объема кислоты, нагреем и определим *второе* число в трубке длиною в 22 см. Сумма или разность даст возможность отыскать в столбце *A* истинное число процентов кристаллического сахара, находящееся во взятой патоке.

Так же точно поступают при анализе сахарного песка, нечистого сахара или низших его сортов, утфеля и т. п.

Когда дан некрепкий раствор сахара, содержащий не более 13% сахара, тогда должно прямо взять этот раствор. Столбец *A* даст истинное отклонение, соответствующее

[1] Означая знаком — (мину[сом]) отклонения влево, + (плюсом) вправо, получим, что всегда должно делать вычитание второго числа из первого, ибо когда придется вычесть отрицательное второе число (с минусом), то это значит (по известному правилу алгебры), что самые числа должно сложить, когда они имеют противные знаки.

находящемуся в растворе кристаллическому сахару, а столбец *B* покажет, сколько граммов заключается в литре раствора. Если известна плотность этого раствора, то число *B*, деленное на 10 и на эту плотность, покажет — сколько процентов по весу сахара в данном растворе.

Когда дан раствор с 13—50% сахара, тогда его разбавляют пополам водою и находят число граммов в литре составленной смеси. Во взятом растворе, очевидно, вдвое более сахара, чем в измеренной смеси.

Итак, способ, соединенный с инверсиею, применим ко всем возможным случаям, встречающимся в практике, исключая тех случаев, когда вместе с сахаром находится другое вещество, действующее на плоскость поляризации и изменяющееся при инверсии.

Когда дана смесь разных сахаристых веществ (без подмеси других действующих тел), то сахарометром не только можно определить содержание кристаллического сахара, но и узнать, какой род сахаристого вещества был подмешан к кристаллическому. Для того необходимо только сделать определение плотности и предварительным опытом узнать сумму всех сахаристых веществ, находящихся в растворе, например, прибегая к феллинговой пробе. Но в технической практике этот род определений не имеет до сих пор почти никакого значения, а потому мы о нем и не распространяемся.

Многие исследователи, механики и практики занимались сахарометриею с поляризациею.[1] К тому, что́ мы уже сказали об этих предметах, считаем необходимым прибавить описание поляризационных аппаратов Мичерлиха и Жоли. Первый из них устроил сахарометр, изображенный на фиг. 9.

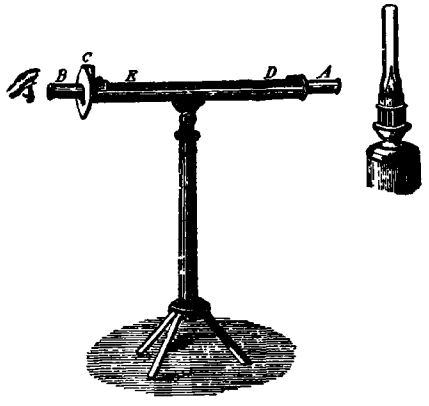
Он отличается большою простотою и дешевизною,[2] хотя и не может дать столь точных результатов, как сахарометр Солейля. Сахарометр Мичерлиха состоит из медной трубы *AB*, укрепленной на ножке, чтобы можно было направить

---

[1] *Литература*: Biot, Compt. rend., XV, pp. 619, 694; XVII, p. 755; Dingler Journ., XLIX, p. 36. — Clerget, Compt. rend., XXIII, p. 256; XXXII, pp. 249, 305, 502, 546, 590, 622, 685; XXXIII, p. 32. — Bericht Babinet's über das Sacharometer von Soleil. Compt. rend., XXVI, p. 162. — Über die Versuche von Clerget, ibid., XXVI, p. 240. — Dubrenfaut. Ann. de chim. et phys. (3), XVIII, p. 99; XXI, pp. 169, 178. — Ventzke, Journ. f. pract. Chemie, XXV, p. 65; XXVIII, p. 101. — Mitscherlich, Lehrbuch d. Chemie, 4 Aufl., Bd. I, p. 360; Pharm. centrale, 1851. p. 884. — J. J. Pohl, Wiener Academ. Berichte, XXI, p. 492; Chem. 1857, pp. 1 u. 34. — Fr. Michaelis. Journ. f. pract. Chemie, LXXV, p. 464. — Walkhoff. Der Rübenfabrikant, 1858.

[2] У Саллерона он стóит 130 франков

трубу на светлое облако или на лампу. В том конце *B* трубки, к которому должно приложить глаз, укреплен анализатор (призма Николя или всякая другая двупреломляющая призма, дающая одно изображение); в конце *A* установлен поляризатор (тоже призма Николя). Каждая из призм укреплена в трубке, которую можно вращать около оси, и трубка *B* снабжена кругом *C* с делениями, по которому можно судить, насколько поворочен анализатор. Во впадину между обеими призмами можно класть трубку *ED* со стеклами по концам и с жидкостью в средине. Длина трубки в 20 см.



Фиг. 9. Сахарометр Мичерлиха.

Чтобы делать сахарометрические пробы, должно сперва установить прибор. Для этого трубку *ED* наполняют водою, направляют прибор на облако или ставят лампу в расстоянии 1—2 дюймов от заднего отверстия аппарата и смотрят через переднее отверстие. Трубку *B* поворачивают так, чтобы 0° на кружке совпадал с неподвижным указателем. Если взята лампа и она дает красноватый цвет, то перед концом *A* ставят зеленоватое стекло, превращающее красный цвет в белый. Когда *B* стоит на 0° и в трубку виден белый цвет, то трубку *A* вместе с поляризатором вращают до тех пор, пока свет совершенно не будет видим. Раз установивши трубку *A*, в этом положении ее оставляют все время и во время опытов поворачивают только трубку *B*. При таком положении трубок *A* и *B*, когда свет не проходит, плоскости поляризации обеих призм перпендикулярны, как это ясно из сказанного выше. Если теперь поворачивать трубку *B* от 0° вправо или влево, то заднее отверстие будет становиться все яснее и совершенно осветится при повороте на 90°.

Если же начать с 90°, то наоборот — будет казаться все темнее и когда дойдем до 0°, то увидим черную полосу (диаметр) с светлыми краями в середине круга. Если эта черная полоса проходит ровно посредине круга, когда круг *C* показывает 0°, то аппарат хорошо установлен.

Тогда из аппарата вынимают трубку *ED*, наполняют бесцветным раствором сахара и снова вставляют на место: тогда в слабоосвещенном круге замечаем цвета и при поворачивании направо от 0° к 90° в следующем порядке — желтый, зеленый, голубой, фиолетовый и красный.

Если бы введенная жидкость не оказывала действия на плоскость поляризации, то при поворачивании *B* до 0°, незаметно было бы прохождение света. Когда *B* стоит на 0° и введен сахарный раствор, то цвет изменяется, смотря по крепости раствора. Каждый раз обе половинки кружка, видимого чрез *AB*, окрашены неровно. Степень отклонения относится к переходному цвету (teinte sensible), т. е., поставивши трубку с сахарным раствором и поворачивая *BC*, останавливаются тогда, когда заметят, что одна половина круга будет синяя, другая красновато-фиолетовая. Когда дошли до этого цвета, который соответствует исчезанию желтых лучей, замечают, насколько поворочен круг *BC*. Этот переходный или чувствительный оттенок характеризуется тем, что находится между красным и синим и при малом повороте трубы *B* легко переходит в один из этих, от него ясно отличающихся, цветов. На числе градусов, которое будет показывать круг *C*, когда виден этот переходный цвет, основывают вычисление содержания сахара. Поэтому точку эту весьма тщательно определяют, что́ при небольшой практике очень легко. Если придется поворотить трубку *B* вправо, для получения сказанного ряда цветов и для достижения чувствительного оттенка, то говорят: «жидкость оборачивает поляризационную плоскость вправо», как это бывает с раствором кристаллического сахара; в противном случае — поляризационная плоскость оборачивается влево.

Кроме того следует заметить, что *угол поворачивания* (Drehungswinkel) пропорционален концентрации и толщине слоя жидкости, т. е. длине трубки, в которой заключается испытуемая жидкость (в аппарате длина трубки бывает 200 *мм*).

Если в трубку влита жидкость определенной концентрации, и положим, что для определения границы между красным и синим цветом пришлось поворотить на 40°, то, взяв ту же жидкость только в половину меньшей трубке, придется поворотить на 20°.

Если растворить в колбочке определенной вместимости 15 г сахара и влить в трубку, то увидим границу, положим, при повороте в 15°; если же в той же самой колбочке растворить 30 г, то придется поворотить анализатор на

вдвое большее число градусов, т. е. на 30°. Зная, что отклоняющая способность сахара = 74° вправо, определим по формуле

$$74 = \frac{a}{l \cdot b \cdot d},$$

какой крепости раствор должен быть взят, чтобы сделать отклонение равным 40°, при длине $l = 2$ дм (200 мм)

$$74 = \frac{40}{2 \cdot b \cdot d}.$$

Откуда $bd = 0.27$, т. е. должно взять 27 г чистого сахара, сделать из них 100 см³ раствора, и тогда отклонение будет 40°.[1] По прилагаемой таблице можно судить по числу *градусов A* отклонения о числе *граммов B* сахара, заключающегося в 1000 см³ раствора, если трубка длиною в 200 мм содержит такой раствор.

A	*B*	*A*	*B*	*A*	*B*
1°	6.8	15°	101.4	29°	196.0
2°	13.5	16°	108.1	30°	202.7
3°	20.3	17°	114.9	31°	209.5
4°	27.0	18°	121.6	32°	216.2
5°	33.8	19°	128.4	33°	223.0
6°	40.6	20°	135.1	34°	229.7
7°	47.3	21°	141.9	35°	236.5
8°	54.2	22°	148.7	36°	243.3
9°	60.9	23°	155.4	37°	250.0
10°	67.6	24°	162.2	38°	256.8
11°	74.4	25°	168.9	39°	263.5
12°	81.2	26°	175.7	40°	270.3
13°	87.9	27°	182.5	50°	337.8
14°	94.6	28°	189.2	60°	405.4

Обыкновенно (но это менее верно) принимают, что раствор 15 г чистого сухого сахара, в таком количестве воды, чтобы вышло 50 см³ раствора, — производит поворачивание поляризационной плоскости, отнесенное к переходному или чувствительному оттенку, на 40° при длине трубки в 200 мм. Из опыта над каким-либо другим раствором легко уже сделать вычисление содержания сахара в жидкости. Положим, что испытуемый раствор сахара потребовал поворотить анализатор на 30°, то

$$40 : 30 = 15 : x, \quad x = \frac{30 \times 15}{40} = 11.25,$$

[1] Следует, собственно говоря, каждому наблюдателю определить для себя (для выборного оттенка) величину $\frac{a}{l \cdot b \cdot d}$ и на ней основать свои выводы.

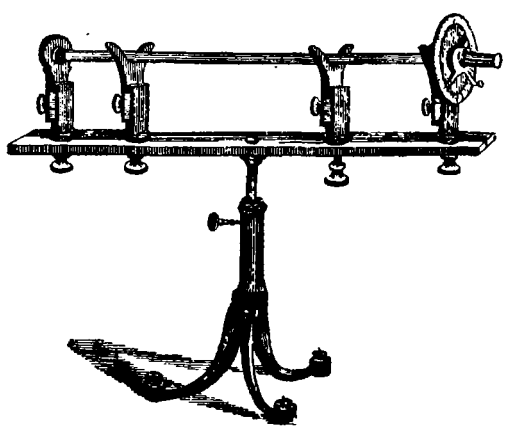
т. е. в 50 см³ раствора заключается 11.25 г сахара. Из удельного веса раствора легко вычислить процентное содержание сахара. Например положим, что в данном случае 50 см³ раствора весят 54.60 г, то удельный вес раствора

$$\frac{54.60}{50} = 1.092.$$

В 54.60 *г* сахарного раствора содержится сахара 11.25 г, в 109.2 г раствора — 22.50 г. Значит (по пропорции) в 100 частях жидкости растворено 20.6 части сухого сахара, потому что

$$109.2 : 100 = 22.5 : x$$
$$x = 20.6.$$

Из приложенного описания прибора Мичерлиха видно, что сахарометр Солейля представляет усовершенствование последнего из описанных нами приборов. Поляризационный прибор, устроенный *Жоли*, представляет многие удобства прибора Солейля. Он совершеннее сахарометра Мичерлиха и отличается от прибора Солейля отсутствием компенсатора, так что в нем отклоняющая способность сахарного раствора определяется углом вращения анализатора до тех пор, пока не явится переходный оттенок. Поляризационный прибор Жоли, изображенный на фиг. 10, состоит из подставки, на которой укреплены деревянные вилки для помещения трубки (длиною в 200 мм, со стеклянными пластинками по краям) с сахарным раствором. По обоим концам укреплены трубки с николевыми призмами, из которых ближайшая к глазу — анализатор — может вращаться и имеет стрелку, показывающую число градусов вращения на вертикальном разделенном круге, укрепленном неподвижно. Стрелка показывает 0°, когда призмы стоят параллельно. После неподвижной



Фиг. 10. Сахарометр Жоли.

поляризующей николевой призмы, наиболее удаленной от глаза (т. е. между нею и сахарным раствором), укреплена двойная кварцевая пластинка в 3.75 мм, состоящая, как в приборе Солейля, из правой и левой половинок. Следовательно, когда нет сахарного раствора и стрелки показывают 0°, тогда обе половинки будут окрашены в переходный оттенок. При повороте анализатора на 90° будет виден желтый цвет. Если в трубке помещен сахарный раствор, то анализатор должно повернуть от 0° на известное число градусов, чтобы вновь получить равное окрашивание обеих половинок в переходный цвет. При всяком другом положении анализатора обе половинки окрасятся неравномерно. Следовательно, здесь легче определить угол отклонения, чем в приборе Мичерлиха, потому что должно сличать окрашивание обеих половинок. Для того, чтобы произвести малые изменения в переходном оттенке и уничтожить красные лучи лампового света, часто ставят перед поляризатором слюдяные пластинки. По углу отклонения и инверсии находят крепость взятого сахарного раствора.[1]

Для определения количества сахара оптическим путем в свекловице ее чистят, растирают и выжимают; берут потом 100 см³ сока, смешивают с 10 см³ раствора основного уксусного свинца[2] и процеживают. Жидкость, служащая для определения, уже будет составлять 110 см³, а потому, взяв трубку в 200 мм и определив угол отклонения, при вычислении должно увеличить его на $^1/_{10}$ (или прямо берут трубку длиною в 220 мм).

Если для свекловичного сока, смешанного с $^1/_{10}$ свинцового раствора, угол отклонения был 15°, то для несмешанного чистого сока он был бы равен 16.5°.[3]

По этой величине уже можно найти крепость сахарного раствора. Принимая вышеприведенное число, получим, что в 110 см³ свекловичного сока содержится 11.14 г сахара; потому что 27 г чистого сухого сахара, растворенные

---

[1] Прибор Жоли, по своей дешевизне и достаточной точности, можно рекомендовать предпочтительно пред другими для сахароваров. Он стóит, с выпискою в Петербург, около 50 руб. серебром.

[2] Миллер приготовляет его так: 100 г кристаллического свинцового сахара растворяют в 900 см³ перегнанной воды, прибавляют 70 г мелко истолченного свинцового глета (окиси свинца) и кипятят в хорошо закрытом сосуде, пока глет не перестанет растворяться. Разбавляют одним литром воды и сохраняют в сосудах с хорошо притертыми пробками.

[3] Не прибавив свинцового раствора, нельзя делать наблюдений, потому что жидкость окрашена и едва прозрачна.

в таком количестве воды, чтобы вышло 100 см³ раствора, поворачивают поляризационную плоскость на 40.°

$$40 : 16.5° = 27 : x,$$

откуда:

$$x = \frac{16.5 \times 27}{40} = 11.14.$$

Для вычисления процентного содержания сахара, должно разделить найденное число на удельный вес раствора, как объяснено было выше. Для исчисления, какое количество сахара действительно возможно извлечь из свекловицы, принимают средним числом, что свекловица дает 80% по весу сока. Для точного определения должно и здесь производить инверсию и полезно для простоты брать сперва обесцвеченный сок в трубке длиною в 200 мм, а потом, после инверсии, брать трубку длиною в 220 мм.

Для отыскания содержания сахара, посредством наблюдений приборами Мичерлиха и Жоли, может служить или простое вычисление, здесь показанное, или та таблица, которая приложена для способа инверсии. Чтобы перевести число градусов, наблюденное на сахарометре Мичерлиха, к сотым долям миллиметра кварцевой пластинки (для которых составлена таблица), должно только наблюденное число градусов помножить на 4.1. Так, если *первое* число равно 20°, то оно соответствует 82 делениям столбца *A* большой (стр. 213—217) таблицы.

Полагали, что оптические исследования свекловичного сока затрудняются присутствием аспарагина, который отклоняет плоскость поляризации слегка влево, а в кислых растворах сильно вправо.[1] Но *Михаэлис*, в продолжение многолетних исследований, не нашел аспарагина в соке свекловицы.

Итак, сахарометрическими способами, проще всего поляризационным прибором, можно определить, сколько сахара в 100 частях сока; а зная, сколько сока получается из 100 частей свеклы, легко узнать, сколько извлекается сахара из 100 частей свеклы. Это необходимо знать как при покупке свеклы, так и при начале ее обработки, чтобы рационально вести все производство, чтобы заранее знать, сколько *можно* надеяться получить сахара из имеющегося запаса свекловицы.

Сахарометрия, веденная настоящим образом, покажет

[1] Как доказал Пастер.

фабриканту достоинство методов, употребляемых им для извлечения.

Если предположим, что в обработку пошло 145 пудов свеклы, которая содержит 11% сахара, то все количество сахара во взятой свекле равно x.

$$145 : x = 100 : 11, \text{ откуда } x = 16 \text{ пудам.}$$

Фабрикант должен получить эти 16 пудов или в виде сахара, или в виде патоки, или в отбросах; и чем больше получит он в виде сахара, тем лучше ведено дело. Сахарометрия является при этом лучшим критиком употребленных способов.

При современном состоянии свеклосахарного производства:

Из свекловицы, заключающей сахара	[Получается] сахара
14%	9.3%
13	8.5
12	7.7
11	6.9
10	6.1
9	5.3
8	4.4

Следовательно, во взятом нами примере должно получить (вместо 16) 10 пудов сахара. Вообще из 100 частей сахара, заключающегося в свекловице, на практике до сих пор извлекают 68 частей. Остальное количество сахара или превращается в патоку или теряется при разных операциях всего производства.

Судя по местным условиям (цене работы, свеклы, сахара, процентов на капитал и т. п.), легко уже расчесть выгоды, какие можно получить от завода, что может воздержать многих от напрасной затраты капитала. Если a есть цена 100 пудов свекловицы, содержащей p процентов сахара,[1] то 100 пудов свекловицы, по таблице, дадут p' пудов сахара, который можно продать по b рублей за пуд. Положим, что обработка каждого пуда сахара стоит c.

Следовательно расход равен:

Цена 100 пудов свеклы . . . . . a
» обработки p' пудов сахара . . . . . $p'c$,

[1] Эту цену определяют, конечно, сельскохозяйственные условия.

а доход будет равен

Цене за p' пудов сахара bp',
» побочных продуктов d.

Если разность в сумме дохода и расхода достаточна по покрытии процентов с капитала, затраченного на обзаводство, и дает еще доход, то можно устроить завод, если сбыт достаточен.

Точно так же продавец свекловицы сахарометрическими способами имеет возможность определить сравнительную ценность имеющегося у него запаса свекловицы.

Технология по Вагнеру, вып. 3, СПб., 1862, стр. 357—431.

АЛКООЛОМЕТРИЯ, ИЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОСТОИНСТВА СПИРТОВ

§ 45

Ценность виноградного вина, пива и многих других спиртовых напитков определяется не только количеством содержащегося в них спирта, но и качеством веществ, смешанных с водяным раствором спирта. Так, например, ценность виноградных вин определяется их букетом. Но водка и спирт, состоящие только из воды и алкооля, могут быть оценены только по содержанию в них последней составной части. Малые подмеси посторонних веществ, как, например, сивушного масла, не оказывают значительного влияния на ценность. Алкоолометрия есть часть технологии, или, правильнее, технической физики, занимающаяся исследованием средств для быстрого и точного определения содержания алкооля в спиртовых жидкостях. Такого рода определение не только необходимо для покупателя, но дает единственное верное средство для ведения контроля на винокуренном заводе, — дает возможность узнавать достоинства разных способов приготовления спирта; позволяет получать по желанию спирт надлежащей крепости; дает точное средство для определения силы винокуренного завода, если известно количество и крепость выкуренного спирта, и т. д.

Для спирта и водки, как чистых смесей воды и алкооля, содержание последнего можно узнать, определивши плотность или удельный вес данной смеси при известной температуре, зная предварительно удельные веса смеси алкооля и воды в разных пропорциях. Такое определение удельного веса может дать точные результаты только потому, что удельный вес воды значительно отличается от удельного веса безводного спирта, а потому смесь обоих имеет удельный вес меньше, чем вода, и больше, чем безводный спирт. Для таких жидкостей, как виноградные вина, пиво, настойки и напитки, которые содержат, кроме воды и спирта, сахар,

кислоты и т. п., нельзя уже определять содержание спирта по удельному весу, потому что этот последний изменяется с прибавлением других подмесей. Для жидкости подобного рода необходимо или отогнать спирт и воду от других подмесей и определить в дистиллате содержание спирта, как это делается при пробе в приборе Саллерона, или можно определить содержание спирта по температуре кипения спиртовой жидкости, или по расширению алкоольной смеси, или по различию давления паров спиртовой жидкости, например в приборе Гейслера, или по способам Баллинга и Фукса и т. д. Все эти способы были уже описаны ранее в этом же выпуске. Всех их можно было бы применить и к определению содержания алкооля в спирте и водке; но такого рода приемы гораздо затруднительнее и продолжительнее, чем простое определение удельного веса, которое, как известно, может быть найдено с помощью весьма простого инструмента, называемого *волчком* или *ареометром*, а потому для спирта и водки почти исключительно употребляется только один этот способ. О нем-то мы здесь и будем говорить подробнее. Для того, чтобы яснее и точнее изложить результаты многочисленных исследований, сделанных по этому предмету, считаем необходимым распределить наше изложение на следующие отделы:

1) способ точного определения удельного веса при нормальной температуре;

2) способ определения удельного веса волчком при нормальной температуре;

3) изменение удельного веса с температурою;

4) поправка удельного веса на температуру;

5) разные способы выражения содержания алкооля в спирте и водке.

Рассматривая эти статьи, мы дадим таблицы, которыми должно руководствоваться, покажем разные способы применения этих таблиц и приведем правила, назначенные ныне для наших русских спиртомеров.

§ 46

Способ точного определения удельного веса при нормальной температуре

Известно, что вода изменяет свою плотность с изменением температуры так, что если выразить чрез *единицу* объем какого-нибудь количества воды при самой большей

ее плотности, а именно при 4° по термометру Цельзия, то объемы воды при других температурах будут следующие:

Таблица I

Расширение воды, по Коппу

Температуры по Цельзию	Объемы воды	Температуры по Цельзию	Объемы воды
0°	1.00012	20°	1.00169
1°	1.00007	21°	1.00190
2°	1.00003	22°	1.00212
3°	1.00001	23°	1.00235
4°	1.00000	24°	1.00259
5°	1.00000	25°	1.00283
6°	1.00002	30°	1.00418
7°	1.00006	35°	1.00582
8°	1.00011	40°	1.00765
9°	1.00017	45°	1.00966
10°	1.00024	50°	1.01189
11°	1.00033	55°	1.01422
12°	1.00043	60°	1.01671
13°	1.00055	65°	1.01942
14°	1.00068	70°	1.02237
15°	1.00082	75°	1.02553
16°	1.00097	80°	1.02870
17°	1.00113	85°	1.03201
18°	1.00130	90°	1.03552
19°	1.00149	95°	1.03921
20°	1.00169	100°	1.04311

Это значит, что если дано ведро воды при 4° Ц, то оно при 50° будет занимать объем уже не 1 ведра, а 1.01189 ведра и т. д.

Удельный вес показывает, во сколько раз данный объем взятого вещества весит больше, чем тот же самый объем воды. Следовательно, если мы взвесим данный объем какого-нибудь вещества и такой же объем воды, то, разделивши первый вес на второй, получим удельный вес взятого вещества. Но из предыдущего очевидно, что вес данного объема воды изменяется с температурою. Так, например, если одно ведро воды при 11° Ц (собственно, при $11\frac{1}{3}$° Р) весит 30 фунтов, то спрашивается, каков будет вес ведра воды при 0°? Легко определить по табл. 1, потому что веса обратно пропорциональны объемам, а потому

$$\underset{\text{Вес воды при 11°}}{30} : \underset{\text{Вес воды при 0°}}{x} = \underset{\text{Объем воды при 0°}}{1.00012} : \underset{\text{Объем воды при 11°}}{1.00033}.$$

Отсюда

$$x = 30\frac{1.00033}{1.00012} = 30.0053,$$

Вес ведра воды при 0°

т. е. ведро воды при 11° весит 30 фунтов, при 0° будет вмещать 30 и $\frac{53}{10000}$ фунта. Поэтому должно условиться, с каким же весом взятого объема воды сравнивать вес того же объема данного вещества; другими словами, при какой температуре вес данного объема воды принимается равным единице. Температура, при которой вес данного объема воды принимается равным единице, называется *нормальною температурою*. При строго научных исследованиях принято раз навсегда — считать за нормальную температуру ту, при которой вода имеет наибольшую плотность, т. е. температуру между 4 и 5° Ц или около $3\frac{1}{2}$° Р, и потому, если говорится в научном исследовании, что удельный вес данной жидкости равен 0.85342, при 22.5° Ц, то это значит, что тот объем воды, который при наибо́льшей плотности весит единицу (например, 1 фунт или 1 кг), будучи наполнен данною жидкостью, нагретою до 22.5° Ц, будет весить 0.85342 (фунта или килограмма и т. п.). Такое условие, принятое раз навсегда, представляет много удобств в научном отношении, но в практическом отношении принятая нормальная температура трудно достигается, потому что комнатная температура, при которой производятся все наблюдения, постоянно выше этой нормальной температуры, а потому при многих исследованиях, к практической цели направленных, признано удобным принимать за нормальную температуру какую-нибудь температуру, близкую к средней комнатной температуре. Так, например, в узаконенных ныне у нас спиртомерах за нормальную температуру принята 12.5° (или, точнее, $12\frac{4}{9}$°) Р, а потому, если говорится, что такой-то спирт имеет удельный вес 0.890 при нормальной температуре, то это значит, что вес воды при 12.5° Р во столько раз больше веса того же объема спирта при 12.5° Р, во сколько единица больше 0.890. Зная нормальную температуру, принятую в какой-либо системе удельных весов, легко уже перейти к удельному весу по научной системе и обратно. Для этого мы и привели табл. I. Положим, например, что дана таблица удельных весов спирта, принимая за нормальную температуру 12.5° Р, и требуется превратить эту таблицу в строго научную, т. е., принимая за

нормальную температуру наибольшей плотности воды. Для этого прежде всего должно перевести градусы Реомюра в градусы Цельзия, которые, как всякая десятичная система, признаны в науке за наиболее удобные. Такой переход можно сделать очень просто, разделивши число градусов Реомюра на 8 и помножив на 10, так, например, 12.5° Р = = 15.625° Ц, ибо $\frac{12.5°}{8} \times 10 = 15.625$. Когда градусы переведены на градусы Цельзия, тогда отыскивают по таблице 1 объем, соответствующий найденной температуре Цельзия; так, например, 15.625° соответствует объем 1.00091 (число это найдено по пропорции между числами, соответствующими 15 и 16°). Найденный объем относится к объему при температуре наибольшей плотности (между 4 и 5° Ц) так, как удельный вес при практической нормальной температуре относится к удельному весу при научной нормальной температуре. Вообще

$$D : d = 1 : v,$$

где D есть удельный вес, принимая строго научную нормальную температуру (между 4 и 5° Ц), где d есть удельный вес по какой-либо другой нормальной температуре $t°$ Ц, и где v есть объем, соответствующий этой температуре по табл. I.

Откуда находим, что

$$D = \frac{d}{v}.$$

Так, в вышеупомянутом примере, когда дан был $d = 0.890$ и когда нормальная температура принята была $= 12\frac{1}{2}°$ Р или 15.625° Ц и $v = 1.00091$, то удельный вес по строго научной нормальной температуре будет

$$D = \frac{0.890}{1.00091} = 0.88919.$$

Если же дан удельный вес D, отнесенный к научной нормальной температуре, то при какой-либо практической температуре удельный вес будет:

$$d = D : v,$$

например, если дано, что при 15° Ц, и принимая воду при 4—5° Ц за нормальную, удельный вес безводного спирта = = 0.7940, то при нормальной температуре в 12.5° Р удельный вес безводного спирта равен

$$d = 0.7940 \times 1.00091 = 0.7947.$$

Итак, показания при одной нормальной температуре всегда легко перевести к показаниям по другой нормальной температуре, стоит только знать число градусов, принятых за нормальные. Предположим теперь и будем держаться этого предположения во всем следующем параграфе, что мы имеем дело со спиртом и водою при нормальной температуре.

§ 47

Из высказанного выше понятия об удельном весе очевидно, что самый естественный способ определения удельного веса есть следующий:

Должно взять какой-нибудь объем данного вещества и взвесить его; положим, получился вес A (фунтов, или золотников, или граммов, и т. д.); потом должно взять точно такой же объем воды, конечно чистой, не содержащей ни солей (от них очищают воду перегонкой), ни воздуха (от него очищают воду кипячением и охлаждением в безвоздушном пространстве), ни других подмесей, и также имеющей нормальную температуру, и должно взвесить этот объем. Положим, получится вес B. Тогда удельный вес d равен частному из A, деленного на B:

$$d = \frac{A}{B}.$$

Этот способ, в особенности для жидких тел, есть не только самый естественный, но в то же время и самый точный. Этим способом определены почти все таблицы, употребляемые при спиртомерах, а потому мы и остановимся пока на этом способе, тем более, что посредством его всегда можно проверить все другие способы.

Для определения удельного веса жидкостей этим способом, необходимо иметь стеклянный узкогорлый сосуд. В шейке или горлышке такого сосуда должен быть значок или черта, до которого наполняют каждый раз водою или другою жидкостью. Горлышко должно быть достаточно узко противу вместительности сосуда, чтобы наблюдение объема жидкости было достаточно точным. Горлышко сосуда должно запираться притертою стеклянною пробкою, чтобы после определения объема при нормальной температуре не произошло потери жидкости чрез испарение, по крайней мере до того времени, когда взятый объем будет взвешен. Определение объемов должно быть производимо при одной

и той же температуре, которая в этом случае и будет практическою нормальною температурою. Так как весьма затруднительно иметь на долгое время, а тем более всегда, значительное пространство с постоянною температурою, то при точных исследованиях чаще всего за нормальную температуру практических определений принимают температуру тающего снега или льда (0° по Цельзию и Реомюру), и все объемы жидкостей отмеривают тогда только, когда жидкости приняли эту постоянную температуру. Но так как взвешивание должно быть производимо при обыкновенной комнатной температуре, то после определения объема должно ждать, пока жидкость не примет комнатную температуру. При этом, нагреваясь мало-помалу и весьма медленно, жидкости расширяются, часто довольно сильно, а потому поверх черты, до которой меряется объем, должно быть в сосуде достаточное пространство, так чтобы расширяющаяся жидкость все еще оставалась под пробкою. Итак, по этому способу должно поступать следующим образом, чтобы получить точное данное: стеклянный сосуд сперва тщательно высушивают и, высушивши, взвешивают вместе с пробкою. Потом его наполняют доверху водою и ставят в измельченный лед в комнате. Когда вода остынет, что́ зависит от величины сосуда — в большом сосуде позже, чем в малом, тогда, открыв пробку, но не вынимая из льда, вынимают из шейки прибора (с помощью неклееной бумаги или сухого полотна) всю воду до черты, наблюдая уровень воды глазом, стоящим на одной высоте с чертою. Закрыв пробку, воду оставляют еще стоять во льду, и если при этом уровень не подымается или не опустится выше черты, то значит вся вода охладилась до 0°, что́ и требуется. Тогда не вынимая из льда, открывают пробку, обтирают ее и удаляют (бумажкою или полотном) всю влажность со внутренних стенок той части сосуда, которая находится выше черты и уровня; потом запирают пробкой, сосуд вынимают из льда, ставят его в воду комнатной температуры и ожидают, когда вода и сосуд примут температуру комнаты. После того сосуд обтирают сверху, взвешивают, вновь высушивают его и высушенный наполняют желаемою жидкостью, например спиртом, ставят в лед, и т. д., как объяснено для воды. Положим, что вес пустого сосуда равен C, сосуда с водою равен E и сосуда со спиртом равен F. Удельный вес будет:

$$d = \frac{F - C}{E - C},$$

например, если вес сосуда равен 5.237 г, вес сосуда с водою 12.648 и вес сосуда со спиртом равен 11.527, то удельный вес спирта при 0° и при нормальной температуре 0°, равен

$$d = \frac{11.527 - 5.237}{12.648 - 5.237} = \frac{6.290}{7.411} = 0.8487.$$

Такое определение, однако, не вполне точно, потому что все взвешивания произведены в воздухе, а известно, что каждое вещество, будучи погружено в жидкость, теряет столько в весе, сколько весит равный объем вытесненной жидкости, а так как воздух есть (весомая) жидкость, то при всяком взвешивании происходит потеря веса, и притом потеря не одинаковая, потому что воздух есть жидкость, весьма легко изменяющая свою плотность. Потому-то при точных взвешиваниях необходимо каждый раз определять вес вытесненного воздуха, а для этого необходимо знать вес одной кубической меры воздуха и объем взвешиваемых тел и гирек, служащих для взвешивания. Здесь не место распространяться о всем этом, но необходимо заметить, что без поправки на взвешивани[е] в воздухе, определения удельного веса спирта часто могут быть неточны до 0.0020. Так, например, допустим, в предыдущем примере, что будет близко к истине, что объем сосуда равен 2 см^3 и что́ поправленный вес сосуда равен 5.239, что поправленный вес $F = 11.529$ и E с поправкою $= 12.657$: тогда получим истинный удельный вес:

$$d = \frac{11.529 - 5.239}{12.657 - 5.239} = 0.8479,$$

который отличается от выше найденного (0.8487) на 0.0008. В тех случаях, когда требуется с некоторою точностью определить удельный вес спирта без вышеописанного прибора и без помощи ареометров (например, когда подозреваются они в неточности), тогда можно поступать гораздо скорее. Для этого берут какую-нибудь стклянку с притертою стеклянною пробкою, например, стклянoчку от духов, очищают ее, взвешивают, наполняют взятым спиртом (определив его температуру, которая в этом случае должна быть комнатною и будет практически — нормальною), и закрывают стклянку стеклянною пробкою, так чтобы под пробкою не осталось воздуха. Потом стклянку обтирают и взвешивают. Выливши спирт, стклянку обмывают водой и наполняют чистою водою, имеющею ту же комнатную температуру, как и спирт. Наполнив стклянку, закрывают ее пробкою,

вытирают и взвешивают. Так определится удельный вес при комнатной температуре $t°$ Ц, принимая за нормальную ту же температуру воды. Из того, что́ сказано в предыдущем параграфе, уже легко будет определить удельный вес спирта (при температуре $t°$) по отношению к другой нормальной температуре. Так, например, если нашли, что удельный вес при 20° Ц, принимая воду при этой температуре за нормальную,[1] равен d, то, полагая воду при 4° Ц = 1, получим удельный вес, разделив d на v, где v определится из табл. I и будет = 1.00169, следовательно

$$d \text{ (вода при } 20° \text{ Ц} = 1) = \frac{d}{1.00169} \text{(вода при } 4° \text{ Ц} = 1).$$

Чтобы точно определить удельный вес, принимая за нормальную температуру — комнатную температуру наблюдения, должно употреблять снаряды и способы, сходные с теми, какие описаны мною в «Горном журнале» за 1860 г., кн. III, стр. 560 и далее.*

§ 48

Ареометр, или волчок

Вышеописанный способ определения удельного веса во многих случаях практически неудобен, потому что требует точных весов и разновесок, а также и некоторой тщательности и продолжительности, без чего может дать неудовлетворительные результаты. А так как в практике постоянно должно иметь довольно точные и удобные способы определения достоинства спирта, то для этого и употребляются весьма практичные, хотя и не столь чувствительные, способы определения удельного веса с помощью ареометров, или волчков.

Ареометром, или волчком, называется легкий, вертикально плавающий в жидкости прибор, с длинною тонкою шейкою, на которой находится один или несколько знаков. Смотря по тому, до которого из этих знаков потонет в данной жидкости прибор, судят об удельном весе жидкости. Прежде

[1] Для того чтобы обозначать, какая температура воды принята за нормальную при данном удельном весе, в скобках ставят слова: *вода при* $t° = 1$. Это значит, что вес данного объема воды при $t°$ принят равным единице и в отношении к этому весу выражен удельный вес данного вещества при какой-нибудь температуре. Так, например, при 0° удельный вес безводного спирта = 0.7940 (вода 4° Ц = 1) = 0.7947 (вода 12.5° Р = 1).

*Собрание сочинений, т. V, стр. 20—25. [*Прим. Ред.*].

чем объяснить причину этого, считаю необходимым сказать несколько слов об устройстве самого ареометра.

Раз сделанный ареометр должен сохранять свой вес и свой объем во все время — иначе показания его будут неверны; потому что глубина его погружения, по которой и судят об удельном весе жидкости, зависит от отношения веса прибора к объему его в разных частях. Следовательно, ареометр должен быть сделан из материала весьма постоянного, не изменяющегося ни в весе, ни в форме. А потому ареометры в настоящее время приготовляются чаще всего из стекла и реже из металлов. Последнее не так удобно, потому что легкий металлический предмет легко гнется, а изогнутый ареометр уже негоден, потому что в нем изменился объем. Стекло представляет, конечно, то важное неудобство, что легко ломается; но при дешевизне ареометров уже лучше иметь легко совсем ломающийся прибор, чем такой прибор, который хотя и не сломался, но сделался неверен. Ныне узаконенные у нас ареометры, назначенные для измерения крепости спирта и водок (их называют *спиртомерами*, или *алкоолометрами*), делаются из стекла. Вес всего ареометра должен быть меньше веса равного с ним объема жидкости — иначе ареометр вполне потонет в жидкости. Ареометр плавает в жидкости только потому, что весит меньше, чем она, т. е. по той же причине, [по] которой пустая, заткнутая пробкой, бутылка, не тонет в воде. Если такую бутылку бросить в воду, то она будет плавать в ней косвенно или плашмя, а волчок должен плавать в жидкости стоймя. Весьма легко заставить бутылку плавать в воде книзу дном, т. е. стоймя, — для этого нужно только положить на дно бутылки какое-нибудь тяжелое тело, например дроби, налить ртути и т. п. Бутылка, конечно, будет плавать при этом тогда только, когда вместе с положенным телом будет весить меньше, чем вода. То же самое должно заметить и об ареометрах. В нижней части этих приборов помещается или какое-нибудь тяжелое тело или, что гораздо выгоднее, в нижней части ареометра устраивается ртутный шарик, который может в то же время служить и термометрическим шариком. Последнее очень выгодно, потому что при употреблении ареометра необходимо иметь термометр, как при всяком другом способе определения удельного веса. В этом и следующем за сим параграфе мы принимаем, что температура испытуемой жидкости равна нормальной; но в одном из следующих параграфов подробнее рассмотрим влияние температуры на показания ареометров и вообще на опреде-

ление удельного веса. Итак, ареометр есть пустой длинный сосуд, плавающий вертикально,

Спрашивается: докуда потонет он в жидкостях различного удельного веса, очевидно — до различной глубины. Если взята тяжелая жидкость, то ареометр сильно всплывет на ней, т. е. мало погрузится в нее; а в легкой жидкости ареометр погрузится глубже, даже совсем может потонуть в ней. В тяжелой жидкости ареометр может так высоко всплыть, что не будет плавать вертикально, а так как последнее необходимо для возможности употребления ареометра, то и очевидно, что каждый ареометр можно употреблять для измерения удельных весов только таких жидкостей, в которых он не тонет и плавает вертикально. В какой жидкости начинает тонуть данный ареометр? В такой, объем которой, равный объему ареометра, весит меньше, чем весь ареометр. Положим, например, что объем всего ареометра равен 20 $см^3$, а вес равен 16 г. Такой ареометр потонет в жидкости, имеющей удельный вес меньше 0.8, потому что 20 $см^3$ такой жидкости весят меньше 16 г (ибо 1 $см^3$ весит 0.8 г). Ареометр всплывет только в той жидкости, которая при равном с ним объеме весит больше, чем он, и ареометр всплывет тем выше, чем тяжелее жидкость, т. е. чем больше ее удельный вес. Следовательно, по глубине погружения ареометра можно судить об удельном весе той жидкости, в которой он погружен. Чтобы судить об этом, на всплывающей части ареометра прикрепляется цилиндрическая тоненькая трубочка или проволока с делениями, или шкалою. На этой шкале означаются цифрами или прямо удельные веса, или другие условные знаки, соответствующие данным удельным весам. Чтобы означать эти деления, можно было бы погружать ареометр в жидкости разного удельного веса и отмечать места, в которых погрузится в них ареометр; но это неудобно, потому что продолжительно и для каждого ареометра должна быть проверена — отдельно — каждая черта. Чтобы назначить деления, можно поступить гораздо проще, предполагая, что всплывающая часть ареометра вполне цилиндрична. Если так, то, узнавши удельные веса жидкостей, в которых ареометр погрузится до двух, далеко отстоящих, частей шкалы, легко можно узнать, докуда погрузится он в жидкостях другого удельного веса. Положим, например, что верхняя, цилиндрическая, всплывающая наверх часть ареометра имеет длину 100 мм и что вся эта часть разделена на миллиметры, так что внизу стоит 0 и 1, а вверху 100. Предположим далее, что такой ареометр погружается

в воду ровно до 0 мм, следовательно 0 соответствует удельному весу 1.000. Погрузим теперь ареометр в жидкость более легкую, чем вода, например в безводный спирт, которого удельный вес равен 0.794, и заметим, до которого деления погрузится наш ареометр. Очевидно, что он потонет глубже, чем в воде, и положим — он потонет до 82.4 деления шкалы. Следовательно, это деление шкалы соответствует жидкостям, которых удельный вес равен 0.794. Погрузив ареометр в жидкость, имеющую удельный вес больше 0.794 и меньше 1.000, заметим, как и следует из всего вышесказанного, что ареометр погрузится до одного из делений между 0 и 82.4. Положим, например, что ареометр погрузился до 52-го деления в данной жидкости; спрашивается, каков ее удельный вес? Если

0 шкалы соответствует удельному весу 1.000,

а

82.4 » » » 0.794,

то вся длина шкалы (82.4 мм) между этими чертами соответствует разности в *удельных объемах*[1] $= \frac{1}{0.794} - \frac{1}{1.000} =$ $= 1.259 - 1.000 = 0.259$, следовательно разность в удельных объемах на 0.00314 соответствует одному делению шкалы, а потому 52-е деление шкалы соответствует удельному объему $1 \times 52 \times 0.00314 = 1.163$, т. е. удельному весу $\frac{1}{1.163} =$ $= 0.860$; следовательно, 52-е деление шкалы соответствует удельному весу 0.860. Вместо того, чтобы употреблять шкалу с произвольными делениями и делать потом, на основании предварительных опытов, вычисление удельных весов, гораздо практичнее означать прямо на самой шкале удельные веса, соответствующие данному месту шкалы. Так, например, в нашем ареометре при 0 мм можно поставить 1.000; вместо 10 мм можно поставить 0.969;

---

[1] Удельным объемом называют в физике частное, происходящее от деления единицы на удельный вес. Например, удельный объем безводного спирта (удельный вес $= 0.794$) $= \frac{1}{0.794} = 1.259$. Удельные объемы показывают *объемы* равных весов. Так, если данный вес воды занимает 1 объем, то точно такой же объем безводного спирта занимает 1.259 объемов. Так как вес волчка остается тот же, то волчок, и служит проще всего для определения удельных объемов. Если волчок назначен для этой цели, то шкала его делится на равные части. Чем больше удельный объем, тем меньше удельный вес, и обратно.

вместо	20	мм	0.941
»	30	»	0.914
»	40	»	0.888
»	50	»	0.864
»	60	»	0.841
»	70	»	0.820
»	80	»	0.800
»	90	»	0.780
»	100	»	0.761.

Так как для практики удельные веса редко нужно знать просто для знания веса данного объема жидкости, а чаще всего для определения ее достоинства, то весьма часто вместо удельных весов на ареометре означены соответствующие этим удельным весам процентные содержания испытываемых тел. Так, например, вместо удельных весов, соответствующих процентному содержанию сахара в водяном растворе, на сахарных заводах употребляют часто ареометры, на которых прямо обозначены не удельные веса, а проценты сахара, а потому при том делении шкалы, которое соответствует удельному весу 1.1297 (см. стр. 177), ставится цифра 30, показывающая, что такая жидкость, в которой ареометр погрузится до этого деления, содержит 30% сахара. Точно так же ареометры, назначенные для измерения спирта, разделены не на деления, соответствующие удельным весам, но на деления, соответствующие процентам спирта — по весу или по объемам, смотря по принятой системе измерения крепости спирта (см. ниже). Так, например, вместо удельного веса 0.794, пишут 100, что показывает, что в 100 объемах или в 100 весовых частях данного спирта находится именно 100 его частей, т. е. это есть безводный или абсолютный спирт. Точно таким же образом разделен и тот общераспространенный ареометр, который устроен был в первый раз Бомэ и который после того значительно распространился. На всех подобных ареометрах — носящих весьма разнообразные названия (ареометры Бомэ, Картье, алкоолометры или спиртомеры, энометры, сахарометры, лактометры и т. п.), деления шкалы обыкновенно называются градусами. Такие ареометры хотя и представляют некоторые выгоды, особенно для специальных исследований определенных жидкостей, но имеют и множество недостатков, из которых важнейшие суть:

а) такой специальный ареометр, с делениями на градусы, пригоден только для одного рода жидкостей: для пробы других жидкостей он еще более неудобен для употребления,

чем такой ареометр (денсиметр), который прямо показывает удельный вес;

б) чтобы узнать по такому ареометру удельный вес жидкости, что́ приходится узнавать весьма часто, должно иметь таблицу отношения между градусами ареометра и удельными весами, им соответствующими. А имея такую таблицу, можно всегда употреблять ареометр, прямо показывающий удельные веса;

в) проверка нескольких делений шкалы такого ареометра весьма затруднительна, тогда как проверка ареометра с означением удельного веса, по всей его длине, может быть всегда легко произведена. Для этого стоит только взять несколько каких-нибудь жидкостей различной плотности и, определив сперва их удельный вес обыкновенным способом, потом погрузить в них ареометр;

г) поправка на температуру при всяких специальных ареометрах гораздо сложнее и сбивчивее, чем при ареометрах с означением удельного веса; потому что при последних нужно только помнить, что удельный вес увеличивается по мере понижения температуры.

Вследствие всех этих причин должно советовать всегда и везде употреблять ареометры с означением удельного веса там, где употребление ареометра неизбежно сопряжено с употреблением различного рода таблиц. А как определение точного содержания спирта принадлежит к определениям подобного рода, то и здесь должно было бы применить указанное правило. В практике, напротив того, предпочитают употреблять специальные ареометры. Введение их только там может быть одобрено, где за определением с помощью ареометра не следует делать поправок по таблицам. А как такого рода определения вообще — грубые определения, то специальные ареометры пригодны только для нахождения грубых величин, т. е. не столь точных, каких можно достигнуть с помощью ареометров, надлежащим образом устроенных. Таковы, например, заводские требования, где простые работники часто должны руководствоваться показаниями ареометров для выполнения известных работ.

Предпослав вышесказанное, мы обратимся сперва к описанию условий точности ареометров с обозначением удельного веса, к указанию способов наблюдения ими, потом к разъяснению разных систем определения крепости спирта, и, наконец, к описанию спиртомера, основанного на принятой у нас ныне системе.

§ 49

Чувствительностью какого-нибудь измерительного прибора называется та степень точности, которой можно достигнуть с помощью этого прибора. Так как ареометры назначены для определения удельных весов, то степень их чувствительности определяется тою точностью, с которою можно определить ими удельный вес. Не входя в подробности этого довольно сложного дела, мы заметим только, что чувствительность ареометра зависит от отношения между объемом всего ареометра и каждого деления его шкалы. Чем тоньше та цилиндрическая часть ареометра, на которой находится шкала, тем чувствительнее ареометр; ибо тем длиннее становится каждое деление шкалы, соответствующее данному ее объему, а следовательно, тем лучше можно наблюдать погружение ареометра на некоторую часть деления шкалы. Хотя на практике и возможно выполнить весьма чувствительные ареометры, но там, где нужна большая чувствительность, там весьма выгодно заменять ареометрический способ определения удельного веса более точными способами, основанными на прямых взвешиваниях; потому что нет другого физического прибора столь точного и чувствительного, как хорошие весы, весьма нередкие в настоящее время. Так как в практике не требуется возможно точнейших чисел, а требуются только числа известной точности, то чувствительность ареометра и должна быть равна требуемой точности, т. е. на шкале ареометра должны быть ясно видны деления, соответствующие столь малым различиям в удельном весе, какие требуется наблюдать в практике. Так, например, если желают определять крепость спирта, выраженную в объемных процентах (см. ниже), с точностью до полупроцента для спиртов, содержащих не менее 20%, то должны иметь ареометр, показывающий с точностью различие в удельном весе на 0.0005, ибо 20%-й спирт имеет удельный вес 0.9755, а 21%-й спирт — 0.9745. В таком ареометре разность удельного веса на 0.0005 должна соответствовать по крайней мере 1 мм шкалы, ибо иначе — более мелкие деления шкалы — трудно было бы наблюдать простым глазом. Чтобы достигнуть такой чувствительности ареометра и при данном весе A всего ареометра и при объеме погруженной части B, толщина цилиндрической части должна быть x. Чтобы отыскать этот x, рассмотрим главнейшие условия равновесия ареометра.

В жидкости, которой удельный вес равен 0.9755, наш ареометр погрузится на объем B, а в жидкости, которой удельный вес 0.9750, он погрузится на объем $B+y$, где y равно объему, соответствующему одному делению, высоту которого мы признали равным 1 мм, или 0.1 см, а диаметр, равным (в сантиметрах) x. Следовательно, так как объем цилиндра равен его высоте (0.1), умноженной на квадрат радиуса (радиус у нас равен половине x) и на 3.14159, то $y=x^2 \cdot 0.07854$. А так как объем вытесненной жидкости (или объем погруженной части ареометра) весит столько же, сколько и весь ареометр, то вес ареометра A равен B объемам жидкости, имеющей удельный вес 0.9755, и $B+x^2 \cdot 0.07854$ объемам жидкости в 0.9750 удельного веса. Следовательно

$$B \cdot 0.9755 = (B + x^2 \cdot 0.07854)\ 0.9750,$$

откуда

$$x^2 = \frac{B \cdot 0.9755 - B \cdot 0.9750}{0.07854 \cdot 0.9750}$$

или

$$x^2 = B\,\frac{0.0005}{0.0766},$$

а

$$x = 0.0808\ \sqrt{B},$$

если x (диаметр шкалы) в сантиметрах и B — в кубических сантиметрах. Так, например, если B (объем погруженной части ареометра) $= 36$ см^3, то $x = 0.0808 \cdot 6 = 0.4848$ см, или 4.848 мм. Итак, при объеме погружаемой части ареометра в 36 см^3, диаметр цилиндрической части будет равен почти 5 мм, чтобы могло ясно быть видно изменение в 0.0005 удельного веса. Так как диаметр цилиндрической части ареометра редко бывает тоньше этого, то и объем столь чувствительного ареометра не должен быть меньше 36 см^3. Если желают иметь еще более чувствительные ареометры, то или увеличивают объем погружаемой части, или уменьшают диаметр цилиндрической шкалы. Для более грубых ареометров, ясно показывающих только более значительные изменения в удельном весе, обыкновенно уменьшают объем погружаемой части. В практике нельзя ручаться за точность показаний чувствительных ареометров, потому что множество побочных причин (прилипание воздуха, нецилиндричность шкалы, различие в волосности жидкостей, различие в плотности воздуха, гигроскопичность стекла и т. п.) имеют хотя

малое, но ощутимое влияние на показание ареометров и нет средства сделать необходимые поправки. Вследствие всех этих причин, чувствительность ареометра редко бывает больше 0.001 удельного веса; но и эта чувствительность может быть достоверно принята в самых только незначительных пределах изменений температур.

Верностью какого-нибудь измерительного прибора называется согласие его показаний, в пределах чувствительности, с истинною величиною, измеряемою прибором; так, например, верность ареометра состоит в верности показываемых им удельных весов. Так как стекло или вообще материал ареометра расширяется от теплоты неодинаково с расширением определяемых жидкостей, то каждый ареометр может давать верные показания только при одной определенной температуре, которая обыкновенно и означается на шкале и для бо́льшего удобства обыкновенно принимается равною нормальной температуре. Для того, чтобы из показаний ареометра при других температурах получить понятие об истинном удельном весе, необходимо для каждого ареометра знать его коэффициент расширения, но и тогда вводимые поправки были бы не только сложны, но и недостаточно точны, сравнительно с теми поправками, какие можно ввести в обыкновенные способы определения удельного веса. Впрочем, так как обыкновенная чувствительность ареометров невелика, а поправки от температур незначительны, то для показания ареометра можно ввести приблизительные поправки, которые весьма легко отыскиваются теоретически. Предположим теперь, что мы имеем ареометр, сделанный для нормальной температуры, и требуется узнать его верность.

Верность ареометра зависит от многих причин:

1) Предельные точки шкалы должны быть верны. Обыкновенно на ареометре находится предельная точка (вверху или внизу), которая легко проверяется. Это есть обыкновенно та точка шкалы, которая соответствует удельному весу 1.000, т. е. удельному весу воды. Проверить ее весьма легко — стоит только ареометр погрузить в совершенно чистую воду нормальной температуры; когда это сделано, необходимо проверить одну из отдаленнейших точек шкалы. Чтобы этого достигнуть, составляют жидкость (например из спирта и эфира, или из воды и соли), имеющую плотность, близкую к предельной плотности, показываемой ареометром, и определяют удельный вес этой жидкости прямым взвешиванием и ареометром, конечно, при нормальной температуре. Оба показания должны быть согласны между собой.

2) Пространство между предельными точками шкалы должно быть или вполне цилиндрично — и тогда ясно разделено на равные части длины, соответствующие равным разностям удельных объемов, или должно быть предварительно разделено на части равного объема: иначе промежуточные показания не будут верны с истиною. Чтобы испытать ареометр в этом отношении, должно взять две или три жидкости, определить их удельный вес прямым взвешиванием и ареометром испытать оба показания. Чтобы достигнуть разделения ареометрической шкалы на части равного объема, должно выбрать по возможности цилиндрическую шкалу и прямым опытом обозначить не две, а несколько ее точек, погружая ареометр в жидкости известного удельного веса. Означив эти точки, если расстояние между ними увеличивается почти пропорционально с изменением удельного объема, можно принять промежуточные части за цилиндрические и потому разделить на части равной длины, которые и будут соответствовать равным разностям удельных объемов, а следовательно, известным разностям удельных весов.

3) Верность показаний ареометра немало зависит и от того, вертикально ли погружается ареометр в разные жидкости.

4) А также от равномерности жидкости во всех своих частях. Оттого жидкость должно взболтать или перемешать пред определением ее удельного веса. Температура жидкости во всех слоях должна быть одинакова.

5) Ареометр должен постоянно сохранять свой вее. Его должно обтирать перед опытом и после опыта.

6) Ареометр должен быть хорошо смочен жидкостью, чтобы не было приставших пузырьков воздуха и чтобы около поверхности жидкости шейка ареометра была равномерно смочена жидкостью.

7) Ареометр, погружаясь в жидкость, не должен касаться краев сосуда, в который налита жидкость. Для опытов пригоднее других цилиндрические высокие стаканы, глубина которых равна длине ареометра.

8) Температура ареометра должна быть одинакова с температурою жидкости. Эта температура должна оставаться постоянною во время опыта.

9) Количество жидкости должно быть достаточно для свободного плавания ареометра, а иначе нужно прибегнуть к определению удельного веса взвешиванием.

Чтобы делать определения с помощью верных ареометров, необходимо соблюсти высказанные выше условия. Погрузив ареометр и заметивши температуру, — если увидят, что нет

пузырьков воздуха, что смачивание равномерно, что ареометр стоит вертикально и т. п., — понижают голову так, чтобы глаза пришлись на высоте уровня жидкости в стакане. Смотря по этому уровню, замечают, какое деление шкалы приходится по черте этого уровня. Это число делений мы и называли показаниями ареометра.

§ 50

Изменение удельного веса с температурою

Известно, что все жидкости с изменением температуры меняют и свой объем — расширяются или сжимаются. А так как удельный вес показывает вес данного объема жидкости, то с нагреванием изменяется и удельный вес. Для всех жидкостей (кроме воды между 0 и 4° Ц) удельный вес уменьшается с нагреванием. Об этом изменении удельного веса можно легко судить, зная изменение объемов, происходящее при нагревании. Так, например, по табл. I можно легко составить таблицу изменения удельного веса воды (стр. 232). Приняв, что удельный вес воды при 4° равен 1.0000, спрашивается: каков будет удельный вес воды при 15° Ц? Другими словами: сколько будет весить при 15° тот объем воды, который при 4° весил 1.0000? Легко решить по пропорции

$$\underset{\text{Объем при } 4^\circ}{1.00000} : \underset{\text{Объем при } 15^\circ}{1.00082} = \underset{\text{Удельный вес при } 15^\circ}{x} : \underset{\text{Удельный вес при } 4^\circ}{1},$$

откуда легко найти, чему равно x. Положим, удельный вес воды при 20° принят равным 1 (т. е. температура 20° Ц принята за нормальную), и требуется узнать удельный вес воды при 0°. Найдем по пропорции

$$\underset{\text{Объем при } 20^\circ}{1.00169} : \underset{\text{Объем при } 0^\circ}{1.00012} = \underset{\text{Удельный вес при } 0^\circ}{x} : \underset{\text{Удельный вес при } 20^\circ}{1}.$$

Подобным образом решаются все такие задачи, а потому мы будем говорить здесь только об изменении объемов, на основании которых уже легко определить и изменение удельного веса.

Абсолютный, или безводный, спирт расширяется гораздо сильнее воды. Изменение его объемов выражено на прилагаемой здесь табл. II, основанной на наблюдениях Коппа.

Таблица II

Расширение безводного спирта, по Коппу

Градусы Цельзия	Объем спирта	Градусы Цельзия	Объем спирта
0°	1.00000	45°	1.05006
5°	1.00523	50°	1.05623
10°	1.01051	55°	1.06257
15°	1.01585	60°	1.06910
20°	1.02128	65°	1.07584
25°	1.02680	70°	1.08278
30°	1.03242	75°	1.08994
35°	1.03817	80°	1.09735
40°	1.04404		

Расширение между столь небольшими пределами, какие приняты здесь (например между 10—15°), можно принять равномерным, а также можно вычислять по следующей формуле:

$$V_t = 1 + 0.00104139\,t + 0.0000007836\,t^2 + 0.000000017618\,t^3.$$

По этой формуле можно определить объем спирта при какой угодно температуре. Например, требуется узнать объем спирта при 10°, т. е. $t = 10$, а потому объем V_t равен сумме следующих величин:

1.0000000
0.0104139
0.0000784
0.0000176

$V_t = 1.0105099$

что и согласно с табл. II. Приведенная формула для расширения спирта не только справедлива для температур обыкновенных, но и для температур гораздо высших, чем температуры кипения спирта, как показали исследования Менделеева. Так, например, при 100° объем спирта по вычислениям и опытам равен 1.1296.

Зная закон изменения объемов безводного спирта, легко найти изменение величин удельного веса.[1] Так, по предыду-

[1] Чтобы определить отношение между измененнем объемов и изменением удельного веса, см. замечание Менделеева в «Annalen der Chemie und Pharmacie» (CXIV, p. 165). [Собрание сочинений Д. И. Менделеева, т. V, стр. 33. — *Прим. Ред.*].

щей формуле можно найти, что при повышении температуры на 1° Ц удельный вес безводного спирта уменьшается на 0.00085, по крайней мере при обыкновенной температуре, а потому, если удельный вес безводного спирта при 15° равен 0.7940 (воды при 4° Ц = 1), то при 16° он равен

$$0.7940 - 0.00085 = 0.7931,$$

при 20°

$$0.7940 - 5 \times 0.00085 = 0.7897,$$

а при 0°

$$0.7940 + 15 \times 0.00085 = 0.8067,$$

и т. д.

Точно того же самого результата, и еще с большею точностью, можно достигнуть по табл. II, например,

$$\underset{\text{Удельный вес при 15°}}{0.7940} : \underset{\text{Удельный вес при 0°}}{x} = \underset{\text{Объем при 0°}}{1.00000} : \underset{\text{Объем при 15°}}{1.01585},$$

откуда найдем, что x равен 0.8066. Следовательно, если был определен удельный вес спирта при какой-нибудь температуре, то весьма легко можно определить удельный вес спирта при какой-нибудь другой температуре, например при нормальной. Так, например, еслиб по способу прямого взвешивания был определен удельный вес d безводного спирта при 20°, принимая воду при той же температуре = 1, то сперва должно бы определить, каков удельный вес спирта, принимая за нормальную температуру 0° или 15°, или 4° (смотря по принятой системе), для чего служит табл. I, а потом полученный удельный вес d' можно было бы перевести к какой угодно температуре, по табл. II.

Сравнивая табл. I и II, видим, что расширение безводного спирта гораздо сильнее расширения воды, а потому для смесей безводного спирта с водою расширение будет больше, чем для воды, и меньше, чем для безводного спирта. Точные опыты Гэй-Люссака и других показали величину изменения удельного веса и объемов для разных смесей воды и спирта с изменением температуры. Чтобы до некоторой степени показать различие в расширении спиртов разной крепости, заметим, что при изменении температуры на 1° Ц около 15° Ц происходит следующее изменение в удельном весе:

Таблица III

Поправка удельного веса спиртовых жидкостей на каждый 1° Ц при температуре около 15° Ц

Для чистой воды							0.00005
Для	спирта,	содержащего	5%	по	объему	безводного алкооля	0.00013
»	»	»	10	»	»	» »	0.00018
»	»	»	15	»	»	» »	0.00021
»	»	»	20	»	»	» »	0.00026
»	»	»	25	»	»	» »	0.00034
»	»	»	30	»	»	» »	0.00045
»	»	»	35	»	»	» »	0.00054
»	»	»	40	»	»	» »	0.00061
»	»	»	45	»	»	» »	0.00066
»	»	»	50	»	»	» »	0.00070
»	»	»	55	»	»	» »	0.00072
»	»	»	60	»	»	» »	0.00074
»	»	»	65	»	»	» »	0.00076
»	»	»	70	»	»	» »	0.00078
»	»	»	75	»	»	» »	0.00079
»	»	»	80	»	»	» »	0.00080
»	»	»	85	»	»	» »	0.00082
»	»	»	90	»	»	» »	0.00083
»	»	»	95	»	»	» »	0.00084
Для чистого безводного спирта							0.00085

(Выведено из таблиц Гэ-Люссака и Траллеса).

Так, например, если известно, что при 16.5° Ц удельный вес 50%-ного спирта равен 0.9329, то при 15° он будет равен

$$0.9329 + 0.00070 \times 1.5 = 0.9340.$$

§ 51

Для спиртов, богатых содержанием абсолютного алкооля, расширение с температурою довольно равномерно, так что для всех температур наблюдения его можно принять равным тем величинам, которые приведены в табл. III. Но для спиртов, содержащих много воды (крепостью до 30%), оно весьма неравномерно, что́ видно, например, из того, что для 25%-го спирта изменение удельного веса на каждый 1° Ц:

При	0° Ц	равно	0.00025
»	4°	»	0.00030
»	7°	»	0.00033
»	10°	»	0.00036
»	15°	»	0.00034
»	18°	»	0.00038
»	21°	»	0.00041
»	27°	»	0.00047
»	32°	»	0.00052
»	38°	»	0.00061, и т. д

Следовательно, для столь жидких спиртов должно сделать непосредственные наблюдения для спиртов разной крепости и для разных температур, чтобы иметь точные основания для суждения об изменении объемов и удельного веса. Такие наблюдения действительно сделаны, но мы не приводим их здесь, потому что это потребовало бы многих таблиц и может быть выведено из тех поправок на содержание спирта, которые мы приведем впоследствии. Теперь же мы даем только таблицу Траллеса [табл. IV], по которой видно, какой удельный вес имеют разные спиртовые жидкости при различных температурах. Эта таблица может быть употребляема следующим образом: нашли мы, например, прямыми опытами, что удельный вес (вода 4° Ц = 1) при 1.67° Ц равен 0.9021, по табл. [IV] можем заключить о том, каков будет удельный вес (вода 4° Ц = 1) той же жидкости при других температурах.

Когда определение удельного веса сделано не прямым взвешиванием, а ареометром, тогда нельзя делать поправку только на изменение одного удельного веса спирта, потому что и самый материал ареометра расширяется от изменения температуры. Если принять во внимание расширение стекла и найти *кажущееся* (по стеклянному ареометру) изменение удельного веса, то получим поправку на температуру для спиртов различной крепости,

Нижеследующая таблица [V] дает те кажущиеся удельные веса, какие показывает стеклянный ареометр при различных температурах. Так, например, если в 50%-й (по Траллесу) спирт опустить стеклянный ареометр при 10.00° Ц, то получим удельный вес 0.9378, при 85° Ф или 29.44° Ц получим удельный вес 0.9221, и т. д.

Чтобы показать употребление этой таблицы, заметим следующее: если ареометр погрузить в воду 15.55° Ц, то он покажет 0.9991; если же погрузить в воду при 10° Ц (50° Ф), то он покажет 0.9997, при 29.44° Ц (85° Ф) в воде он покажет 0.9962 и т. д., и для каждого смешения воды со спиртом. Положим, например, что ареометр, погруженный в жидкость, имеющую температуру 10° Ц, показал 0.8600, и спрашивается, каков будет истинный удельный вес этой жидкости при 0°? Для того, чтобы решить это, найдем сперва удельный вес при 15.55° Ц, или при 60° Ф, потому что к этой температуре отнесены показания процентного содержания спирта по Траллесу. Заметивши по пятому столбцу табл. V, что удельный вес 0.8653 при 10° Ц почти соответствует при 15.55° Ц удельному весу 0.8631, можем допустить, что изменения удельного

Таблица IV,

показывающая удельный вес (вода при 4°Ц = 1) разных спиртов при разных температурах

Объемное содержание алкоголя при 60°ф. или 15.55°Ц, или 12.14°Р	—0.9°	+1.3°	+3.6°	5.8°	8.0°	10.2°	12.4°	14.7°	16.9°	19.1°	21.3°	23.6° по Реомюру
	—1.11°	+1.67°	+4.44°	7.22°	10.00°	12.78°	15.55°	18.33°	21.11°	23.89°	26.67°	29.44° по Цельзию
	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85° по Фаренгейту
0	0.9994	0.9997	0.9997	0.9998	0.9994	0.9994	0.9991	0.9987	0.9981	0.9976	0.9970	0.9962
5	0.9924	0.9926	0.9926	0.9926	0.9922	0.9922	0.9919	0.9915	0.9909	0.9903	0.9897	0.9889
10	0.9868	0.9868	0.9868	0.9867	0.9861	0.9861	0.9857	0.9852	0.9845	0.9839	0.9831	0.9823
15	0.9823	0.9822	0.9820	0.9817	0.9807	0.9807	0.9802	0.9796	0.9788	0.9779	0.9771	0.9761
20	0.9786	0.9782	0.9777	0.9772	0.9759	0.9759	0.9751	0.9743	0.9733	0.9723	0.9713	0.9701
25	0.9752	0.9745	0.9737	0.9729	0.9709	0.9709	0.9700	0.9690	0.9678	0.9666	0.9653	0.9640
30	0.9715	0.9705	0.9694	0.9683	0.9658	0.9658	0.9646	0.9633	0.9619	0.9605	0.9590	0.9574
35	0.9668	0.9655	0.9641	0.9627	0.9598	0.9598	0.9583	0.9567	0.9551	0.9535	0.9518	0.9500
40	0.9609	0.9594	0.9577	0.9560	0.9527	0.9527	0.9510	0.9493	0.9474	0.9456	0.9438	0.9419
45	0.9535	0.9518	0.9500	0.9482	0.9445	0.9445	0.9427	0.9408	0.9388	0.9369	0.9350	0.9329
50	0.9449	0.9431	0.9413	0.9393	0.9354	0.9354	0.9335	0.9315	0.9294	0.9274	0.9253	0.9232
55	0.9354	0.9335	0.9316	0.9295	0.9254	0.9254	0.9234	0.9213	0.9192	0.9171	0.9150	0.9128
60	0.9249	0.9230	0.9210	0.9189	0.9147	0.9147	0.9126	0.9105	0.9083	0.9061	0.9039	0.9016
65	0.9140	0.9120	0.9099	0.9078	0.9034	0.9034	0.9013	0.8992	0.8969	0.8947	0.8924	0.8901
70	0.9021	0.9001	0.8980	0.8958	0.8913	0.8913	0.8892	0.8870	0.8847	0.8825	0.8801	0.8778
75	0.8896	0.8875	0.8854	0.8832	0.8787	0.8787	0.8765	0.8743	0.8720	0.8697	0.8673	0.8649
80	0.8764	0.8743	0.8721	0.8699	0.8653	0.8653	0.8631	0.8609	0.8585	0.8562	0.8538	0.8514
85	0.8623	0.8601	0.8579	0.8556	0.8510	0.8510	0.8488	0.8465	0.8441	0.8418	0.8318	0.8370
90	0.8469	0.8446	0.8423	0.8401	0.8355	0.8355	0.8332	0.8309	0.8285	0.8262	0.8238	0.8214

При этих удельных весах за нормальную температуру принята температура наибольшей плотности воды (вода при 4°Ц = 1) и показания отнесены не к ареометрам, а к прямым определениям удельных весов.

Таблица [V]

Показания стеклянного ареометра, дающего удельный вес (вода при 4°Ц = 1) для спиртов разной крепости при разных температурах, по Траллесу

Объемное содержание спирта	Температуры по фаренгейтову термометру											
	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°
0	0.9994	0.9997	0.9997	0.9998	0.9997	0.9994	0.9991	0.9987	0.9981	0.9976	0.9970	0.9962
5	0.9924	0.9926	0.9926	0.9926	0.9925	0.9922	0.9919	0.9915	0.9909	0.9903	0.9897	0.9889
10	0.9868	0.9869	0.9868	0.9867	0.9865	0.9861	0.9857	0.9852	0.9845	0.9839	0.9831	0.9823
15	0.9823	0.9822	0.9820	0.9817	0.9813	0.9807	0.9802	0.9796	0.9788	0.9779	0.9771	0.9761
20	0.9786	0.9782	0.9777	0.9772	0.9766	0.9759	0.9751	0.9743	0.9733	0.9722	0.9711	0.9700
25	0.9753	0.9746	0.9738	0.9729	0.9720	0.9709	0.9700	0.9690	0.9678	0.9665	0.9652	0.9638
30	0.9717	0.9707	0.9695	0.9684	0.9672	0.9659	0.9646	0.9632	0.9618	0.9593	0.9588	0.9572
35	0.9671	0.9658	0.9644	0.9629	0.9614	0.9599	0.9583	0.9566	0.9549	0.9532	0.9514	0.9495
40	0.9615	0.9598	0.9581	0.9563	0.9546	0.9528	0.9510	0.9491	0.9472	0.9452	0.9433	0.9412
45	0.9544	0.9525	0.9506	0.9486	0.9467	0.9447	0.9427	0.9406	0.9385	0.9364	0.9342	0.9320
50	0.9460	0.9440	0.9420	0.9399	0.9378	0.9356	0.9335	0.9313	0.9290	0.9267	0.9244	0.9221
55	0.9368	0.9347	0.9325	0.9302	0.9279	0.9256	0.9234	0.9211	0.9187	0.9163	0.9139	0.9114
60	0.9267	0.9245	0.9222	0.9198	0.9174	0.9150	0.9126	0.9102	0.9076	0.9051	0.9026	0.9000
65	0.9162	0.9138	0.9113	0.9088	0.9063	0.9038	0.9013	0.8988	0.8962	0.8946	0.8909	0.8882
70	0.9046	0.9021	0.8996	0.8970	0.8944	0.8917	0.8892	0.8866	0.8839	0.8812	0.8784	0.8756
75	0.8925	0.8899	0.8873	0.8847	0.8820	0.8792	0.8765	0.8738	0.8710	0.8681	0.8652	0.8622
80	0.8798	0.8771	0.8744	0.8716	0.8688	0.8659	0.8631	0.8602	0.8573	0.8544	0.8514	0.8483
85	0.8663	0.8635	0.8606	0.8577	0.8547	0.8517	0.8488	0.8458	0.8427	0 8396	0.8365	0.8333
90	0.8517	0.8486	0.8455	0.8525	0.8395	0.8363	0.8332	0.8300	0.8268	0.8236	0.8204	0.8171

веса остаются пропорциональными их величине для малых разностей, а потому удельный вес 0.86 при 10° соответствует при 15.55° удельному весу x

$$0.8688 : 0.8631 = 0.8600 : x,$$

откуда

$$x = 0.8543.$$

Это показывает, что удельный вес взятой жидкости при 15.55° равен 0.8543 (вода при 4° Ц = 1), а по табл. III находим, что для 80%-ного спирта (ибо удельный вес 0.8543 показывает, что наш спирт близок к этой крепости) поправка удельного веса на каждый 1° Ц равна 0.00082, а потому взятый спирт при 0° будет иметь удельный вес:

$$0.8543 + 15.55 \times 0.00082 = 0.8671.$$

Конечно, найденные подобным образом числа не вполне точны, но только приближенные.

Мы не распространяемся здесь о дальнейших, более точных, поправках, потому что этот предмет завлек бы нас очень далеко, что несообразно с объемом этого издания.

§ 52

Различные системы выражения содержания спирта в спиртовых жидкостях

Так как спирт мешается с водою во всех возможных пропорциях,* то на фабриках и в продаже, а также и для сбора акциза необходимо определить относительное содержание воды и абсолютного спирта в данной водке или в данном продажном спирте. В разных странах и государствах избрали различные системы для выражения содержания спирта в данной спиртовой жидкости. Существуют три главные рода систем для выражения относительного содержания безводного спирта в продажном:

1-я система, весовых процентов,
2-я система, объемных процентов,
3-я система, практических процентов.

§ 53

Весовые проценты

По первой системе выражают в процентах содержание безводного спирта. Эта система называется системою по Рих-

*В оригинале вместо «пропорциях» — «операциях». [*Прим. ред.*].

Таблица VI

Отношение между процентами Рихтера и удельным весом

В 100 частях по весу заключается		Удельный вес		В 100 частях по весу заключается		Удельный вес	
безводного спирта	воды	при 15° Ц, принимая воду при 15° = 1	при 20° Ц, принимая воду при 20° = 1	безводного спирта	воды	при 15° Ц, принимая воду при 15° = 1	при 20° Ц, принимая воду при 20° = 1
проценты Рихтера				проценты Рихтера			
100	0	0.796	0.791	**58**	42	0.900	0.896
99	1	0.798	0.794	**57**	43	0.902	0.899
98	2	0.801	0.797	**56**	44	0.905	0.901
97	3	0 804	0.800	**55**	45	0.906	0.903
96	4	0.807	0.803	**54**	46	0.908	0.905
95	5	0.809	0.805	**53**	47	0.910	0.907
94	6	0.812	0.808	**52**	48	0.912	0.909
93	7	0.815	0.811	**51**	49	0.915	0.912
92	8	0.817	0.813	**50**	50	0.917	0.914
91	9	0.820	0.816	**49**	51	0.920	0.917
90	10	0.822	0.818	**48**	52	0.922	0.919
89	11	0.825	0.821	**47**	53	0 924	0.921
88	12	0.827	0.823	**46**	54	0.926	0.923
87	13	0.830	0.826	**45**	55	0.928	0.925
86	14	0.832	0.828	**44**	56	0.930	0.927
85	15	0.835	0.831	**43**	57	0.933	0.930
84	16	0.838	0.834	**42**	58	0.935	0.932
83	17	0.840	0.836	**41**	59	0.937	0.934
82	18	0.843	0.839	**40**	60	0.939	0.936
81	19	0.846	0.842	**39**	61	0.941	0.938
80	20	0.848	0.844	**38**	62	0.943	0.940
79	21	0.851	0.847	**37**	63	0.945	0.942
78	22	0.853	0.849	**36**	64	0.947	0.944
77	23	0.855	0.851	**35**	65	0.949	0.946
76	24	0.857	0.853	**34**	66	0.951	0.948
75	25	0.860	0.856	**33**	67	0.953	0.950
74	26	0.863	0.859	**32**	68	0.955	0.952
73	27	0.865	0.861	**31**	69	0.957	0.954
72	28	0.867	0.863	**30**	70	0.958	0.956
71	29	0.870	0.866	**29**	71	0.960	0.957
70	30	0.872	0.868	**28**	72	0.962	0.959
69	31	0.874	0.870	**27**	73	0.963	0.961
68	32	0.876	0.872	**26**	74	0.965	0.963
67	33	0.879	0.875	**25**	75	0.967	0.965
66	34	0.881	0.877	**24**	76	0 968	0.966
65	35	0.883	0.880	**23**	77	0.970	0.968
64	36	0.886	0.882	**22**	78	0.972	0 970
63	37	0.889	0.885	**21**	79	0.973	0.971
62	38	0.891	0.887	**20**	80	0.974	0.973
61	39	0.893	0.889	**19**	81	0.975	0.974
60	40	0.896	0.892	**18**	82	0.977	0.976
59	41	0.898	0.894	**17**	83	0.978	0.977

Продолжение

В 100 частях по весу заключается		Удельный вес		В 100 частях по весу заключается		Удельный вес	
безводного спирта	воды	при 15° Ц., принимая воду при 15° = 1	при 20° Ц., принимая воду при 20° = 1	безводного спирта	воды	при 15° Ц., принимая воду при 15° = 1	при 20° Ц., принимая воду при 20° = 1
проценты Рихтера				проценты Рихтера			
16	84	0.979	0.978	**7**	93	0.991	0.991
15	85	0.981	0.980	**6**	94	0.992	0.992
14	86	0.982	0.981	**5**	95	—	0.994
13	87	0.984	0.983	**4**	96	—	0.995
12	88	0.986	0.985	**3**	97	—	0.997
11	89	0.987	0.986	**2**	98	—	0.998
10	90	0.988	0.987	**1**	99	—	0.999
9	91	0.989	0.988	**0**	100	—	1.000
8	92	0.990	0.989				

теру.[1] Если сказано, что спирт 90 процентов (%) или градусов (°) по Рихтеру, то это значит, что в 100 частях по весу продажного спирта заключается 90 частей по весу безводного спирта и 10 частей по весу воды. Эта система самая точная и ясная, потому что *вес* не изменяется с температурою. По этой системе нет нужды знать какую-нибудь условную температуру. К сожалению, на основании некоторых причин, она мало распространена. Это зависит от того, что:

а) Рихтер, давши первоначально таблицу, показывающую на отношения удельного веса и процентов спирта, сделал много грубых ошибок;

б) на практике весьма затруднительно определять процентное содержание по весу, потому что в практике гораздо легче определять объемы больших масс, чем веса. Впрочем, само собою понятно, что, зная объем и удельный вес жидкости, легко было бы определять и ее вес;

в) укоренившийся обычай измерять крепость спирта по объемному содержанию безводного алкооля все более и более распространяется и вытесняет систему Рихтера.

---

[1] Она дана Рихтером в конце прошлого столетия и изложена им в: I. B. Richter. Ueber die neuern Gegenstände der Chemie. Breslau, 1795, Stück 5, p. 51; Stück 8, p. 10.

Мы приводим здесь таблицу, показывающую отношения между удельным весом спиртовых жидкостей и весовым процентным содержанием спирта, данную Лёвицом (Löwitz) [табл. VI на стр. 256].

Дринкватер дал следующую таблицу [табл. VII] для определения процентного содержания весовых частей спирта при малом содержании алкооля.

Таблица VII

Отношение между процентами Рихтера и удельным весом

Уд. вес при 15.55° Ц., принимая воду при этой температуре = 1	Весовой процент спирта	Уд. вес при 15.55° Ц., принимая воду при этой температуре = 1	Весовой процент спирта
1.0000	0.00	0.9910	5.13
0.9990	0.53	0.9900	5.77
0.9980	1.07	0.9890	6.42
0.9970	1.61	0.9880	7.09
0.9960	2.17	0.9870	7.78
0.9950	2.74	0.9860	8.48
0.9940	3.32	0.9850	9.20
0.9930	3.90	0.9840	9.92
0.9920	4.51		

Впоследствии мы дадим таблицу отношений между удельным весом, принимая за нормальную температуру 4°, и процентами по Рихтеру, выведенную Рюо из наблюдений Гэ-Люссака, которую можно считать наиболее точною.

Многочисленные наблюдения Баумхауэра (Baumhauer) и вычисления Пульé выражены в краткой таблице [табл. VIII], приведенной вслед за сим.

Из согласия всех этих определений и особенно из согласия выводов Рюо и Баумхауэра (в пределах ошибок наблюдений) видно, что отношение между удельным весом и процентами Рихтера точно показывается последнею таблицею, а потому, там где нужно употреблять весовые проценты, мы советуем руководствоваться таблицами Баумхауэра.[1]

---

[1] Об этом предмете сравнить: Compt. rend., XLVIII, p. 929; LI, pp. 1002, 591; Lieb. Ann. 1861, CVII, p. 392, и др.

Таблица VIII

Отношение между весовыми процентами спирта и удельным весом

Весовой процент содержания спирта, т. е. истинные градусы по Рихтеру	Уд. вес при 15°, принимая воду при 4°=1, по Баумхауэру	Удельный вес при 15°, принимая воду при 15°=1		
		по Баумхауэру	по Гэ-Люссаку	по Гильпину
100	0.7941	0.7948	0.7947	—
95	0.8089	0.8096	0.8093	—
90	0.8225	0.8232	0.8232	0.8232
85	0.8357	0.8364	0.8363	0.8362
80	0.8484	0.8491	0.8488	0.8487
75	0.8602	0.8610	0.8610	0.8608
70	0.8720	0.8728	0.8729	0.8727
65	0.8838	0.8846	0.8847	0.8845
60	0.8954	0.8962	0.8963	0.8962
55	0.9068	0.9076	0.9077	0.9075
50	0.9179	0.9187	0.9188	0.9187
45	0.9288	0.9296	0.9296	0.9295
40	0.9387	0.9395	0.9398	0.9397
35	0.9482	0.9490	0.9493	0.9492
30	0.9569	0.9577	0.9578	0.9578
25	0.9642	0.9650	0.9652	0.9653
20	0.9706	0.9715	—	0.9721
15	0.9766	0.9775	—	0.9776
10	0.9830	0.9839	—	0.9840
5	0.9903	0.9912	—	0.9913
0	0.9991	1.0000	1.0000	1.0000

§ 54

По системе Рихтера нередко устраивают спиртомеры, принимая какую-нибудь температуру за нормальную, а чаще 15° Ц, или 12.5° Р. На шкале такого спиртомера обыкновенно пишут: *по Рихтеру*, потом означают температуру, для которой сделан ареометр. Такой спиртомер погружается в чистой воде, при указанной температуре, до 0 шкалы, что и показывает, что в воде 0% безводного спирта. В безводном спирте, при указанной температуре, ареометр погружается до 100 делений шкалы, что и показывает, что безводный спирт не содержит нисколько воды, а целиком состоит из 100 весовых процентов спирта. Пространство между 0 и 100 делениями шкалы разделяется на 100 неравных частей, так чтобы [опущенный] при указанной температуре в спирт, содержащий

N весовых процентов, спиртомер погрузился бы до деления N. Например, в 50%-м спирте до 50° деления и т. д. Очевидно, что деления шкалы от 0 до 100 будут неравномерны, потому что равномерное деление шкалы соответствует равным разностям удельных объемов (т. е. равным разностям частных из единицы, деленной на удельный вес), а весовые проценты спирта производят неравные разности в удельном весе и в удельном объеме. Так, например, разность в 5 весовых процентов (см. табл. VIII) при 100° крепости спирта определяет разность в удельном весе на 0.0148, а в удельном объеме на $\frac{1}{0.7948} - \frac{1}{0.8096}$, при 50% разность в удельном весе равна 0.0110, а в удельных объемах она равна $\frac{1}{0.9076} - \frac{1}{0.9187}$, или равна $1.1018 - 1.0884 = 0.0134$, а при 0° крепости спирта разность в удельном весе получается только 0.0088, а в удельном объеме только $\frac{1}{0.9912} - \frac{1}{1.000}$, что равно 0.0089. А потому градусные деления верхних частей шкалы, выражающие проценты крепких спиртов, будут длиннее градусных делений нижних частей шкалы. Означивши на шкале ареометра определенные точки, например, 0 и 100, можно уже весьма легко разделить всю шкалу на деления, соответствующие весовым процентам.

Для этого можно употребить одну из вышеприведенных нами таблиц, например табл. VIII; потому что (см. стр. 240) при цилиндрической форме шкалы равным разностям удельных объемов соответствуют равно длинные деления шкалы, а для неравных разностей удельных объемов длина делений шкалы пропорциональна разности удельных объемов. Так, например, если расстояние [между] 0 и 100 делений будет равно 180 мм, то для отыскания места пятидесятому делению можно составить пропорцию:

$$\underbrace{\frac{1}{0.7948}}_{\substack{\text{Удельный вес для 100\% Рихтера}}} - \underbrace{\frac{1}{1.000}}_{\substack{\text{Удельный вес для 0\% Рихтера}}} : \underbrace{\frac{1}{0.7948}}_{\substack{\text{Удельный вес для 100\% Рихтера}}} - \underbrace{\frac{1}{0.9187}}_{\substack{\text{Удельный вес для 50\% Рихтера}}} = 180 : x,$$

или

$$0.258 : 170 = 180 : x,$$

откуда

$$x = 118.6,$$

что и показывает, что 50-й градус шкалы должен отстоять от 100 градусов шкалы на 118.6 мм, если 0° отстоит на 180 мм.

Таким образом легко разделить всю шкалу на градусы по Рихтеру. Конечно, для определения градусов по Рихтеру может служить и кроме ареометров всякой другой способ определения удельного веса. Положим, например, что по одному из способов нашли, что удельный вес спирта при 15.5° Ц (вода при 15.5° = 1) = 0.9955. По табл. VII находим, что удельный вес 0.9960 соответствует 2.17 весовым процентам, а 0.9950 — 2.74%, а потому и заключаем, что удельный вес 0.9955 соответствует 2.45% спирта. О том, как находить соответственные проценты для удельных весов, не показанных в таблицах, будет сказано далее, а теперь заметим только, что если удельный вес отнесен не к той нормальной температуре воды, которая принята в таблицах, то по данным правилам (стр. 233) легко перевести его к этой температуре, а если удельный вес спирта определен не при той температуре, которая дана в таблицах, то по правилам, изъясненным в §§ 50 и 51, можно привести наблюденный удельный вес к той температуре, которая указана в таблицах. Не должно только никогда забывать, что удельный вес спиртовой жидкости зависит и от нормальной температуры воды, принятой за единицу, и от температуры наблюдаемого спирта.

Очень часто спиртомеры Рихтера снабжены впаянным внутри термометром, а именно так, что шарик термометра составляет низшую часть ареометра, назначаемую для того, чтобы он плавал вертикально. Весьма часто вместе со шкалою Рихтера обозначены деления и по системе Траллеса.

§ 55

Система объемных процентов

Эта система в настоящее время почти везде принята и носит обыкновенно название системы Траллеса или Гэ-Люссака. Она представляет некоторые удобства, но имеет и многие недостатки. По ней так же, как и по предыдущей, 0° или 0% означает воду, а 100° или 100% означают безводный спирт или чистый алкооль, так что в этих точках и в градусах, близ их находящихся, обе системы сходятся или близки между собой, но в промежутке они значительно разнятся, так, например, 50° по Гэ-Люссаку соответствуют 42.5° по Рихтеру. В объемных процентах выражается, сколько процентов по объему заключается безводного спирта в данном сорте водки или спирта. 50%-й спирт, по этой системе.

будет такой, 100 объемов которого получится, если взять 50 объемов безводного спирта и разбавить их водою так, чтобы получилось 100 объемов смешанного или разведенного спирта, приведенного к нормальной температуре, как и взятый для смешения безводный спирт. Точно то же относится до каждого другого процента по объемной системе. Единственная, но практически весьма важная выгода этой методы состоит в том, что в ней крепость спирта выражается объемами, а спирт продают и измеряют обыкновенно объемами; так, например, отмеряют 100 ведер 20%-го спирта — это и покажет, что в отмеренном количестве спирта заключается 20 ведер безводного спирта. Эта система весьма удобопонятна с первого взгляда. Чтобы получить понятие об объемах по системе Рихтера, должно делать вычисления и соображения, которые на практике не всегда производятся легко. Этим и оканчивается вся выгода рассматриваемой системы. Выгода, как видим, незначительная. Принявши эту систему, жертвуют многими другими выгодами, неразлучными с весовою системою. Мы перечислим некоторые из важнейших неудобств, сопряженных с объемною системою и совершенно устраненных в весовой системе.

1) Так как объемы каждого вещества изменяются с температурою и с давлением, под которым оно находится,[1] то, принявши объемную систему, мы должны непременно условиться, по крайней мере, о той температуре, при которой производится измерение объемов; иначе в наших показаниях по объемной системе будут разноречия. Так, по системе Гэ-Люссака, принятой во Франции, объемы безводного спирта измеряются при 15° Ц или 12° Р. В Англии они измеряются при 60° Ф, или 15.55° Ц или 12.4° Р. У нас при $12^1/_9$° или 12.5° Р. Правда, что эти температуры весьма близки между собой, но все-таки полградуса Цельзия может оказать разность в процентах, весьма заметную при точных определениях, подтверждением чему может служить уже и тот факт, что, по утвержденным ныне правилам, спиртомеры бракуются, если их показания разнятся в температуре на $^1/_4$° Р. Такая точность необходима при измерении крепости спирта с точностью до $^1/_4$%. Судя по всему этому, объемный процент не есть что-либо совершенно неизменное, а есть только величина условная; а всякие условные величины, если их можно заменить безусловными, должны быть по возможности

[1] Степень сжатия спирта от увеличения давления, конечно, незначительна, но все же ощутима.

исключаемы. Выражение содержания спирта в весовых процентах именно не заключает в себе ничего условного, потому что вес есть нечто неизменное: вес спирта не изменяется, какова бы температура ни была при его определении. Показавши весовой процент, нет нужды прибавлять слов «по такой-то системе». Весовая система одна, а объемных систем (процентных) множество.

2) Высказанное выше показывает, что ценность спиртовой жидкости по объемной системе нельзя определить сразу, узнавши процентное содержание спирта, потому что ведро безводного спирта (объемная система показывает такое число ведер) при низшей температуре стоит дороже, чем при высшей температуре, ибо весит больше. Потому-то, употребляя объемную систему, необходимо должны прибегать ко многим таблицам поправок, какие при своем употреблении всегда будут служить источником для нечаянных или преднамеренных ошибок. Употребивши весовую систему, можно ограничиться гораздо меньшим числом поправок и получить истинное понятие о ценности спиртовой жидкости, потому что вес есть величина неизменная. Фунт безводного спирта (а весовая система выражает количество фунтов безводного спирта в 100 фунтах водки) стоит одинаково при всевозможных температурах.

3) Измерять объемы гораздо затруднительнее, чем измерять веса, если требуется столь большая точность, какую, например, должны представлять узаконенные у нас спиртомеры. Совершенно бесполезно измерять крепость спирта до $^1/_4{}^0/_0$, когда емкость измерительных сосудов признается неизменною при разности температур от —20° до +30° Р. Стоведерный, при —20° Р, медный сосуд при +30° Р будет вмещать уже не 100 законных ведер (=750.5879 куб. дюймов), а 100.27 ведра. Здесь по крайней мере можно вычислить как-нибудь приблизительное измерение емкости измерительного сосуда, а емкость бочки или какого-нибудь другого деревянного сосуда нельзя и думать определить с точностью при различных температурах, которые столь тщательно измеряются термометром спиртомера. Если уже хотят что-либо столь точно измерять, то должны употребить систему, допускающую практическую возможность в окончательном выполнении принятого точного способа. Весовая система и представляет это удобство, потому что вес данного сосуда, которым измеривают спирт, остается так же постоянен при всех температурах, как и вес самого спирта. Точные приборы для взвешивания (до $^1/_4{}^0/_0$) можно найти почти всюду, потому

что для этого нужны грубые весы, показывающие 10 фунтов на 10 пудов; тогда как приборы, с такою же точностью измеряющие объем, найти довольно трудно, да и наблюдать такими приборами гораздо затруднительнее, чем весами. Все дело только в том, что, употребляя объемную систему, весьма мало рациональную в принципе, нельзя уже и требовать большой точности в практическом выполнении всякого рода измерений.

4) Весьма важное неудобство объемной системы состоит, между прочим, в том, что по ней нельзя сразу узнать, сколько *воды* заключается в данном спирте; потому что когда спирт и вода смешиваются — происходит сокращение объемов. Если по объемной системе говорят, что спирт 55%-й, то из этого еще нельзя заключить, что он составлен из 55 объемов безводного спирта и 45 объемов воды; напротив того, он составляется, примерно, из 55 объемов спирта и 49 объемов воды. Если по весовой системе говорят, что спирт 55%-й, то это сразу показывает, что его можно составить из 55 фунтов безводного спирта и 45 фунтов воды, или что он содержит на 55 фунтов безводного спирта 45 фунтов воды — тут не нужно никаких дополнительных сведений: все ясно из двух слов. Все дело зависит от того, что объемы суть величины весьма изменчивые, сравнительно с весами. Оттого, когда желают рассыропить, т. е развести водою до желаемой крепости, то, руководствуясь объемною системою, должны принимать во внимание многие условия и таблицы, или итти ощупью, тогда как в весовой системе рассыропка весьма проста: желают, например, из 120 фунтов 50%-го спирта получить 20%-й спирт — должны прибавить $\frac{50 \times 120}{20} - 120 = 180$ фунтов воды.

§ 56

Как бы то ни было, объемная система распространена весьма значительно. Это зависит между прочим, кажется, от того, что точнейшие исследования об отношении между удельным весом и содержанием спирта были выражаемы первоначально по объемной системе. Так, берлинский профессор Траллес по поручению прусского правительства составил одни из первых точных таблиц (сам не сделал наблюдений) на основании исследований Гильпина, публикованных в 1794 г., положивши в основание для своей таблицы, что безводный спирт при 60° Ф имеет удельный вес 0.7946 (вода при 60°Ф = 1), или 0.7939 (вода при 4° Ц = 1).

Таблица IX

Отношения между удельным весом спирта и процентами по объему и весу, выведенные Рюо из наблюдений Гэ-Люссака

Удельный вес спирта при 15° Ц, принимая воду при 4° Ц = 1	Объемный процент спирта при 15° Ц, градусы по Гэ-Люссаку	Весовой процент спирта, градусы по Рихтеру	Сокращение на 100 объемов происшедшей смеси	Удельный вес спирта при 15° Ц, принимая воду при 4° Ц = 1	Объемный процент спирта при 15° Ц, градусы по Гэ-Люссаку	Весовой процент спирта, градусы по Рихтеру	Сокращение на 100 объемов происшедшей смеси
1	2	3	4	1	2	3	4
0.9991	0.0	0.000	0.00	0.9545	38.0	31.64	3.34
0.9976	1.0	0.796	0.06	0.9530	39.0	32.49	3.39
0.9961	2.0	1.594	0.11	0.9515	40.0	33.38	3.45
0.9947	3.0	2.395	0.17	0.9499	41.0	34.27	3.49
0.9933	4.0	3.198	0.23	0.9483	42.0	35.17	3.53
0.9920	5.0	4.002	0.31	0 9466	43.9	36.07	3.57
0.9907	6.0	4.809	0.39	0.9449	44.0	36.97	3.60
0.9894	7.0	5.618	0.46	0.9432	45.0	37.88	3.64
0.9882	8.0	6.428	0.55	0.9414	46.0	38.80	3.67
0.9870	9.0	7.240	0.63	0.9396	47.0	39.72	3.69
0.9858	10.0	8.056	0.72	0.9378	48.0	40.64	3.72
0.9846	11.0	8.871	0.81	0.9359	49.0	41.57	3.73
0.9835	12.0	9.689	0.90	0.9340	50.0	42.51	3.75
0.9824	13.0	10.51	1.00	0.9321	51.0	43.44	3.77
0.9813	14.0	11.33	1.09	0.9301	52.0	44.39	3.77
0.9803	15.0	12.15	1.19	0.9281	53.0	45.34	3.77
0.9794	16.0	12.97	1.31	0.9260	54.0	46.30	3.77
0 9784	17.0	13.80	1.41	0 9240	55.0	47.26	3.77
0.9774	18.0	14.62	1.52	0.9219	56.0	48.23	3.77
0.9765	19.0	15.45	1.63	0.9198	57.0	49.20	3.76
0.9755	20.0	16.28	1.74	0.9177	58.0	50.18	3.76
0 9745	21.0	17.11	1.85	0.9155	59.0	51.17	3.74
0.9734	22.0	17.94	1.94	0.9133	60.0	52.16	3.73
0.9724	23.0	18.78	2.05	0.9111	61.0	53.16	3.72
0.9713	24.0	19.62	2.14	0.9088	62.0	54.17	3.69
0.9703	25.0	20.46	2.25	0.9065	63.0	55.19	3.67
0.9692	26.0	21.30	2.35	0.9042	64.0	56.20	3.63
0.9682	27.0	22.14	2.45	0.9019	65.0	57.23	3.61
0.9671	28 0	22.99	2.54	0.8996	66.0	58.26	3.59
0.9660	29.0	23.84	2.63	0.8972	67.0	59.29	3.55
0.9649	30.0	24.69	2.73	0.8948	68 0	60.34	3.52
0.9637	31.0	25.54	2.82	0.8924	69.0	61.39	3.48
0.9625	32.0	26.40	2.90	0.8899	70.0	62.46	3.44
0.9613	33.0	27.26	2.99	0.8874	71.0	63.54	3.40
0.9600	34.0	28.12	3.06	0.8849	72.0	64.61	3.35
0.9587	35.0	28.99	3.14	0.8823	73.0	65.70	3.30
0.9573	36.0	29.86	3.21	0.8797	74.0	66.79	3.24
0.9559	37.0	30.74	3.27	0.8771	75.0	67.90	3.18

Продолжение

Удельный вес спирта при 15° Ц, принимая воду при 4° Ц = 1	Объемный процент спирта при 15° Ц, градусы по Гэ-Люссаку	Весовой процент спирта, градусы по Рихтеру	Сокращение на 100 объемов происшедшей смеси	Удельный вес спирта при 15° Ц, принимая воду при 4° Ц = 1	Объемный процент спирта при 15° Ц, градусы по Гэ-Люссаку	Весовой процент спирта, градусы по Рихтеру	Сокращение на 100 объемов происшедшей смеси
1	2	3	4	1	2	3	4
0.8745	76.0	69.01	3.13	0.8372	89.0	84.42	2.06
0.8718	77.0	70.13	3.06	0.8339	90.0	85.70	1.94
0.8691	78.0	71.26	3.00	0.8305	91.0	87.01	1.81
0.8664	79.0	72.40	2.93	0.8271	92.0	88.33	1.68
0.8637	80.0	73.54	2.87	0.8235	93.0	89.67	1.52
0.8610	81.0	74.71	2.81	0.8199	94.0	91.04	1.35
0.8582	82.0	75.87	2.73	0.8161	95.0	92.44	1.19
0.8553	83.0	77.06	2.65	0.8121	96.0	93.87	0.98
0.8524	84.0	78.25	2.56	0.8079	97.0	95.33	0.78
0.8495	85.0	79.45	2.48	0.8035	98.0	96.86	0.54
0.8465	86.0	80.67	2.38	0.7989	99.0	98.40	0.28
0.8435	87.0	81.90	2.28	0.7940	100.0	100.00	0.00
0.8404	88.0	83.14	2.18				

Его таблицы приведены в «Анналах» Гильберта, т. 38, стр. 386. Эти таблицы послужили основанием для многих, ныне весьма распространенных алкоолометрических таблиц, хотя в этих таблицах несомненно заключается ошибка, указанная известными весьма большою точностью исследованиями Гэ-Люссака, результаты которых выражены в брошюре: Gay-Lussac. Instructions pour l'usage de l'alcoolomètre centesimal et des tables qui l'accompagnent. Paris, 1824. Эти результаты были потом проверены Пулье, который нашел их вполне точными, о чем и публиковал в мемуарах Парижской академии наук, т. 30. Рюо в прошедшем году перечислил наблюдения Гэ-Люссака и дал таблицу [табл. IX], которую мы и приводим (см.: Ann. de chim. et phys., ноябрь 1861 г., т. LXIII, стр. 350) [см. стр. 265—266].

В этой таблице, которую можно считать за наиболее полную и точную, приведены и другие необходимые числа, и все наблюдения отнесены к температуре в 12° Р, или 15°Ц.

Таблица X[1]

Отношение между удельным весом (вода при 15° Ц = 1) и градусами спиртомера Гэ-Люссака, по которому объем спирта считается при 15° Ц

Градусы спиртомера	Удельный вес	Градусы спиртомера	Удельный вес	Градусы спиртомера	Удельный вес
0	1.000	35	0.960	70	0.891
1	0.999	36	0.959	71	0.888
2	0.997	37	0.957	72	0.886
3	0.996	38	0.956	73	0.884
4	0.994	39	0.954	74	0.881
5	0.993	40	0.953	75	0.879
6	0.992	41	0.951	76	0.876
7	0.990	42	0.949	77	0.874
8	0.989	43	0.948	78	0.871
9	0.988	44	0.946	79	0.868
10	0.987	45	0.945	80	0.865
11	0.986	46	0.943	81	0.863
12	0.984	47	0.941	82	0.860
13	0.983	48	0.940	83	0.857
14	0.982	49	0.938	84	0.854
15	0.981	50	0.936	85	0.851
16	0.980	51	0.934	86	0.848
17	0.979	52	0.932	87	0.845
18	0.978	53	0.930	88	0.842
19	0.977	54	0.928	89	0.838
20	0.976	55	0.926	90	0.835
21	0.975	56	0.924	91	0.832
22	0.974	57	0.922	92	0.829
23	0.973	58	0.920	93	0.826
24	0.972	59	0.918	94	0.822
25	0.971	60	0.915	95	0.818
26	0.970	61	0.913	96	0.814
27	0.969	62	0.911	97	0.810
28	0.968	63	0.909	98	0.805
29	0.967	64	0.906	99	0.800
30	0.966	65	0.904	100	0.795
31	0.965	66	0.902		
32	0.964	67	0.899		
33	0.963	68	0.896		
34	0.962	69	0.893		

[1] Таблица, вычисленная Морацо (Morazeau), значительно отличается от приводимой здесь, но эта ближе к истине, хотя не вполне согласная с наиболее точною табл. IX, которую мы и рекомендуем для практического употребления.

Таблица XI

Отношение между удельным весом (вода при 4° Ц = 1) и процентами, по Траллесу

100 объемов содержат объемов спирта	Удельный вес при 12 4/9° Р, или 15.55° Ц (вода при 4° Ц = 1)	Разницы удельного веса на 1° спиртомера	100 объемов содержат объемов спирта	Удельный вес при 12 4/9° Р, или 15.55° Ц (вода при 4° Ц = 1)	Разницы удельного веса на 1° спиртомера
0	0.9991	15	38	0.9541	15
1	0.9976	15	39	0.9526	16
2	0.9961	14	40	0.9510	16
3	0.9947	14	41	0.9494	16
4	0.9933	14	42	0.9478	17
5	0.9919	13	43	0.9461	17
6	0.9906	13	44	0.9444	17
7	0.9893	12	45	0.9427	18
8	0.9881	12	46	0.9409	18
9	0.9869	12	47	0.9391	18
10	0.9857	12	48	0.9373	19
11	0.9845	11	49	0.9354	19
12	0.9834	11	50	0.9335	19
13	0.9823	11	51	0.9315	20
14	0.9812	10	52	0.9295	20
15	0.9802	11	53	0.9275	20
16	0.9791	10	54	0.9254	21
17	0.9781	10	55	0.9234	20
18	0.9771	10	56	0.9213	21
19	0.9761	10	57	0.9192	21
20	0.9751	10	58	0.9170	22
21	0.9741	10	59	0.9148	22
22	0.9731	11	60	0.9126	22
23	0.9720	10	61	0.9104	22
24	0.9710	10	62	0.9082	22
25	0.9700	11	63	0.9059	23
26	0.9689	10	64	0.9036	23
27	0.9679	11	65	0.9013	23
28	0.9668	11	66	0.8989	24
29	0.9657	11	67	0.8965	24
30	0.9646	12	68	0.8941	24
31	0.9634	12	69	0.8917	24
32	0.9622	13	70	0.8892	25
33	0.9609	13	71	0.8867	25
34	0.9596	13	72	0.8842	25
35	0.9583	13	73	0.8817	25
36	0.9570	14	74	0.8791	26
37	0.9556	15	75	0.8765	26

Продолжение

100 объемов содержат объемов спирта	Удельный вес при 12 4/9° Р, или 15.55° Ц (вода при 4° Ц = 1)	Разницы удельного веса на 1° спиртомера	100 объемов содержат объемов спирта	Удельный вес при 12 4/9° Р, или 15.55° Ц (вода при 4° Ц = 1)	Разницы удельного веса на 1° спиртомера
76	0.8739	26	89	0.8365	32
77	0.8712	27	90	0.8332	33
78	0.8685	27	91	0.8299	33
79	0.8658	27	92	0.8265	34
80	0.8631	27	93	0.8230	35
81	0.8603	28	94	0.8194	36
82	0.8575	28	95	0.8157	37
83	0.8547	28	96	0.8118	39
84	0.8518	29	97	0.8077	41
85	0.8488	30	98	0.8034	43
86	0.8458	30	99	0.7988	46
87	0.8428	30	100	0.7939	49
88	0.8397	31			

В столбце четвертом на этой таблице [IX] показано сокращение объемов, по которому можно определить объемное количество воды в данном спирте. Так, например, 50%-й спирт (по объемам) образован из 50 объемов безводного спирта 15° Ц и из 53.75 объемов воды при 15° Ц. Следовательно, для него взято было 103.75 объемов, а получилось только 100 объемов — потому в графе, соответствующей этому спирту, и стоит величина сокращения, равная 3.75. Наибольшее сокращение, как видно по этой таблице, соответствует 54%-му спирту. Чтобы дать возможность прямо определять отношения между удельным весом спирта при нормальной температуре в 15° Ц, приводим таблицу Гэ-Люссака, показывающую удельный вес, принимая воду при 15° Ц = 1 [табл. X, стр. 267]. Таблицы, данные Траллесом, выражаются также, как и таблицы Гэ-Люссака, двояким образом: или принимая за единицу для удельного веса вес воды при ее наибольшей плотности (при 4° Ц), или принимая за единицу вес воды при 60° Ф = 15.55° Ц = 12.44° Р. Во всяком прочем случае для измерения объемов безводного спирта принята по системе Траллеса температура в 60° Ф, а в прилагаемых таблицах [табл. XI—XII] и удельный вес водки и спирта показан при той же темпертуре.

Таблица XII

Отношение между удельным весом (вода при $12\frac{4}{9}°$ P=1) и процентами по Траллесу

Удельный вес при 12 4/9° P = 15.55° Ц (вода при той же температуре = 1)	Проценты по Траллесу	Удельный вес при 12 4/9° P = 15.55° Ц (вода при той же температуре = 1)	Проценты по Траллесу	Удельный вес при 12 4/9° P = 15.55° Ц (вода при той же температуре = 1)	Проценты по Траллесу
1.0000	0	0.9605	34	0.8949	68
0.9985	1	0.9592	35	0.8925	69
0.9970	2	0.9579	36	0.8900	70
0.9956	3	0.9565	37	0.8875	71
0.9942	4	0.9550	38	0.8850	72
0.9928	5	0.9535	39	0.8825	73
0.9915	6	0.9519	40	0.8799	74
0.9902	7	0.9503	41	0.8773	75
0.9890	8	0.9487	42	0.8747	76
0.9878	9	0.9470	43	0.8720	77
0.9866	10	0.9452	44	0.8693	78
0.9854	11	0.9435	45	0.8665	79
0.9843	12	0.9417	46	0.8639	80
0.9832	13	0.9399	47	0.8611	81
0.9821	14	0.9381	48	0.8583	82
0.9811	15	0.9362	49	0.8555	83
0.9800	16	0.9343	50	0.8526	84
0.9790	17	0.9323	51	0.8496	85
0.9780	18	0.9303	52	0.8466	86
0.9770	19	0.9283	53	0.8436	87
0.9760	20	0.9263	54	0.8405	88
0.9750	21	0.9242	55	0.8373	89
0.9740	22	0.9221	56	0.8339	90
0.9729	23	0.9200	57	0.8306	91
0.9719	24	0.9178	58	0.8272	92
0.9709	25	0.9156	59	0.8237	93
0.9698	26	0.9134	60	0.8211	94
0.9688	27	0.9112	61	0.8164	95
0.9677	28	0.9090	62	0.8125	96
0.9666	29	0.9067	63	0.8084	97
0.9655	30	0.9044	64	0.8041	98
0.9643	31	0.9021	65	0.7995	99
0.9631	32	0.8997	66	0.7946	100
0.9618	33	0.8973	67		

Принимая за единицу для удельного веса — вес воды при 60° Ф, т. е. при 12 $^4/_9$° Р или 15.55°Ц, получим следующую таблицу [табл. XII].

Вышеприведенные четыре таблицы можно считать за нормальные. Для практического руководства можно употреблять любую из них. Так, например, имеют, положим, 1 л при 15° Ц 50%-го по Гэ-Люссаку спирта и желают знать его вес? По табл. IX найдем, что он равен 934 г; потому что 1 л воды при 4° Ц весит 1000 г, а удельный вес 50%-го спирта = 0.934. Желают, например, знать вес 40-ведерной бочки 30%-го спирта по Траллесу. Зная по табл. XII, что удельный вес такого спирта равен 0.9655, можно заключить, что 1 ведро такого спирта весит 28.965 фунтов (равно 0.9655×30); потому что вес 1 ведра воды при температуре, близкой к 12$^4/_9$° Р (а именно при 13$^1/_3$°) = 30 фунтам.

Из сравнения вышеприведенных таблиц видно, как близки между собою спиртомеры Гэ-Люссака и Траллеса. В практике можно совершенно заменять один другим, потому что обыкновенная ошибка наблюдений значительно превышает ту действительную разность, которая существует между обеими системами. Так как после этого мы будем говорить только о практическом применении спиртомеров и о способах отыскивания достаточно точных для практики величин, то при последующем изложении и не будем делать разности между двумя наиболее употребимыми объемными системами.

§ 57

Когда дан весовой процент (градус по Рихтеру), то весьма легко определить объемный процент содержания спирта, и обратно, потому что удельный вес показывает вес одной меры по объему. Так, например, по табл. IX имеем, что 50%-ный (по объемам) спирт имеет удельный вес 0.9340, а потому 100 объемов его весят 100×0.9340, или 93.40. В этом весе заключается 50 объемов безводного спирта, а эти 50 объемов весят $50 \times 0.794 = 39.70$. Следовательно, в 93.40 частях по весу заключается 39.70 частей по весу безводного спирта, а потому во 100 частях заключается x:

$$93.40 : 39.70 = 100 : x,$$

откуда

$$x = 42.5;$$

или вообще весовой процент:

$$x = D\frac{n}{d},$$

где D — удельный вес безводного спирта, n — объемный процент данного спирта, а d — удельный вес его. Если дан m — весовой процент спирта и d — удельный его вес, то объемный процент y определится по уравнению:

$$y = \frac{dm}{D}.$$

Например, по табл. VIII 80%-ный (по весу) спирт имеет удельный вес 0.8491, а потому он соответствует объемному проценту

$$y = \frac{0.8491 \cdot 80}{0.7948} = 85.5.$$

Таким образом можно от весовых процентов легко приходить к объемным, и обратно.

Когда в какой-нибудь таблице, показывающей соотношение между процентами и удельным весом, нет числа, соответствующего тому, который мы желаем отыскать, но есть числа бóльшие и меньшие, то желаемое число можно отыскать весьма простым способом. Так, например, в табл. IX нет удельного веса, соответствующего 50 весовым процентам спирта. Его можно отыскать по этой таблице, зная, что 49.20% соответствует удельный вес 0.9198, а 50.18% соответствует удельный вес 0.9177; итак при увеличении числа процентов на 50.18 — 49.20, т. е. на 0.98%, удельный вес уменьшается на 0.9198—0.9177, т. е. на 0.0021, а нам следует отыскать уменьшение удельного веса, соответствующее разности 50.00 — 49.20 = 0.80. Разность удельного веса, соответствующую этой разности в процентах, можно найти по пропорции:

$$0.98 : 0.80 = 0.0021 : x,$$

откуда $x = 0.0017$, а потому удельный вес, соответствующий 50%, будет меньше, чем удельный вес, соответствующий 49.20% на 0.0017, или будет равен 0.9198 — 0.0017 = 0.9181, принимая воду при 4° Ц = 1, что и согласно с наблюдением. Точно так же, если нашли, например, что данный спирт имеет удельный вес, не показанный в таблице, например 0.9022 (см. табл. IX), то можем вычислить число процентов,

ему соответствующих. Так, например, спирт удельного веса 0.9022 при 15° Ц (вода из 4° Ц = 1) больше 64% и меньше 65%. На 1 объемный процент разность удельного веса равна 0.0023 (= 0.9042 — 0.9019), а потому разность 0.0020 (= 0.9042—0.9022) соответствует x:

$$0.0023 : 0.0020 = 1.00 : x,$$

откуда

$$x = 0.87,$$

следовательно удельному весу 0.9022 соответствует крепость 64.87 объемных процентов. Подобным же образом можно поступать каждый раз, когда в таблицах нет найденного или желаемого числа. Такой способ называется простым интерполированием.

§ 58

По объемной системе, так же как и по всякой другой, можно устроить ареометры, которые прямо покажут по величине погружения ареометра процентный его объем. Такие ареометры называются Траллесовыми или Гэ-Люссаковыми алкоолометрами, или спиртомерами. Они в чистой воде всплывают до 0, а в безводном спирте погружаются до 100, при 15.00°, или при 15.25°, или при 15.55° Ц. Руководствуясь теми правилами, которые мы указали в §§ 48 и 54, можно устроить такие ареометры и сделать на них деления, соответствующие принятой системе. Положим, например, что практически определено, что расстояние между местами шкалы, соответствующими чистой воде и 80%-му спирту, равно n. Чтобы узнать, как должно разделить всю шкалу по системе Траллеса (табл. XII), заметим, что удельный вес воды равен 1.0000, а 80%-го спирта 0.8639, а потому n соответствует разности удельных объемов на $\frac{1}{0.8639} - \frac{1}{1.0000} = 0.1575$. Чтобы узнать то расстояние, на котором должно поместить 50-е деление, должно знать, что удельный вес 50%-го спирта равен 0.9343, а потому удельный объем = 1.0703, а разница от $\frac{1}{1.0000} = 0.0703$, и если разность в 0.1575 соответствует n, то разность в 0.0703 должна соответствовать $n\frac{0.0703}{0.1575}$, так что если n было равно 150 мм, то расстояние 50-го градуса от 0 будет равно

$150\,\frac{0.0703}{0.1575}=66.9$; т. е. на расстоянии от 0% на 66.9 мм будет находиться то место шкалы, до которого погрузится спиртомер в 50%-м спирте. Итак, таблицы удельных весов должны служить руководством для разделения шкалы спиртомера на части: потому-то в одной из таблиц, а именно в XI, приведены разности удельного веса, которые могут дать понятие о расстояниях двух соседних делений спиртомера. Эти разности ясно показывают, что в низших частях шкалы, соответствующих менее крепким сортам спирта, деления шкалы будут короче, чем в самых высших делениях, а именно при начале шкалы, потому что разность в 1 объемный процент определяет неодинаковую разность в удельных объемах. Так, например, разность 1-го и 2-го градусов Траллесова спиртомера должна быть равна $\frac{1}{0.9961}-\frac{1}{0.9976}=0.0015$, а разность, соответствующая 1% при $87°—86°=\frac{1}{0.8428}-\frac{1}{0.8458}=1.1865-1.1823=0.0042$; следовательно, если длина одного деления при 1° равна 15, то при 86-м делении она должна быть равна 42. Нижеследующая таблица [табл. XIII], составленная Траллесом, может служить руководством для производства делений на шкалах Траллесова ареометра. Первая графа этой таблицы показывает число процентов спирта, вторая графа дает длину той части шкалы спиртомера, которая погружена в жидкость, полагая, что такой спиртомер погружается в чистой воде на глубину, равную 9 (например, 9 десятых миллиметра). Третья графа показывает относительные расстояния делений шкалы, соответствующие 1% спирта.

По этой таблице легко сделать деления, если известны две точки шкалы и если шкала цилиндрична. Положим например, что ареометр погрузился в 49%-м спирте на глубину n, начиная от той черты, до которой он погружается в воде. Это расстояние должно разделить на 690 — 9 частей, т. е. на 681 часть. Отступивши от 0 на $n\frac{15}{681}$, получим первый градус, при $n\frac{30}{681}$ — второе деление, при $n\frac{245}{681}$ — двадцатое деление, соответствующее 20%-му спирту. Итак, на ареометре Траллеса внизу будут деления, соответствующие самым слабым спиртам, восходя до 20, высота деления будет уменьшаться, а потом возрастать, при 68° они будут в два раза более, чем при 0°, а при 100° почти в пять раз больше, чем при 0°, следовательно весьма неравномерны.

Таблица XIII

Для определения длины разных частей шкалы Траллесова спиртомера

Объемный процент спирта по Траллесу	Длина той части шкалы, которая погружается в жидкость	Расстояние каждого градуса от предшествующего ему	Объемный процент спирта по Траллесу	Длина той части шкалы, которая погружается в жидкость	Расстояние каждого градуса от предшествующего ему
0	9		40	515	17
1	24	15	41	533	18
2	39	15	42	51	18
3	54	15	43	569	18
4	68	14	44	588	19
5	82	14	45	608	20
6	95	13	46	628	20
7	108	13	47	648	20
8	121	13	48	669	21
9	133	12	49	690	21
10	145	12	50	712	22
11	157	12	51	735	23
12	169	12	52	758	23
13	180	11	53	782	24
14	191	11	54	806	24
15	202	11	55	830	24
16	213	11	56	854	24
17	224	11	57	879	25
18	235	11	58	905	26
19	245	10	59	931	26
20	256	10	60	957	26
21	266	10	61	984	27
22	277	11	62	1011	27
23	288	11	63	1039	28
24	299	11	64	1067	28
25	310	11	65	1096	29
26	321	11	66	1125	29
27	332	11	67	1154	29
28	344	12	68	1184	30
29	355	11	69	1215	31
30	367	12	70	1246	31
31	380	13	71	1278	32
32	393	13	72	1310	32
33	407	14	73	1342	32
34	420	13	74	1375	33
35	434	14	75	1409	34
36	449	15	76	1443	34
37	465	16	77	1478	35
38	481	16	78	1514	36
39	498	17	79	1550	36

Продолжение

Объемный процент спирта по Траллесу	Длина той части шкалы, которая погружается в жидкость	Расстояние каждого градуса от предшествующего ему	Объемный процент спирта по Траллесу	Длина той части шкалы, которая погружается в жидкость	Расстояние каждого градуса от предшествующего ему
80	1587	37	91	2050	48
81	1624	37	92	2099	49
82	1662	38	93	2150	51
83	1701	39	94	2203	53
84	1740	39	95	2259	56
85	1781	41	96	2318	59
86	1823	42	97	2380	62
87	1866	43	98	2447	67
88	1910	44	99	2519	72
89	1955	45	100	2597	78
90	2002	47			

Прилагаемая фигура [стр. 277] ясно показывает общее расположение Траллесова спиртомера. Внизу — резервуар термометра, а вверху на узкой шейке — шкала Траллеса.

По вновь определенным правилам, введенным ныне у нас (в 1861 г.), спиртомер Траллеса должен быть снабжен термометром Реомюра, который должен быть точен на $^1/_4°$. Такие спиртомеры делаются из стекла. Деление их шкалы начинается или от 0 или от 30° и доходит до 100°. Длина шкалы по закону должна быть не менее 5 вершков, начиная от 30° до 100°. Спиртомеры, употребляемые для официальных целей, на которых налагается штемпель особою комиссиею, должен верно показывать содержание спирта до $^1/_2\%$ при слабых спиртах (до 50°), а для крепких спиртов допускается ошибка в показаниях не более $^1/_4\%$.

§ 59

Влияние температуры на показания спиртомера Траллеса

Имея ареометр Траллеса, можно определять крепость спирта и его ценность только при нормальной температуре, т. е. при 12.44° Р, или при температурах, весьма близких к ней.

При этих температурах показания ареометра прямо дают желаемые результаты и показывают ценность спирта. Так, например, если дано 700 ведер 23%-го спирта, то это показывает, что в 100 ведрах такого спирта заключается 23 ведра безводного спирта, имеющего 12.44° Р. Следовательно, в 700 ведрах нашего спирта заключается 161 ведро безводного спирта. Ценность же одного ведра безводного спирта в 12.5° Р полагается известною, и пошлина с нее определяется законом, а потому для определения ценности данного спирта потребно узнать, сколько заключается в нем ведер безводного спирта, имеющего температуру 12.5° Р.

Спиртомер Траллеса.

Если данный спирт или водка имеют ненормальную температуру, то спиртомер Траллеса не показывает настоящего числа объемных процентов безводного спирта. Если взять 90%-й спирт, т. е. такой, который при нормальной температуре в 100 ведрах заключает 90 ведер безводного спирта, то при 12.5° Р ареометр погрузится в нем до 90-го деления, а при 0° — до 85.6 деления, при 24° Р до 93.6 деления. Чтобы по показанию ареометра судить об истинной крепости спирта, т. е. о том, что́ показал бы ареометр, если бы данный спирт имел нормальную температуру, для этой цели составлены многие таблицы, сокращенное извлечение из которых мы приводим вслед за сим.

Для спиртов низшей крепости, чем в 30° Траллеса, поправку нельзя считать уже столь равномерною, а потому должно стараться в тех случаях, когда имеют весьма слабый спирт, приводить его к температуре, близкой к 12.5°Р, и тогда поправку на каждый градус Реомюра можно считать равною 0.4 доли процента. Так, например, если при температуре в 10.5° Р спиртомер показал 20°, то истинная крепость спирта равна $20.8\% = 20 + t \cdot 0.4$, где $t = 12.5 - 10.5$.

При употреблении этой таблицы [табл. XIV] должно руководствоваться следующим.

1) во время опыта должно наблюдать температуру T по Реомюру, которую имеет спирт;

2) замеченную температуру, если она меньше 12.5° Р, должно вычесть из 12.5 и полученную разность t помножить на число, показанное в таблице. Прибавив

Таблица XIV

Определение истинной крепости спирта, по наблюденному показанию спиртомера Траллеса. Величины поправок. Здесь $t°$ показывает разность данной температуры (по Реомюру) от 12.5° Р

Спиртомер показывает проценты	Если температура жидкости меньше 12,5° Р на $t°$ Р, то к показанию ареометра должно прибавить	Если температура жидкости больше 12,5° Р на $t°$ Р, то из показаний ареометра должно вычесть	Спиртомер показывает проценты	Если температура жидкости меньше 12,5° Р на $t°$ Р, то к показанию ареометра должно прибавить	Если температура жидкости больше 12,5° Р на $t°$ Р, то из показаний ареометра должно вычесть
30	$t \cdot 0.50$	$t \cdot 0.50$	66	$t \cdot 0.40$	$t \cdot 0.40$
31	$t \cdot 0.50$	$t \cdot 0.50$	67	$t \cdot 0.39$	$t \cdot 0.39$
32	$t \cdot 0.51$	$t \cdot 0.51$	68	$t \cdot 0.39$	$t \cdot 0.39$
33	$t \cdot 0.51$	$t \cdot 0.51$	69	$t \cdot 0.39$	$t \cdot 0.39$
34	$t \cdot 0.51$	$t \cdot 0.51$	70	$t \cdot 0.39$	$t \cdot 0.39$
35	$t \cdot 0.50$	$t \cdot 0.50$	71	$t \cdot 0.38$	$t \cdot 0.38$
36	t 0.50	$t \cdot 0.50$	72	t 0.38	$t \cdot 0.38$
37	$t \cdot 0.49$	$t \cdot 0.49$	73	$t \cdot 0.37$	$t \cdot 0.37$
38	$t \cdot 0.49$	$t \cdot 0.49$	74	$t \cdot 0.37$	$t \cdot 0.37$
39	$t \cdot 0.49$	$t \cdot 0.49$	75	$t \cdot 0.37$	$t \cdot 0.37$
40	$t \cdot 0.48$	$t \cdot 0.48$	76	$t \cdot 0.36$	$t \cdot 0.36$
41	$t \cdot 0.48$	$t \cdot 0.48$	77	$t \cdot 0.36$	$t \cdot 0.36$
42	$t \cdot 0.48$	$t \cdot 0.48$	78	$t \cdot 0.35$	$t \cdot 0.35$
43	$t \cdot 0.47$	$t \cdot 0.47$	79	$t \cdot 0.35$	$t \cdot 0.35$
44	$t \cdot 0.47$	$t \cdot 0.47$	80	$t \cdot 0.35$	$t \cdot 0.35$
45	$t \cdot 0.47$	$t \cdot 0.47$	81	$t \cdot 0.34$	$t \cdot 0.34$
46	$t \cdot 0.46$	$t \cdot 0.46$	82	$t \cdot 0.34$	$t \cdot 0.34$
47	$t \cdot 0.46$	$t \cdot 0.46$	83	$t \cdot 0.33$	$t \cdot 0.33$
48	$t \cdot 0.45$	$t \cdot 0.45$	84	$t \cdot 0.33$	$t \cdot 0.33$
49	$t \cdot 0.45$	$t \cdot 0.45$	85	$t \cdot 0.32$	$t \cdot 0.32$
50	$t \cdot 0.44$	$t \cdot 0.44$	86	t 0.32	$t \cdot 0.32$
51	$t \cdot 0.44$	$t \cdot 0.44$	87	$t \cdot 0.31$	$t \cdot 0.31$
52	$t \cdot 0.44$	$t \cdot 0.44$	88	$t \cdot 0.30$	$t \cdot 0.30$
53	$t \cdot 0.44$	$t \cdot 0.44$	89	$t \cdot 0.30$	$t \cdot 0.30$
54	$t \cdot 0.43$	$t \cdot 0.43$	90	$t \cdot 0.29$	$t \cdot 0.29$
55	$t \cdot 0.43$	$t \cdot 0.43$	91	$t \cdot 0.29$	$t \cdot 0.29$
56	$t \cdot 0.43$	$t \cdot 0.43$	92	$t \cdot 0.28$	$t \cdot 0.28$
57	$t \cdot 0.42$	$t \cdot 0.42$	93	$t \cdot 0.28$	$t \cdot 0.28$
58	$t \cdot 0.42$	$t \cdot 0.42$	94	$t \cdot 0.27$	$t \cdot 0.27$
59	$t \cdot 0.42$	$t \cdot 0.42$	95	$t \cdot 0.27$	$t \cdot 0.27$
60	$t \cdot 0.42$	$t \cdot 0.42$	96	$t \cdot 0.27$	$t \cdot 0.27$
61	$t \cdot 0.41$	$t \cdot 0.41$	97	$t \cdot 0.26$	$t \cdot 0.26$
62	$t \cdot 0.41$	$t \cdot 0.41$	98	$t \cdot 0.26$	$t \cdot 0.26$
63	$t \cdot 0.41$	$t \cdot 0.41$	99	$t \cdot 0.26$	$t \cdot 0.26$
64	$t \cdot 0.40$	$t \cdot 0.40$	100	$t \cdot 0.26$	$t \cdot 0.26$
65	$t \cdot 0.40$	$t \cdot 0.40$			

полученное произведение к замеченному показанию спиртомера, получим истинную крепость спирта. Положим, например, что спиртомер показывает 61.7° при 2.7° Р, следовательно T равно 2.7 и $t = 12.5 - 2.7 = 9.8$, а потому поправка равна $9.8 \times 0.42 = 4.1$ (число 0.42 взято из табл. XIV), а потому истинная крепость спирта равна $61.7 + 4.1 = 65.8$. При этом должно заметить, что если T меньше 0°, то величину его должно *приложить* к 12.5, *а не вычесть*, что основывается на том известном правиле алгебры, что при вычитании отрицательных величин (а температуры ниже 0° суть величины отрицательные) последние прикладываются. Так, например, если бы спиртомер показал при —12.9° Р 40.3% спирта, то истинный процент был бы равен 52.4, т. е. $40.3 + 12.1$; ибо $t = 12.9 + 12.5 = 25.4$, а $25.4 \times 0.48 = 12.1$;

3) если наблюденная температура T выше 12.5°, то из нее должно вычесть 12.5 и полученную разность t должно умножить на число, стоящее в таблице, а полученное произведение должно вычесть из найденного процента, чрез это и получится истинная величина крепости спирта. Так, например, если ареометр показал 49.7% спирта при 23.5° Р, то истинная крепость спирта равна $49.7 - (23.5 - 12.5)\ 0.44 = 49.7 - 5.1 = 44.6$.[1]

§ 60

Кроме предыдущей таблицы, можно руководствоваться при нахождении истинной крепости спирта x из кажущейся K еще и следующею общею формулою, в которой мы соединили вывод из всех таблиц, данных для этого предмета:

$$x = K + (12.5 - T)[0.26 + (100 - K)\ 0.0038],$$

[1] Приведенные мною способы нахождения истинной крепости спирта основаны на таблицах Гэ-Люссака и Брикса. Я полагаю, что способ, употребленный мною, лучше того, который употребляется обыкновенно, потому что позволяет прямо делать поправку и в том случае, когда показания спиртомера получены не в цельных градусах Реомюра (и спиртомера), но и в долях. При обыкновенных таблицах даны поправки на целые градусы, а обыкновенно наблюдают доли градусов. Чтобы найти поправку, соответствующую наблюденной доле процента или градуса, должно все-таки производить и вычитание, и помножение, которые здесь производятся один раз, а там два раза — сперва для долей спиртомерных процентов, а потом для долей градуса термометра. Притом приводимая мною таблица короче обыкновенной и, следовательно, не столь сбивчива, как всякая длинная таблица.

где K есть наблюденное (кажущееся) показание спиртомера, T есть температура по термометру Реомюра. Например, если при $-3°$ Р наблюденная крепость спирта $= 47\%$, то истинная крепость его

$$x = 47.0 + (12.5 + 3)[0.26 + 53 \cdot 0.0038] = 47.0 + 15.5(0.26 + 0.20) = 47.0 + 7.13 = 54.1.$$

Если температуры C даны по Цельзию, то, считая $15°$ Ц за нормальную температуру, будем иметь выражение:

$$x = K + (15 - C)[0.21 + (100 - K)0.0030].$$

Эти выражения достаточно (до $^1/_2\%$) верны при температурах наблюдений (до $40° - 50°$ Ц) и при крепости спирта от 30 до 100%.

§ 61

В практике гораздо чаще требуется узнать не истинную крепость спирта, а число объемов безводного спирта (имеющего нормальную температуру), заключающееся в 100 объемах, например, число ведер безводного спирта при температуре $12.5°$ Р. Положим, нам даны 100 ведер спирта, который показал при $2.7°$ Р 61.7%. Требуется узнать, сколько ведер нормального (с которого берется пошлина или по которому судят о цене спирта) безводного спирта, т. е. имеющего температуру $12.5°$ Р, заключается в этих 100 ведрах, измеренных при $2.7°$ Р? Из таблицы § 59 найдем, что истинная крепость такого спирта равна 65.8. Это показывает, что, нагрев наш спирт до $12.5°$ Р и отмеривши 100 ведер, мы имели бы в них 65.8 ведер нормального безводного спирта, но 100 ведер, отмеренных при $12.5°$ Ц, будут при $2.7°$ уже занимать объем не в 100 ведер, а только 98.8 ведер, следовательно, в 100 ведрах отмеренного спирта будет заключаться больше чем 65.8 ведер нормального безводного спирта. По пропорции найдем: $98.8 : 65.8 = 100 : x$, откуда $x = 66.6$.

Чтобы не производить каждый раз подобных вычислений, требующих притом знания коэффициентов расширения спирта, мы приводим таблицу [табл. XV], по которой сразу по наблюденному (при T) показанию спиртомера можно определить, сколько объемных процентов нормального безводного спирта заключается в отмеренных 100 объемах (при T) спирта.

Таблица XV

Определение процентного содержания нормального безводного спирта[1] по наблюдению, полученному при какой-либо температуре Реомюрова термометра

Показание ареометра при температуре T, по Реомюру	Для получения истинного числа объемных процентов нормального безводного спирта должно прибавить или убавить (если T меньше или больше 12.5° Р)	Показание ареометра при температуре T, по Реомюру	Для получения истинного числа объемных процентов нормального безводного спирта должно прибавить или убавить (если T меньше или больше 12.5° Р)
30	$t \cdot 0.54$[2]	57	$t \cdot 0.49$
31	$t \cdot 0.54$	58	$t \cdot 0.49$
32	$t \cdot 0.54$	59	$t \cdot 0.49$
33	$t \cdot 0.54$	60	$t \cdot 0.49$
34	$t \cdot 0.54$	61	$t \cdot 0.48$
35	$t \cdot 0.54$	62	$t \cdot 0.48$
36	$t \cdot 0.53$	63	$t \cdot 0.48$
37	$t \cdot 0.53$	64	$t \cdot 0.48$
38	$t \cdot 0.53$	65	$t \cdot 0.48$
39	$t \cdot 0.53$	66	$t \cdot 0.48$
40	$t \cdot 0.52$	67	$t \cdot 0.47$
41	$t \cdot 0.52$	68	$t \cdot 0.47$
42	$t \cdot 0.52$	69	$t \cdot 0.47$
43	$t \cdot 0.52$	70	$t \cdot 0.47$
44	$t \cdot 0.51$	71	$t \cdot 0.47$
45	$t \cdot 0.51$	72	$t \cdot 0.46$
46	$t \cdot 0.51$	73	$t \cdot 0.46$
47	$t \cdot 0.51$	74	$t \cdot 0.46$
48	$t \cdot 0.51$	75	$t \cdot 0.46$
49	$t \cdot 0.50$	76	$t \cdot 0.46$
50	$t \cdot 0.50$	77	$t \cdot 0.45$
51	$t \cdot 0.50$	78	$t \cdot 0.45$
52	$t \cdot 0.50$	79	$t \cdot 0.45$
53	$t \cdot 0.50$	80	$t \cdot 0.45$
54	$t \cdot 0.49$	81	$t \cdot 0.44$
55	$t \cdot 0.49$	82	$t \cdot 0.44$
56	$t \cdot 0.49$	83	$t \cdot 0.44$

[1] Нормальным безводным спиртом мы называем безводный спирт при 12.5° Р. Число объемов, например число ведер, такого спирта определяет истинную ценность спиртовой жидкости.

[2] t равна, или $T - 12.5$, когда T больше 12.5, или равна $12.5 - T$, когда она меньше 12.5, или $T + 12.5$, когда температура наблюдения ниже 0° Р (или отрицательная).

Продолжение

Показание ареометра при температуре T, по Реомюру	Для получения истинного числа объемных процентов нормального безводного спирта, должно прибавить или убавить (если T меньше или больше 12.5 Р)	Показание ареометра при температуре T, по Реомюру	Для получения истинного числа объемных процентов нормального безводного спирта, должно прибавить или убавить (если T меньше или больше 12.5 Р)
84	$t \cdot 0.44$	93	$t \cdot 0.42$
85	$t \cdot 0.43$	94	$t \cdot 0.41$
86	$t \cdot 0.43$	95	$t \cdot 0.41$
87	$t \cdot 0.43$	96	$t \cdot 0.41$
88	$t \cdot 0.43$	97	$t \cdot 0.41$
89	$t \cdot 0.42$	98	$t \cdot 0.41$
90	$t \cdot 0.42$	99	$t \cdot 0.40$
91	$t \cdot 0.42$	100	$t \cdot 0.40$
92	$t \cdot 0.42$		

Эта таблица сразу может показать истинную ценность данного спирта. Мы располагаем ее подобно предыдущей, причем чрез T вновь означаем температуру наблюдения по градусам Реомюра, а чрез t разность этой температуры от 12.5° Р. Заметим только, что T показывает и температуру, при которой измерен объем спирта, и температуру, при которой определена его кажущаяся крепость. Практик никогда не должен упускать из вида, что ***объем и кажущуюся крепость спирта должно измерять при одной и той же температуре (T)***, когда хотят употреблять приводимую здесь таблицу.

Так, например, если измерено было 97 ведер при температуре в — 2.5° Р и если этот спирт показал по Траллесу кажущуюся крепость 51°, то в 100 ведрах его заключается:

$$51 + (12.5 + 2.5) \times 0.50 = 51.0 + 7.5 = 58.5;$$

а если в 100 ведрах заключается 58.5 ведер нормального безводного спирта, то в 97 ведрах заключается $\frac{58.5 \times 97}{100} = 56.7$ ведер безводного нормального спирта.

При употреблении табл. XV, а в особенности для определения величины *t*, должно руководствоваться теми правилами, какие указаны были нами в предыдущем параграфе при табл. XIV.

§ 62

Рассыропка спиртов

Чтобы получить из данного сорта крепкого спирта менее крепкий сорт спирта, можно пользоваться теми данными, которые приведены в предыдущих параграфах. Для избежания вычислений мы приводим таблицы Гэ-Люссака, показывающие прямо число объемов воды, которые должно прилить к 100 объемам (например, к 100 ведрам) данного спирта.

Так, например, если имеют 60%-й спирт и желают получить 10%-й, то на каждые 100 ведер первого должны прибавить 500.59 ведер воды. Все показания отнесены к нормальной температуре.

Таблица XVI

Определение числа объемов воды, которые должно прилить к 100 объемам спирта, чтобы получить спирт желаемой крепости

Объемный процент желаемого спирта	Объемный процент данного спирта								
	90	85	80	75	70	65	60	55	50
85	6.56								
80	13.79	6.83							
75	21.89	14.43	7.20						
70	31.05	23.14	15.35	7.64					
65	41.53	33.03	24.66	16.37	8.15				
60	53.65	44.48	35.44	26.47	17.58	8.76			
55	67.87	57.90	48.07	38.32	28.63	19.02	9.47		
50	84.71	73.90	63.04	52.44	41.73	31.25	20.47	10.35	
45	105.34	93.30	81.38	69.54	57.78	46.09	34.46	22.90	11.41
40	130.80	117.34	104.01	90.76	77.58	64.48	50.43	38.46	25.55
35	163.28	148.01	132.88	117.82	102.84	87.93	73.08	58.31	43.59
30	206.22	188.57	171.05	153.61	136.04	118.94	101.71	84.54	67.45
25	266.12	245.15	224.30	203.53	182.83	162.21	141.65	121.16	100.73
20	355.50	329.84	304.01	278.26	252.58	226.98	201.43	175.96	150.55
15	505.27	471.00	436.85	402.81	368.83	334.91	301.07	267.29	233.64
10	804.54	753.65	702.89	652.21	601.60	551.06	500.59	450.19	399.85

§ 63

Практические системы измерения крепости спиртов

Эти системы чрезвычайно разнообразны и в настоящее время не имеют большого распространения. Мы упоминаем здесь только о важнейших из них, а особенно о тех, которые пользовались большим распространением или имеют некоторое значение еще до сих пор.

Большая часть этих систем может быть разделена на два класса: одни устроены на манер ареометра Бомэ и имеют деления совершенно произвольные, ничего не означающие, такова, например, система Картье; другие, напротив того, основаны на том, что один из сортов смешения воды со спиртом принят за нормальный, или *пробный* спирт, все же другие суть высшие или низшие сорты спирта, крепость которых выражается числом объемов воды, которые должно прилить к ним (или отнять от них), чтобы получить пробный спирт. Таковы, например, системы: Сикса (Sykes), введенная в Англии в 1730 г.; система Гесса, долго существовавшая у нас в России, и др. Приводим краткое описание некоторых из этих систем.

Система Картье (Cartier), употребляемая до сих пор еще на юге Франции и бывшая во Франции законною системою ранее исследований и системы Гэ-Люссака, основана на употреблении ареометра, разделенного на равные по длине градусы. Этот ареометр погружается в воде до 10-го деления, а в безводном спирте до 44-го деления, при 15° Ц. Прочие градусы разделены на равные части. Приводим краткую таблицу [табл. XVII], показывающую отношения между градусами Картье и Гэ-Люссака, заимствуя ее от Рюо.

Градусы 19 и 20 на ареометре Картье согласны с 19 и 20 градусами обыкновенного ареометра Бомэ (для жидкостей более легких, чем вода). Употребляемые во Франции названия:

Eau de vie simple (preuve d'Hollande et preuve d'huile) — имеет крепость от 18 до 22 градусов Картье, т. е. от 45.5 до 58.7 объемных процентов.

Eau de vie double, — по Картье от 32 до 22, т. е. от 59 до 82 объемных процентов.

Esprit de vin — более крепкие сорты спирта.

Eau de vie de trois six — заключает 83 объемных процента.

Есть несколько других систем, сходных с системою Картье, но мы считаем излишним описывать их.

Приводим также обратную таблицу [XVIII].

Таблица XVII

Отношение между градусами спиртомера Гэ-Люссака и ареометра Картье

Градусы спиртомера Гэ-Люссака	Градусы ареометра Картье	Удельный вес (вода при 15°=1)
0	10.03	1.0000
10	11.82	0.9866
20	13.25	0.9762
30	14.73	0.9657
40	16.66	0.9523
50	19.25	0.9348
60	22.46	0.9141
70	26.26	0.8907
80	30.76	0.8645
90	36.24	0.8346
100	44.19	0.7947

Таблица XVIII

Отношение градусов Картье и Гэ-Люссака

Градусы ареометра Картье	Градусы спиртомера Гэ-Люссака
15.0	31.6
17.5	43.7
20.0	52.5
22.5	60.1
25.0	66.9
27.5	73.0
30.0	78.5
32.5	83.5
35.0	87.9
37.5	92.0

§ 64

В 1730 г. в Англии введен в употребление спиртомер, названный *гидрометром*. Он состоит из латунного ареометра и снабжен гирьками, которыми изменяется вес ареометра. Чрез подобное прибавление гирек делается возможным употреблять прибор с короткою шкалою для спиртов разнообразной крепости. Основанием для делений гидрометра служил спирт, имеющий при +60° Ф удельный вес 0.9186 (вода 4° Ц = 1). Этот спирт принимается за нормальный или *пробный — proof spirit*. Над тою чертою, которая соответствует ему и ниже ее, находятся деления шкалы, соответствующие спиртам разной крепости. Одни из них (слабейшие) называются спиртами ниже пробы — *under proof*, а другие высшими — *over proof*. Перед погружением ареометра наблюдается температура и накладывается гирька, при которой ареометр всплывает до известного деления. Деления шкалы и гирька служат (по таблицам) для нахождения истинных градусов Сикса. Они показывают, сколько объемов воды должно прибавить или убавить до 100 объемов

данного спирта, чтобы получить пробный спирт. Пробный спирт соответствует 57.26 объемным процентам, или 49.50 весовым процентам. Приводим малую таблицу [табл. XIX] отношения между удельным весом и градусами Сиксова спиртомера (по Уре).

Таблица XIX

Отношения между градусами Сикса и удельным весом

Удельный вес при 60° Ф (вода при 60° Ф = 1)	Градусы Сикса	Удельный вес при 60° Ф (вода при 60° Ф = 1)	Градусы Сикса
0.8156	67.0 выше пробы	0.9000	15.6 выше пробы
0.8200	64.9 » »	0.9100	8.0 » »
0.8300	59.8 » »	0.9200	Проба
0.8400	54.8 » »	0.9300	8.3 ниже пробы
0.8450	52.0 » »	0.9400	17.5 » »
0.8500	49.1 » »	0.9500	27.5 » »
0.8550	46.0 » »	0.9600	39.6 » »
0.8600	42.8 » »	0.9700	54.7 » »
0.8700	36.7 » »	0.9800	71.7 » »
0.8800	29.8 » »	0.9900	87.2 » »
0.8900	22.7 » »	1.0000	100.0 »

Более точные исследования сделаны были в Англии *Благденом* (Sir Charles Blagden) и *Гильпином* (Gilpin) в 1790 г. Они были потом повторены и дополнены Гильпином (в 1794 г.). На основании исследований Гильпина, Аткин и Сикс, а также Траллес и Брикс устроили свои таблицы и ареометры.

§ 65

Алкоолометр *Гесса*, введенный у нас в России в 1843 г., имеет много сходства с алкоолометром Сикса. Градусы Гессова алкоолометра показывают число ведер воды, которые должно прибавить к 100 ведрам данного спирта, чтобы получить *полугар*, или, если вино слабее полугара, то число градусов показывает число ведер воды, которое должно отнять от данного вина, чтобы получить тот же полугар. В последнем случае спирт называется *погоном*, или *недогаром*, или *спиртом ниже 0°*. Полугар есть спирт, имеющий 0° по спиртомеру Гесса. Если говорится, что спирт в 45° по Гессу.

то значит к 100 ведрам надо прибавить 45 ведер, чтобы получить полугар.

Все измерения в системе Гесса относятся к той же нормальной температуре, как и в системе Траллеса, т. е. к $12^4/_9$, или 12.5° Р. Чистая вода должна означать по системе Гесса 100° ниже 0, или недогар. Безводный спирт должен был бы показывать 171.86° выше 0°; потому что 100 ведер безводного спирта, смешанные с 171.86 ведрами воды, дадут полугар. Впрочем, эти крайние точки не могут быть определены спиртомером Гесса, по которому можно определить спирты крепостью от 25° ниже нуля до 140°, т. е. (около) от 28 до 89° по Траллесу.

Полугар, или пробный, нормальный спирт, имеет крепость в 38° по системе Траллеса.

Самый прибор (ареометр) Гесса сходен с Сиксовым. Это есть металлический (латунный) ареометр, вес которого можно изменять помощью нескольких гирек. Когда погружают в самые крепкие спирты, тогда только не надевают гирьку, а когда измеряют более слабые спирты, то накладывают все более и более тяжелые гирьки. Это делается для того, чтобы длину шкалы можно было сделать небольшою. При определении крепости подвешивают гирьку, с которою спиртомер погружается в жидкость до какой-нибудь черты шкалы: если он тонет глубже — значит нужно взять меньшую гирьку, если же всплывает выше нижнего конца делений шкалы, то можно взять более тяжелую гирьку. При спиртомере прилагается особая линейка, которая показывает

Таблица XX

Отношения между градусами Траллеса и Гесса

Градусы Траллеса	Градусы Гесса	Градусы Траллеса	Градусы Гесса
25	34.0 ниже 0	60	59.5
30	21.0 ниже 0	65	73.0
35	7.8 ниже 0	70	87.0
36	0 полугар	75	100.6
40	5.5	80	114.7
45	18.9	85	128.6
50	32.0	90	143.0
55	45.9		

градусы Гессовой системы (а также и Траллесовой) по наблюденному числу делений шкалы и по номеру гирьки, с которою произведено определение. Если температура отличается от 12.5° Р, то по той же линейке можно определить истинный градус крепости, передвинувши особую часть линейки, по которой означены температуры.

Мы не описываем подробности устройства спиртомера Гесса, тем более, что оно весьма просто, но не вполне удобно для некоторых практических целей. Приводим только несколько чисел, которыми можно руководствоваться при переводе градусов Траллеса на градусы Гесса [табл. XX на стр. 287].

Документ хранится в Гос. Историч. архиве Ленингр. области, ф. 14, св. 1048, дело 14771, л. 9.

В Физико-математический факультет [Петербургского университета]

«Исследование о возможности употребить молочную кислоту для извлечения углекислой извести из костяного угля», составляющее диссертацию, представленную г-ном Ильенковым для получения степени доктора технологии, по моему мнению, вполне удовлетворительно. Возможность извлечения посредством молочной кислоты, развиваемой брожением патоки с нечистым костяным углем, доказана г-ном Ильенковым не только путем лабораторных опытов, но и в больших размерах, как на заводе г-на Бобринского. Многочисленные анализы подтверждают выводы г-на Ильенкова, придают им точное значение и сообщают научный характер. Четыре приложения, относящиеся до различных вопросов сахарного производства, особенно могут интересовать техников. Самый же способ оживления угля, описываемый г-ном Ильенковым, имеет при настоящем состоянии сахарного производства весьма малое техническое значение, потому что удаление углекислой извести произведено им далеко не столь хорошо, как обыкновенным способом, что видно не только из анализов, приведенных автором, но и из теоретических соображений, относящихся до разложений подобного рода. Притом при настоящем состоянии сахарного производства вопрос об удалении извести из костяного угля потерял много в своем практическом интересе, потому что на долю угля остается уже малое количество извести, сравнительно с тем какое поглощал уголь при прежних способах производства

15 февраля 1865 г.

Документ хранится в Гос. Историч. архиве Ленингр. области, ф. 14, св. 1048, дело 14778, л. 39—40.

В Физико-математический факультет
[Петербургского университета]

Представление профессора
Д. Менделеева

Рассуждение г-на Семенова «Исследование о способах образования многоатомных спиртов», представленное им для получения степени магистра химии, содержит описание ряда исследований, произведенных автором в бытность его за границею в течение последних двух лет. Направление его работ состоит в стремлении получить многоатомные спирты с содержанием углерода меньшим, противу того, с каким существуют известные до сих пор двух- и трехатомные спирты. Побуждением к производству такого исследования служило для г-на Семенова желание фактически убедиться в применимости или неприменимости некоторых из тех выводов, которые старались извлечь из атомистического учения о строении органических веществ. Исходя из некоторых гипотез, выводят, что те тела, которые отыскивал г. Семенов, существовать не могут. Если бы удалось показать их существование, должны были бы рушиться гипотезы, служащие основой вывода. Г-н Семенов, впрочем, не получил еще таких тел, следовательно, и не опроверг гипотез, но он и не стремился к одному простому отрицанию. Идя совершенно строго по предначертанному пути, г. Семенов с замечательной настойчивостью и с редкой нарочитостью пытал и продолжает пытать разнообразные пути для достижения цели. Если все попытки, при разнообразии и при той тщательности выполнения, какой отличаются работы г-на Семенова, если все попытки получить низшие многоатомные спирты будут напрасны, тогда гипотеза, которая по своим основам отрицает возможность существования этих

спиртов, если не укрепится еще вполне в науке, потому что для этого ей недостает еще многого, то, по крайней мере, получит в свою пользу один из сильнейших, хотя и отрицательных аргументов.

Итак, собственно говоря, исследования г-на Семенова составляют ряд попыток, хотя эти попытки для окончательной своей цели и были безуспешны, но они повели к многим новым выводам из открытия нескольких новых тел, к указанию многих новых приемов получения уже известных соединений. Эта положительная сторона в труде г-на Семенова отличается строго научными приемами и столь большим богатством, что за ним пропадают незначительные промахи, каких не избег ни один из трудов. Сведя в одно целое результат своих двухлетних работ в лучших лабораториях Европы, сопоставив эти результаты с данными других наблюдателей и сделав из всего этого совершенно ясные заключения, г. Семенов внес своим трудом в научную литературу, по моему мнению, самый солидный мемуар из всех трактующих о том же предмете; конечно, еще многого остается ждать в этом направлении, но из того, что существует, довольно значительная доля принадлежит нашему магистранту. Хотя наш факультет и не знаком лично с г-ном Семеновым, кандидатом Московского университета, державшим свое магистерское испытание также в Москве, но его труд, показывающий богатую эрудицию, дает возможность видеть в авторе полное знакомство с литературой, счастливую способность ясно группировать факты и, что всего важнее, уменье и настойчивость в самостоятельной работе, а потому честь имею предложить факультету одобрить диссертацию г-на Семенова и иметь его в виду при замещении вакантного в нашем Университете места доцента химии.

29 апреля 1866 г.

Документ хранится в Гос. Историч. архиве Ленингр. области, ф. 14, св. 1048, дело 14778, л. 37.

В Физико-математический факультет
[Петербургского университета]

Магистерская диссертация г-на Яцуковича об амидах кислот гликолевого порядка содержит в себе весьма полную и самостоятельную группировку огромного запаса данных. Автор свел в одно целое разбросанные по журналам сведения о многих азотистых веществах, которые могут быть рассматриваемы как производные гликолевых кислот, сблизив на основании известных по сих пор реакций множество тел, которые никогда еще, сколько мне известно, [не] пересматривались в целой их совокупности. Многие из этих сближений отличаются большой оригинальностью, хотя некоторые из таких сближений, может быть, и преждевременны. В общей системе изложения и группировки г. Яцукович следовал, однако, системе, могущей, по моему мнению, повести к ложным представлениям, хотя подобный способ употребляется многими. Оригинальность автора проявилась преимущественно в сближениях и рассмотрении некоторых частностей. Принимая во внимание богатство собранных данных и самостоятельность в рассмотрении многих соотношений, диссертацию г-на Яцуковича уже можно считать вполне удовлетворительною для получения степени магистра химии. Но сверх того г. Яцукович сделал несколько самостоятельных исследований, относящихся к разбираемому им предмету. Он получил хлородиэтиловую мочевину и показал новый, весьма интересный способ образования гиппуровой и ацетуровой кислот. Эти исследования сделаны вполне тщательно, судя по диссертации, а потому вносят в науку запас новых сведений, в ряду с теми, какие г. Яцукович успел уже сделать по сих пор. Все это заставляет меня считать диссертацию г-на Яцуковича вполне удовлетворительною.

10 ноября 1867 г. _____

Краткий учебник минеральной и органической химии Роско, профессора в Манчестере СПб., 1868.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебник манчестерского профессора Роско, известного своими химическими и техническими исследованиями, отличается такой простотою, сжатостью и ясностью изложения, какой не встречается в других известных мне руководствах. Эти достоинства сделали весьма скоро книгу Роско учебником во многих английских училищах и заставили перевести ее на немецкий язык. Роско касается всех важнейших вопросов химии, так что, при всей краткости его, книга обладает и полнотою, совершенно достаточною для начального обучения химии. Технические применения также нашли свое место в сочинении Роско. Склад английских учебников, ясно видный в предлагаемом переводе, отличает эту книгу от других известных кратких руководств по химии.

Г. г. Густавсон, Капустин и Попова сделали перевод химии Роско не с оригинала, а с немецкого перевода, выполненного Шорлеммером, ассистентом Роско. В немецком издании, пересмотренном самим автором, находятся некоторые дополнения, потому уже, что оно явилось позже оригинала.

Полагаю, что учебник Роско будет полезен не только для наших гимназий и подобных им средних учебных заведений, но и для лиц, желающих получить или возобновить в памяти главнейшие химические сведения.

1868 г., январь.

Рукопись хранится в Гос. Историч. архиве Ленингр. области, ф. 492, дело 16798, л. 65.

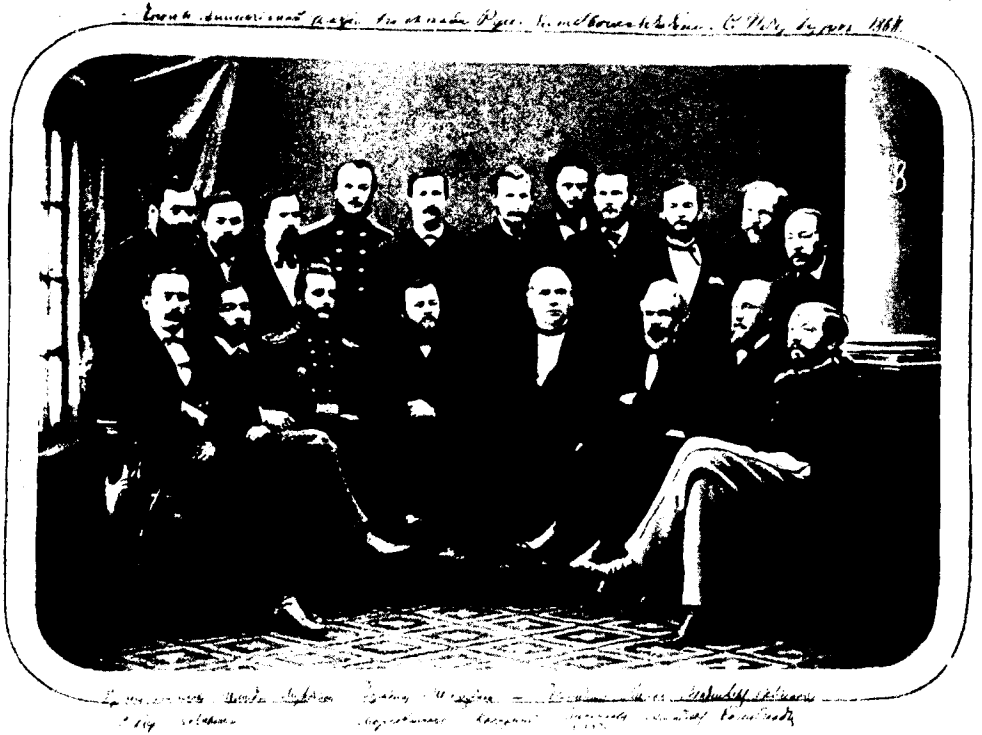
В Учебный комитет СПб. Технологического института

Вследствие поручения Учебного комитета, имеем честь представить следующие заключения относительно сочинения «Руководство к органической химии», на издание которого химик Технологического института, магистр химии В. Ю. Рихтер испрашивает вспоможение.

Совершенно самостоятельное сочинение г-на Рихтера есть краткий учебник органической химии, в котором в строго систематическом и наглядном порядке выставлены основные факты современной науки. В теоретической части автор изложил только те необходимые теоретические понятия, без знания которых изучение органической химии становится невозможным. Для тех тел, которые имеют особое значение для практики или теории, автор подробно изложил способы приготовления, так что сочинение может служить и как руководство при практических занятиях в лаборатории.

Принимая во внимание, что в нашей литературе не имеется краткого учебника органической химии и что представленное сочинение как по объему, так и по направлению соответствует целям Института, мы полагаем, что книга г-на Рихтера была бы полезным пособием для учащихся в СПб. Технологическом институте, и потому с своей стороны покорнейше просим назначить г-ну Рихтеру испрашиваемое пособие.

Ф. Бейльштейн,
Д. И. Менделеев.



Члены химической секции 1-го съезда Русс[ких] естествоиспытателей. С. Петербург, 1868. [Сидят:] Рихтер, Ковалевский, —, Марковников, Воскресенский, Ильенков, Алексеев, Энгельгардт. [Стоят:] Вреден, Лачинов, Шмидт, Шуляченко, Бородин; Меншуткин, —, Бейльштейн, Лисенко, Менделеев, Савченков.

Документ хранится под № 1655 в альбоме № XV в Музее ВНИИМ им. Д. И. Менделеева [1868 г.].

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ В СОВЕТ УНИВЕРСИТЕТА

Александр Михайлович Бутлеров — ординарный профессор химии Казанского университета, один из замечательнейших русских ученых. Он русский и по ученому образованию, и по оригинальности своих трудов. Ученик знаменитого нашего академика Зинина, он сделался химиком не в чужих краях, а в Казани, где и продолжает развивать самостоятельную химическую школу.

Направление ученых трудов Александра Михайловича не составляет продолжения или развития идей его предшественников, а принадлежит ему самому. В химии существует бутлеровская школа и бутлеровское направление. Я не возьмусь перечислить всех трудов знаменитого собрата науки, а постараюсь характеризовать положение его ученого направления между другими, ныне существующими, прибегнув местами к сравнению.

Считаю себя беспристрастным в этом суждении, потому что не принадлежу к бутлеровской школе.

Начав в 1857 году свои ученые труды, Бутлеров взялся за предмет весьма трудный и запутанный. Он изучал действие иодистого фосфора на маннитовый сахар и получил при этом те вещества, которые, спустя 12 лет, были разработаны в Германии известным химиком Эрленмейером в Гейдельберге.

Открытие, сделавшее имя Бутлерова известным всему миру, состояло в получении иодистого метилена и целого ряда неожиданных реакций, в какие вступает это вещество. С судьбой этого открытия, сделанного в 18[59] году, связано все дальнейшее направление Бутлерова.

Иодистый метилен принадлежит к числу простейших углеродистых, то есть, так называемых, «органических соединений».

Сложные углеродистые вещества составляют уже 50 лет главный предмет химических задач. Над ними выработалось

в химии множество открытий первостепенной важности. Бутлеров стал изучать простейшие из этих веществ, т. е. наименее сложные по числу заключающихся в них элементов, потому труднейшие для изучения по многим практическим трудностям, которые и отгоняли других от этого предмета.

Простота состава изучаемых веществ давала возможность Бутлерову делать ясные наблюдения явлений и выводы.

В практической стороне нашей науки бутлеровское направление привело к открытию нескольких поучительнейших примеров изомерности, т. е. раз[личий] в свой[ствах] при одинаковости состава. В этом отношении особенно используется открытый Бутлеровым триметиловый карбинол — изомер бутилового спирта. Исходя из простейших углеродистых веществ, было получено теоретически предвиденное сложное органическое соединение, открытие которого имело не только глубокое теорет[ическое] значение, но будет иметь, по всей вероятности, и важное практическое значение, потому что это вещество оказывается, по мнению Даниэля, так влияющим на нервную деятельность, что ему предсказывают возможность в излечении так назыв[аемых] «душевных болезней».

Я насчитал бы вам до 30 новых таких открытий Бутлерова. Но не эта сторона его трудов составляет его знаменитость. Немало немцев, которые наделали еще большее число новых веществ.

У Бутлерова все открытия истекали и направлялись одной общей идеей. Она-то и сделала основу, она-то позволяет утверждать, что 20 из них навсегда останутся в летописях науки. Это есть идея, так называемого, «химического строения».

В 50-х годах революционер химии Жерар низверг все старые кумиры, сдвинул химию на новую дорогу. Он достиг этого, отказавшись от идеи проникнуть во внутреннее атомное строение вещества, как стремились ранее столь многие.

С новыми важными выводами, достигнутыми Жераром, весь запас химических сведений обновился и обогатился. Потребовалось итти далее Жерара. Капитальными открытиями были многоатомные спирты — Бертело и Вюрцем, реакции продуктов металепсии — Гофманом, [стало ясно] как развивать идеи о пределе химических соединений, — стало ясно, что жераровское учение должно быть развиваемо далее.

Здесь возродилось несколько направлений. И вот между ними-то почетное место принадлежит направлению Бутле-

рова. Он стремится проникнуть в самую глубь тех причин, которые связывают разные элементы в одно целое, придают каждому элементу самостоятельную способность вступать в известное число реакций, и различие свойств приписывает различной связи элементов.

Эти идеи проглядывали и ранее, они были изложены отрывочно, как у Купера, слышались у ряда ученых, не желавших знать Жерара, как указано или предвещалось в мемуарах таких ученых, как Кекуле, которые ясно доказали, что ничему не верят, что все теоретическое считают только одним способом систематики.

Бутлеровское воззрение примирило различия Кольбе и Кекуле и пошло рядом со взглядами Эрленмейера. Бутлеров проводит свои воззрения чрез весь многочисленный ряд исследований.

Его учение изложено им преимущественно в статьях его, помещавшихся в 1861 и 1862 годах в «Zeitschr[ift] für Chęm[ie]» или «Lieb[igs] Annalen». Проведение его чрез все органические соединения сделано в его «Введении» в органическую химию, явившуюся в 186[3] году на русском, а в прошлом году на нем[ецком] языке.

Бутлеров образовал преимущественно из среды казанских студентов школу химиков, работающих постоянно в этом направлении. Имена Марковникова, Мясникова, Попова, двух Зайцевых и некоторых других ученых сделались известными многими открытиями, благодаря плодотворности бутлеровского направления.

Есть целые книги немецких и французских современных химических изданий, наполненных работами Бутлерова и его учеников.

Могу лично свидетельствовать, что такие ученые Франции и Германии, как Вюрц и Кольбе, считают Бутлерова одним из важнейших двигателей в успехе теоретич[еских] знаний химии.

После статей Бутлерова и Кекуле заговорит иным языком.

Занимаясь долгое время реакциями летучих и ядовитых простейших металлорганических соединений, реакции которых и служат исходными...*

---

* Здесь рукопись обрывается [*Прим. ред.*].

Журнал Русского физико-химического общества, 1887 г., т. XIX, вып. 1, часть химич., отд. I, стр. XXX—XXXII.

ВЫПИСКА

из протокола общего собрания Русского физико-химического общества для чествования памяти Александра Михайловича Бутлерова

11 января 1887 г.

Председатель Общества Д. И. Менделеев открывает собрание следующими словами:

Почитая память славного в химии имени Александра Михайловича Бутлерова, члены Русского физико-химического общества,

во-первых, определили: вносить всегда это имя в списки членов Общества, да причастны будут его славе русские химики и да останется на век мирный дух его присущ мирному течению научных исследований, которым посвящаются труды нашего Общества;

во-вторых, пожелали открыть чрез свою среду подписку на учреждение бутлеровской премии или стипендии за отличнейшие научные труды выступающих русских химиков. На днях А. Н. Аксаков заявил желание внести 6000 рублей на учреждение при нашем Обществе стипендии Бутлерова для начинающих химиков и сверх того, вновь издав сочинение Бутлерова «Введение к полному изучению органической химии», предназначил, согласно с желанием наследников, всю сумму, могущую получиться от продажи книги, на образование при нашем Обществе капитала бутлеровской премии за первые самостоятельные химические работы. Условия и подробности, касающиеся этих способов увековечения памяти Александра Михайловича, будут обсуждены членами Общества совместно с А. Н. Аксаковым, которому Общество наше имеет честь выразить горячую благодарность.

Определено, в-третьих, ходатайствовать о разрешении на открытие между учениками и почитателями покойного подписки на сооружение общественного Бутлерову памят-

ника, который предполагается воздвигнуть в Казани, где учил и действовал славный сочлен.

В-четвертых, наше Общество определило в особом собрании, которое ныне имею честь открыть, совокупить воспоминания об Александре Михайловиче Бутлерове, дабы очевидны были те заслуги пред наукою и родиною, которые заставляют наше Общество высоко и особо почитать Бутлерова.

Позвольте же мне, мм. гг., от лица нашего Общества, приветствовать вас, собравшихся на наш призыв, на наше посильное приношение должного имени утраченного нашего собрата. Приветствуем Вас, Надежда Михайловна,* и всю Вашу семью, горе и радость его деливших, покой его лелеявших. Ведь мы ему родственны по науке, по духу, по деятельности. И вам, юноши, науку изучающие, привет наш:

Дерзайте ныне ободренны
Раченьем вашим показать,
Что может собственных Платонов
И быстрых разумом Невтонов
Российская земля рождать.

Так уповал первый русский химик, Ломоносов, а Бутлеров доказал, что его упования были не напрасны. Как между... дел прошлого царствования, давшего условия для самостоятельного развития науки в России, научные дела Бутлерова занимают видное место, так да будет прославляться родина делами его научных потомков. Средь них уже блещет много имен прямых наследников научных идей и приемов Бутлерова. От них самих вы, вероятно, услышите, откуда вело начало обаятельное его влияние. Но сперва выслушаем речь профессора Н. А. Меншуткина, дающую, как я думаю, общий очерк жизни и деятельности покойного.

Считаю долгом заявить, что на призыв наш чествовать А. М. Бутлерова приехали профессора императорских университетов: Московского — В. В. Марковников, Харьковского — Н. Н. Бекетов, Киевского — П. П. Алексеев, Варшавского — Е. Е. Вагнер, профессор Петровской земледельческой и лесной академии Г. Г. Густавсон, профессор императорского Московского технического училища В. Е. Павлов и профессор Института сельского хозяйства и лесоводства в Новой Александрии Д. П. Павлов. Профессор императорского Казанского университета А. М. Зайцев только по болезни не мог явиться из Казани, но он прислал «Материалы для биографии А. М. Бутлерова и очерк его экспериментальных работ», которые появятся в издании нашего Общества.

* Вдова А. М. Бутлерова [*Прим. ред.*].

Журнал Русского химического общества, 1869, т. I, вып. 8 и 9, стр. 216—217.

ВЫПИСКА

из протокола заседания Химического общества

6 ноября 1869 г.

12. Д. Менделеев сообщил о *теплоемкости сложных* и *простых тел*. Исходя из того, что тепло поглощается не только для повышения температуры, но и для внутренней и внешней работы, как принимает механическая теория тепла, он показал, что для твердых тел, как и для газов, частное из теплоемкости частицы, деленной на число атомов, тем ближе приближается к пределу 2.4, чем больше число атомов, входящих в частицу. Для твердых тел высший предел для вышеупомянутого частного 6—6.5; он свойствен простым и сложным телам, содержащим 1, 2, 3 атома в частице. Если для углерода это частное, обыкновенно вызываемое атомною теплоемкостью, мало, то это служит только доказательством сложности углеродной частицы, о чем можно судить и по другим свойствам угля, графита и алмаза и чему подтверждением служит теплоемкость серы, заведомо содержащей в частице, по крайней мере, 6 атомов.

Металлургия Штельцеля, вып. 1. Общая часть. СПб., 1870.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сочинéние Штельцеля содержит столь полное и притом сжатое изложение металлургии, что может считаться единственным в своем роде руководством по этой отрасли науки, а потому мне кажется полезным издание перевода этого сочинения на русский язык, литература которого небогата руководствами по металлургии. Большую часть этого выпуска перевел лаборант С.-Петербургского университета г. Вреден, а последнюю, с печей — лаборант Технологического института г. Тавилдаров.

Перевод металлургии Штельцеля может составить продолжение «Технической энциклопедии», издававшейся под нашей редакцией.

Журнал Русского химического общества, 1870, т. II, вып. 5 и 6, стр. 129.

ВЫПИСКА

из протокола заседания Химического общества

2 апреля 1870 г.

3. Д. Менделеев по поводу термохимических исследований Томсена[1] сообщает, что считает неверным его вывод об одноосновности H^2S, на основании того уже прежде известного факта, что NaHS с NaHO не развивают тепла. Факт этот достаточно объясняется тем, что NaHO аналогичен NaHS, и тем, что вода разлагает Na^2S, как она разлагает и многие другие соли.

---

[1] Berl. Ber., 1870, стр. 192.

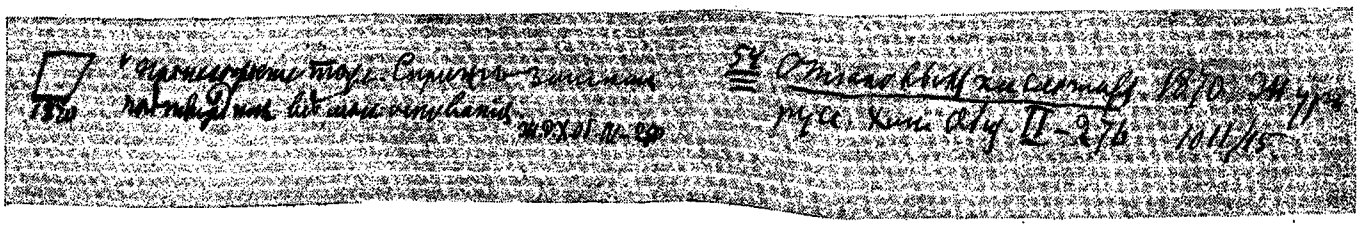
Журнал Русского химического общества, 1870, т. II, вып. 8, стр. 254.

ВЫПИСКА

из протокола заседания Химического общества

8 октября 1870 г.

3. Д. Менделеев сообщает о тионовых кислотах. Как органические кислоты происходят замещением карбоксилом CO^2H, остатком угольной кислоты, водорода в углеводородах, так тионовые кислоты происходят замещением водорода сульфоксилом SO^3H, остатком серной кислоты в сероводородах, общая формула которых S^nH^2. Таким образом из H^2 образуется $(SO^3H)^2$ дитионовая к[ислота]; из SH^2 тритионовая $S(SO^3H)^2$, из S^2H^2 тетратионовая $S^2(SO^3H)^2$, из S^3H^2 пентатионовая $S^3(SO^3H)^2$.



1870. Происхождение то же. Спринг затем подтвердил все мои основания. Ж[урнал] Р[усского] х[имического] об[щества], [стр.] 25, т. III,

54. О тионовых кислотах. 1870. Журн[ал] Русс[кого] хим[ического] общ[ества], II—276.

1011/15.

Журнал Русского химического общества, 1870, т. II, вып. 8, стр. 276.

Из лаборатории С.-Петербургского университета

19. О тионовых кислотах

До сих пор, сколько то мне известно, не существует никакого руководящего представления об отношении тионовых кислот,[1] ни между собою, ни к другим соединениям серы, а потому этот замечательный и естественный ряд кислот, открытых разновременно и отчасти случайно, рассматривается ныне с одной эмпирической стороны, считается не имеющим аналогов между другими хорошо известными соединениями. В предлагаемой статье я стараюсь устранить эти недостатки, опираясь на существующие данные и, хотя между ними есть уже, как мне кажется, достаточное число таких, которые позволяют с уверенностью судить о природе тионовых кислот, однако впоследствии я постараюсь подтвердить высказываемое мною новыми реакциями, вызываемыми предлагаемым здесь о них понятием.

Вот важнейшие общие данные о тионовых кислотах.

Состав их выражается общею формулою $H^2S^nO^6$. Содержание 6 паев кислорода составляет первый их признак, ставящий препятствие к сопоставлению их с другими кислотами серы, хотя все кислоты серы, как и тионовые, содержат 2 пая водорода. Отсутствие монотионовой кислоты H^2SO^6 и даже невероятность ее образования[2] имеют первейшее значение в истории этих кислот.

Ни одна из тионовых кислот не летуча, не дает ангидрида, все растворимы в воде и все суть энергические кис-

[1] Под этим именем я подразумеваю, как это довольно общепринято, ди-, три-, тетра- и пентатионовые кислоты: $S^2H^2O^6$, $S^3H^2O^6$, $S^4H^2O^6$ и $S^5H^2O^6$.

[2] Монотионовой кислоты нельзя ожидать потому уже, что нет ни одной кислоты с 1 атомом кислотного элемента (металла или металлоида), которая содержала бы в своей частице более 4 атомов кислорода. Высшие степени окисления дают кислоты с O^4, например $HClO^4$, $HMnO^4$ H^2SO^4, H^3PO^4.

лоты, насыщающие даже едкие щелочи, хотя и отвечают низшим степеням окисления серы. Прямой опыт показал мне, что сернистощелочные соли (именно $NaHSO^3$) разлагаются с выделением SO^2 не только дитионовою, но и тетра- и пентатионовою кислотами.

При нагревании все тионовые кислоты разлагаются, притом дитионовая только на серную кислоту и SO^2, а прочие выделяют сверх того и серу или сероводород.

Тионовые кислоты, хотя и представляют низшие степени окисления серы, однако окисляются не столь легко, как можно бы думать по примеру серноватистой и сернистой кислот. Так, иод не действует ни на соли тетратионовой кислоты, ни на самую тетратионовую кислоту (по моему опыту), хотя он содействует окислению даже сернистонатриевой соли, как показывает прямой опыт. Дитионовые соли и сама дитионовая кислота с трудом окисляются на холоду даже марганцовою кислотою.

От действия сернистого калия (по крайней мере все высшие) соли тионовых кислот дают соль серноватистой кислоты.

Судя по формуле, все они двуосновны, но попытки получения кислых солей ни для одной из них до сих пор не были успешны, хотя бы свободные кислоты и были довольно прочны и притом многие из них дают с барием и особенно со свинцом растворимые средние соли, хотя для этих металлов средние соли сернистой, серноватой и серной кислот малорастворимы и хотя для большинства известных двуосновных минеральных и органических кислот соли свинца и бария также в воде мало растворимы.[1]

---

[1] Эти данные наводят некоторое сомнение на двуосновность тионовых кислот, особенно же в отношении к ди- и тетракислотам, формулы которых могут быть делимы пополам и тогда представятся как одноосновные кислоты. Из $S^2H^2O^6$ получится для дитионовой кислоты формула SHO^3, соответствующая PHO^3, NHO^3. Растворимость дитионовых солей тогда найдет аналогию в растворимости азотных солей. Ее отношение к сернистой кислоте SH^2O^3 было бы тогда такое же, как между $MnKO^4$ и MnK^2O^4. Для тетратионовой кислоты $S^4H^2O^6$ получилась бы при делении формула S^2HO^3, показывающая, что она относится к серноватистой кислоте $S^2H^2O^3$, как дитионовая кислота к сернистой. Тогда бы объяснилось и отсутствие нерастворимых и кислых солей. Достаточно напомнить при этом, что MnH^2O^4 дает многие нерастворимые соли, а соли $MnHO^4$ растворимы.

Такое представление, однако, нельзя допустить, потому что существуют три- и пентатионовые кислоты, формулы которых $H^2S^3O^6$ и $H^2S^5O^6$ неделимы и не становятся такими и при добавлении к их составу воды. Тогда на соли этих кислот надо было бы смотреть как на смешанные из HSO^3, HS^2O^3 и HS^3O^3, т. е. признать существование гексатионовой

Вот важнейшие свойства, резко выделяющие тионовые кислоты из ряда других кислот серы и придающие им характер, не свойственный другим минеральным кислотам. Все эти особенности объясняются, если признать, что тионовые кислоты относятся к числу так называемых сульфокислот, т. е. допуская, что они так относятся к серной кислоте, как органические кислоты к угольной. Для объяснения, достаточно сличить отношение органических кислот к болотному газу и угольной кислоте с отношением кислот серы к сероводороду и серной кислоте.

Отношение высшего водородного соединения углерода CH^4 к другим углеводородам можно представить заменою водорода метилом ($CH^4 — H$) и отнятием водорода H^2. Так из CH^4 произойдут $CH^3(CH^3) = C^2H^6$, $CH^2(CH^3)^2 = C^3H^8$, $(CH^3)^2(CH^2)^2 = C^4H^{10}$, $CH(CH^3)^3 = C^4H^{10}$ и т. д. От них отделяется часть водорода, H^{2n}, когда они дают непредельные углеводороды.

Отношение высшего водородного соединения серы SH^2 к другим сероводородам можно представить заменою водорода остатком $SH(= SH^2 — H)$, который в этом ряду соответствует метилу, из ряда болотного газа. Так из SH^2 произойдут: $SH(SH) = S^2H^2$, $SHSSH = S^3H^2$, S^4H^2, S^5H^2. Дальше замена не идет, может быть и потому, что сера в свободном состоянии содержит S^6.[1] Из этих сероводородов S^2H^2 и S^3H^2, повидимому, постояннее двух других. Выделение H^2 здесь дает серу, а потому непредельных сероводородов нет.

Высшая кислота углерода — угольная CH^2O^3 составляет причину кислотных свойств органических кислот, как показывает вся совокупность сведений об этих соединениях. Такое отношение выражают, признавая, что остаток угольной кислоты, карбоксил $CH^2O^3 — HO = CHO^2$, заменяет атом водорода как в H^2, так и в углеводородах. Это видно в следующих примерах. Органические кислоты происходят:

из H^2 кислота $H(CO^2H) = CH^2O^2$ муравьиная,
» » » $(CO^2H)^2 = C^2H^2O^4$ щавелевая,

кислоты. Мне кажется подобное представление о тионовых кислотах мало вероятным особенно потому, что число примеров, подобных MnH^2O^4 и $MnHO^4$, очень мало, и еще потому, что, сохраняя ныне употребимые формулы тионовых кислот, мне удалось найти объяснение их свойств. Тем не менее я считаю весьма полезным поискать подтверждений или опровержений для дитионовой кислоты формул $H^2S^2O^6$ или HSO^3, исследуя их эфиры и другие реакции.

[1] Как я старался объяснить в статье «Химического журнала» (1870, II, стр. 41).

из	CH^4	»	$CH^3(CO^2H) = C^2H^4O^2$	уксусная,
»	»	»	$CH^2(CO^2H)^2 = C^3H^4O^4$	малоновая,
»	C^6H^6	»	$C^6H^5(CO^2H) = C^7H^6O^2$	бензойная,
»	»	»	$C^6H^4(CO^2H)^2 = C^8H^6O^4$	фталевая, и т. д.

Так объясняются и состав, и свойства всех органических кислот, о чем я упоминаю здесь только для ясности при перенесении тех же представлений на кислоты серы.

Судя по этому представлению, высшая кислота серы — серная SH^2O^4 должна дать остаток — сульфоксил $SO^3H = SH^2O^4 - HO$, заменяя которым водород можно получить другие кислоты серы. Такое явление (замена $H—SO^3H$) действительно хорошо известно в ряду органических соединений и ведет к образованию сульфокислот, например, из $CH^4 — CH^3(SO^3H)$ сульфометиловая кислота, $CH^2(SO^3H)^2$ — дисульфометиловая кислота, из $C^6H^6 — C^6H^5(SO^3H)$ — сульфобензиновая кислота, и т. д. Замещение водорода сульфоксилом совершается и единовременно с заменою другой части водорода карбоксилом, например, $CH^2(SO^3H)(CO^2H)$ — сульфоуксусная кислота. При этом основность и другие реакции сульфокислот ясно понимаются, а потому принятие замены водорода — сульфоксилом получило полное право гражданства в науке.

Посмотрим же, какие кислоты произойдут, если мы предположим такое замещение в водороде и сероводородах, как выше предполагали замещение карбоксилом в водороде и углеводородах. Получаются при замене водорода сульфоксилом:

из	H^2	кислота	$H(SO^3H) = SH^2O^3$	сернистая,
»	»	»	$(SO^3H)^2 = S^2H^2O^6$	дитионовая
»	SH^2	»	$SH(SO^3H) = S^2H^2O^3$	серноватистая,
»	»	»	$S(SO^3H)^2 = S^3H^2O^6$	тритионовая,
»	S^2H^2	»	$S^2H(SO^3H) = S^3H^2O^3$	неизвестна,
»	»	»	$S^2(SO^3H)^2 = S^4H^2O^6$	тетратионовая,
»	S^3H^2	»	$S^3H(SO^3H) = S^4H^2O^3$	неизвестна,
»	»	»	$S^3(SO^3H)^2 = S^5H^2O^6$	пентатионовая.

Таким образом, все кислоты серы могут быть произведены из водорода и сероводородов, а тионовые оказываются дисульфокислотами, из ряда серы. Дитионовая кислота в этом ряду есть такое же типическое тело, как в ряду углерода щавелевая. Значит, между всеми известными кислотами серы существует такое же соотношение, какое замечено

между всеми кислотами углерода. Заметная разность объясняется легко из свойств сероводорода. В CH^4 водород не заменяется прямо металлами, как в SH^2, а потому хотя $CH^3(CO^2H)$ есть кислота одноосновная, однако, HSO^3H двуосновна. А что сернистая кислота имеет действительно такое отношение к серной кислоте, какое указывается этою формулою, тому лучшим доказательством служит реакция Штреккера,[1] показавшего, что соли сульфокислот RSO^3H (где R есть углеводородный спиртовый или кислотный остаток) получаются очень легко при нагревании сернистощелочной соли, например RSO^3K с галоидным соединением остатка R так:

$$CH^3J + KSO^3K = CH^3SO^3K + KJ,$$
$$C^2H^4Br^2 + 2\ KSO^3K = C^2H^4(SO^3K)^2 + 2KBr.$$

Так как те же сульфокислоты могут быть получены и при содействии самой серной кислоты, то в сернистой можно допустить тот же остаток, как и в серной.

Если не все сульфоксиловые кислоты из ряда серы (например $S^3H^2O^3$, $S^4H^2O^3$) известны в настоящее время, то это, конечно, не может служить упреком высказанному выше представлению о кислотах серы, потому что неизвестны и многие возможные карбоксиловые кислоты, например $CH(CO^2H)^3$, а моя главная цель показать, что кислоты серы относятся к серной кислоте так, как органические кислоты к угольной.

Поэтому тионовые кислоты суть дисульфокислоты, подобно дисульфонафталиновой $C^{10}H^6(SO^3H)^2$, дисульфометолевой $CH^2(SO^3H)^2$ и т. п.

Такое их определение объясняет все вышеуказанные особенности тионовых кислот.

Действительно:

Они содержат не менее 2 атомов серы, потому что заключают $(SO^3H)^2$, а потому монотионовая H^2SO^6 кислота и не существует. По той же причине во всех их содержится H^2 и O^6. Содержание серы в них меняется сообразно превращению H^2 в SH^2, в S^2H^2 и S^3H^2, которым они отвечают. Заметим еще следующую особенность. Известно, что многосернистый водород постояннее в кислых растворах, а в щелочных легко разлагается. Тем же свойством отличаются именно две тионовые кислоты, отвечающие S^2H^2 и S^3H^2, т. е. тетра- и пентатионовые кислоты, тогда как ди- и тритионовые

[1] Ann. Chem. u. Pharm., 1868, CXLVIII, стр. 90.

кислоты постояннее в солях, чем в свободном состоянии.

Тионовые кислоты так же не летучи, не дают ангидридов и растворимы в воде, как и все известные до сих пор сульфокислоты. Они энергичны, как и другие сульфокислоты, потому что в них действует водород энергической серной кислоты. В сернистой и серноватистой кислотах часть водорода не принадлежит остатку серной кислоты — оттого они и менее энергичны.

Тионовые кислоты разлагаются с выделением SO^2, как и сульфокислоты, дитионовая при этом оставляет одну серную кислоту, а многотионовые кислоты еще и серу, потому что она входит в их состав в виде сероводородного остатка. Разложение дитионовой кислоты на SO^2 и H^2SO^4 совершенно сходно с разложением щавелевой на CO и CH^2O^3. Реакции тионовых кислот с синеродистою ртутью,[1] столь характерные для них, совершенно согласны с нашим представлением об их отношениях к другим соединениям серы, потому что кроме двух паев серной кислоты они дают тогда сернистую ртуть и серу, например $S^2(SO^3H)^2 + HgC^2N^2 + 2H^2O = 2H^2SO^4 + HgS + S + 2HCN$. Сперва из $S^2(SO^3H)^2$ и 2HHO происходит как бы 2HO SO^3H и S^2H^2, потом S^2H^2 с HgC^2N^2 дает HgS + S и 2HCN, потому что ртуть не дает HgS^2.

Тионовые кислоты трудно окисляются, потому что содержат остатки высшей степени окисления серы; в них нет водорода, прямо удерживаемого серою, как в H SO^3H и HS SO^3H.

С сернистым калием три-, тетра- и пентатионовые соли дают серноватистые соли простым двойным разложением:

$$S\begin{matrix}SO^3K\\SO^3K\end{matrix} + S\begin{matrix}K\\K\end{matrix} = SKSO^3K + SKSO^3K$$

т. е. остатки K и SO^3K меняются своими местами. Такое разложение подобно действию воды на нордгаузенскую кислоту $O(SO^3H)^2 + OH^2 = HOSO^3H + OHSO^3H$. Тетра- и пентатионовые кислоты при этом дают еще серу, что служит, мне кажется, доказательством того, что соли $S^3K^2O^3$ и $S^4K^2O^3$, т. е. три- и тетратионистой кислот не образуются. Дитионовые соли в этом случае должны дать соли серноватистой и сернистой кислот:

$$\begin{matrix}SO^3K\\SO^3K\end{matrix} + \begin{matrix}SK\\K\end{matrix} = SKSO^3K + KSO^3K.$$

[1] Kessler, Pogg. Ann., 1848, LXXIV, p. 265.

Растворимость солей бария и тяжелых металлов для тионовых кислот совершенно согласна с таким же свойством других сульфокислот. По той же, мне кажется, причине кислые соли HSO^3M сернистой кислоты растворимы, хотя средние MSO^3M соли не растворимы. В последних часть металла находится в таком же состоянии, как в сернистых металлах, связана, как говорят, серою. То обстоятельство, что до сих пор не получены кислые соли для двуосновных тионовых кислот, может быть отчасти объяснено тем, что оба их водорода находятся в одинаковых условиях, а потому оба сразу и замещаются. Мне кажется это подобным тому, что и для нордгаузенской кислоты $O(SO^3H)^2$ нет еще соответственных кислых солей (например HKS^2O^7).

Итак, общие свойства и особенности тионовых кислот объясняются, признавая их за двусульфокислоты из ряда серы, как свойства органических кислот объясняются, принимая их за карбоксиловые соединения.

Выставленные выше отношения становятся еще более наглядными, если выразить их, исходя от SO^2 как источника всех кислородных соединений серы, подобно тому, как для органических кислот можно исходить из CO.

$\begin{matrix}H\\H\end{matrix}SO^2$;	$\begin{matrix}H\\HO\end{matrix}SO^2$;	$\begin{matrix}H\\MO\end{matrix}SO^2$;	$\begin{matrix}HO\\HO\end{matrix}SO^2$;	$\begin{matrix}HS\\HO\end{matrix}SO^2$.
водородо-сернистая кислота, Шютценбергера	сернистая кислота	ее кислая соль	серная кислота	серноватистая кислота

Тионовые кислоты должны быть при этом представлены так:

$\begin{matrix}HO\\\\HO\end{matrix}\begin{matrix}SO^2;\\SO^2;\end{matrix}$	$\begin{matrix}HO\\S\\HO\end{matrix}\begin{matrix}SO^2;\\SO^2;\end{matrix}$	$\begin{matrix}HO\\S^2\\HO\end{matrix}\begin{matrix}SO^2;\\SO^2;\end{matrix}$	$\begin{matrix}HO\\S^3\\HO\end{matrix}\begin{matrix}SO^2\\SO^2.\end{matrix}$
дитионовая	тритионовая	тетратионовая	пентатионовая

В заключение обращу внимание на реакции образования некоторых тионовых кислот. Легкость образования тетратионовых солей при действии иода на серноватистые соли согласуется вполне с тем общеизвестным фактом, что иод действует на сероводород, отнимая водород, а на сернистые металлы, отнимая металл. Потому реакция иода на серноватистые соли совершенно сходна с действием его на меркаптиды и соли тиокислот, как то изучили Кекуле и Линнеман.[1]

[1] Ann. Chem. u. Pharm., 1862, CXXIII, p. 273.

По общему типу:

$$\left.\begin{matrix} R \\ KS \\ KS \\ R \end{matrix}\right\} + J_2 = \left.\begin{matrix} R \\ S \\ S \\ R \end{matrix}\right\} + \begin{matrix} KJ \\ KJ \end{matrix}$$

совершается и эта реакция,

$$\left.\begin{matrix} NaO \\ NaS \\ NaS \\ NaO \end{matrix}\right\} \begin{matrix} SO^2 \\ \\ SO^2 \\ \\ \end{matrix} + J_2 = \left.\begin{matrix} NaO \\ S^2 \\ NaO \end{matrix}\right\} \begin{matrix} SO^2 \\ \\ SO^2 \end{matrix} + \begin{matrix} KJ \\ \\ KJ \end{matrix}$$

Так же, как иод, действует на тиосоединения и электролиз, как показал недавно Бунге,[1] а потому при электролизе серноватистой соли должно ждать образования тетратионовой соли, а из сероводорода или сернистых металлов должны получиться многосернистые соединения. Так же должны действовать и легкие окисляющие средства, чему доказательство и видим мы в общеизвестном факте образования многосернистых металлов из сернистых при действии на них кислорода воздуха. По этим причинам можно надеяться подыскать и такой окислитель, который превращал бы сернистые соли KSO^3K в дитионовые $(SO^3K)^2$.[2] Та же тетратионовая кислота должна образоваться при действии хлористой серы на сернистокалиевую соль:

$$S^2Cl^2 + 2KSO^3K = S^2(SO^3K)^2 + 2KCl.$$

Двухлористая сера, если она действительно существует (что, как известно, отрицают Кариус и др.), должна дать при этом тритионовую соль и, если эта реакция совершится, то докажется и самое существование SCl^2, в котором я не сомне-

---

[1] Н. А. Бунге. К вопросу об электролизе химических соединений. Киев, 1870. В этом интересном сочинении Бунге полагает, между прочим, что на аноде гидраты выделяют перекиси, руководясь тем, что тиосоединения RSM дают R^2S^2. Но так как даже «по отношению углеродных кислот к току нельзя заключать об отношении к нему сульфоуглеродных кислот» (стр. 41), то тем более по отношению соединений серы нельзя заключать об соединениях кислорода. Сера легко дает такие многосернистые соединения, для которых и нет соответственных кислородных. Вероятно, что и озон будет действовать как иод и как ток.

[2] Испытывая окисление сернистых солей хамелеоном, в разных условиях, мне удалось раз получить кроме серной кислоты еще другой продукт, судя по реакциям, дитионовую кислоту, но продукта было мало, а повторить резкцию в тех же условиях мне не удалось.

ваюсь, тем более, что это тело считаю соответствующим SH^2, а S^3Cl^2 соответствующим S^2H^2. Обыкновенный способ (Ланглуа) образования солей тритионовой кислоты, при нагревании HSO^3K с серою, до сих пор хорошо не объяснен.[1] Судя по предыдущему, превращение

$$\begin{matrix} H \\ KO \end{matrix} SO^2 \quad \text{в} \quad \begin{matrix} KO \\ KO \end{matrix} S \begin{matrix} SO^2 \\ SO^3 \end{matrix}$$

должно действительно требовать действия серы, которая заменила бы водород в кислой сернистокалиевой соли:

$$\left.\begin{matrix} KO \\ H \end{matrix}\right\} SO^2 \qquad \left.\begin{matrix} KO \\ \\ KO \end{matrix}\right. S \left.\begin{matrix} SO^2 \\ SO_2 \end{matrix}\right\}$$
$$\left.\begin{matrix} H \\ KO \end{matrix}\right\} SO^3 \quad + S^2 = \qquad\qquad + \begin{matrix} H \\ H \end{matrix} S .$$

Выделяющийся сероводород действует на HSO^3K,[2] как я убедился прямым опытом, а потому реакция выйдет более сложною; только первая ее фаза, по всей вероятности, такова, как представляет написанное уравнение.

Такое предположение получает еще большую вероятность по аналогии с рассмотренным выше действием иода. А что сера может действовать подобно иоду, тому доказательств много, а лучшим служит, мне кажется, то, что сера разлагает HJ, как иод разлагает H^2S.

Рациональных способов образования тионовых кислот должно ждать при содействии именно солей сернистой кислоты. Так, KSO^3K с $ClSO^3K$ (соединение Розе и Виллиамсона из SO^3 и KCl) должна образовать соль дитионовой кислоты $(SO^3K)^2$, а при замене сернистой соли серноватистою должна произойти тритионовая соль. Эти, как и некоторые другие способы рационального получения тионовых солей мне желательно было бы со временем испытать.

Из вышеизложенного можно извлечь следующий вывод: образование, свойства, состав, отношение к другим кислотам серы и реакции тионовых кислот находят объяснение, если считать их дисульфокислотами, занимающими в ряду серы такое же положение, какое в ряду углерода принадлежит двуосновным (двукарбоксиловым) кислотам, представителем которых служит щавелевая кислота.

---

[1] Ланглуа, Пелуз, Сен-Пьер и другие.

[2] Но не на K^2SO^3.

Тионовые кислоты	Гомологи щавелевой кислоты
$S^n \begin{matrix} SO^2OH \\ SO^2OH \end{matrix}$;	$C^nH^{2n} \begin{matrix} CO\ OH \\ CO\ OH \end{matrix}$.

Те и другие отвечают предельным водородным соединениям:

Предельные сероводороды [1]		Предельные углеводороды
S^nH^2	и	C^nH^{2n+2}

в которых два водорода заменены остатками SO^3H и CO^2H высших кислот, образуемых серою и углеродом. Оттого можно ждать кислот

$$S^n \begin{matrix} SO^2OH \\ COOH \end{matrix},$$ как существуют $C^nH^{2n} \begin{matrix} SO^2OH \\ COOH \end{matrix}$.

Мне кажутся не менее интересными и весьма вероятными соли других возможных сульфокислот, например $P(SO^3K)^3$, $B(SO^3K)^3$ и т. п.[2] Изучая подобные соединения, мы, вероятно, встретим постепенные переходы от истинных сульфосолей к обыкновенным двойным солям сернистой кислоты, $R''(SO^3K)^2$, и $R'(SO^3)K$, например, $CO(SO^3K)^2$. Столь загадочные и по сих пор сульфазотные соли Фреми,[3] может быть, относятся к тому же ряду тел: $NH^2(SO^3K)$, $NH(SO^3K)^2$ и $N(SO^3K)^3$, тем более, что 1) получаются они из солей азотистой кислоты, восстановляемой сернистою кислотою в аммиак, 2) выделяют во многих случаях именно аммиак, 3) не окисляются хамелеоном, хотя и образуются из солей сернистой и азотистой кислот, на которые этот реагент действует. Элементы азотистой кислоты часто действуют как иод и потому очень может быть, что в реакции KNO^2 с KSO^3K они отнимают K, превращая его в щелочь (действительно, жидкость становится, как и следует ожидать, щелочною), а сами дают азот, удерживающий остатки сульфоксила. Эти предположения подкрепляются тем, что многие свойства сульфазотных солей напоминают тионовые соли.[4]

---

[1] Если сероводород считать предельным водородным соединением серы, что не опровергается существованием SEt^3J.

[2] Из $BCl^3 + 3KSO^3K = B(SO^3K)^3 + 3KCl$ и т. п.

[3] Ann. chim.et phys., 1845, XV (3), p. 408.

[4] A. Claus и S. Koch (Zeitschr. f. Chem., 1869, p. 684) предупредили своими исследованиями, которые, к сожалению, мне неизвестны в оригинале, начатую мною работу с сульфазотными солями; некоторые из их результатов очень сходны с полученными мною, но я все-таки думаю, что и они имели дело с продуктами не вполне чистыми, и полагаю, что соль $NH^2S^3K^3O^9$ есть просто $N(SO^3K)^3$.

В таком случае реакция азотистокалиевой соли с сернистокалиевой солью выразится следующим простым уравнением:

$$3KSO^3K + KNO^2 + 2H^2O = N(SO^3K)^3 + 4KHO,$$

т. е. N и K^3 меняются местами.

Дальнейшим исследованиям предстоит, по моему мнению, богатое поприще в изучении разнообразных минеральных сульфосолей, в ряду которых тионовые соли должны остаться наиболее типическими

24 сентября 1870 г.

Протоколы заседаний химической секции III съезда русских естествоиспытателей. Киев, 1871 г.

ВЫПИСКА

из протокола 1-го заседания химической секции

21 августа 1871 г.

Д. И. Менделеев сообщил о том, что в хлористых соединениях элементов можно ясно видеть доказательство тому, что удельный объем сложного тела не равен сумме удельных объемов составных частей, ибо удельный объем большинства хлористых соединений близок к объему $n \cdot 27$ (удельный объем Cl=27), если состав соединения есть RCl^n, где R — простое тело; например, удельный объем $TiCl^4$=108.

Протоколы заседаний химической секции III съезда русских естествоиспытателей Киев, 1871 г.

ВЫПИСКА

из протокола 2-го заседания химической секции

23 августа 1871 г.

Д. И. Менделеев заметил, что при химической реакции, в отличие от простого соприкосновения, существует движение, которое и дает объяснение электрического движения.

Протоколы заседаний химической секции III съезда русских естествоиспытателей. Киев, 1871 г.

ВЫПИСКА

из протокола 3-го заседания химической секции

24 августа 1871 г.

Д. И. Менделеев сообщил о том, что кристаллизационная вода не может быть резко различена от гидратной, и присоединение первой, как и второй, подчиняется закону предела и стоит в зависимости с содержанием воды в истинных гидратах. Так, например, соответственно гидратам $NaH^3(OH)^4$ и $S(OH)^6$, в сернонатровой соли содержится $10H^2O$, т. е. $Na^2SO^4 \cdot 10H^2O = S(OH)^6 + 2NaH^3(OH)^4$.

Н. Н. Бекетов высказал мысль: не есть ли теория, сообщенная Д. И. Менделеевым, дальнейшее развитие теории атомности, и пояснил это некоторыми фактами.

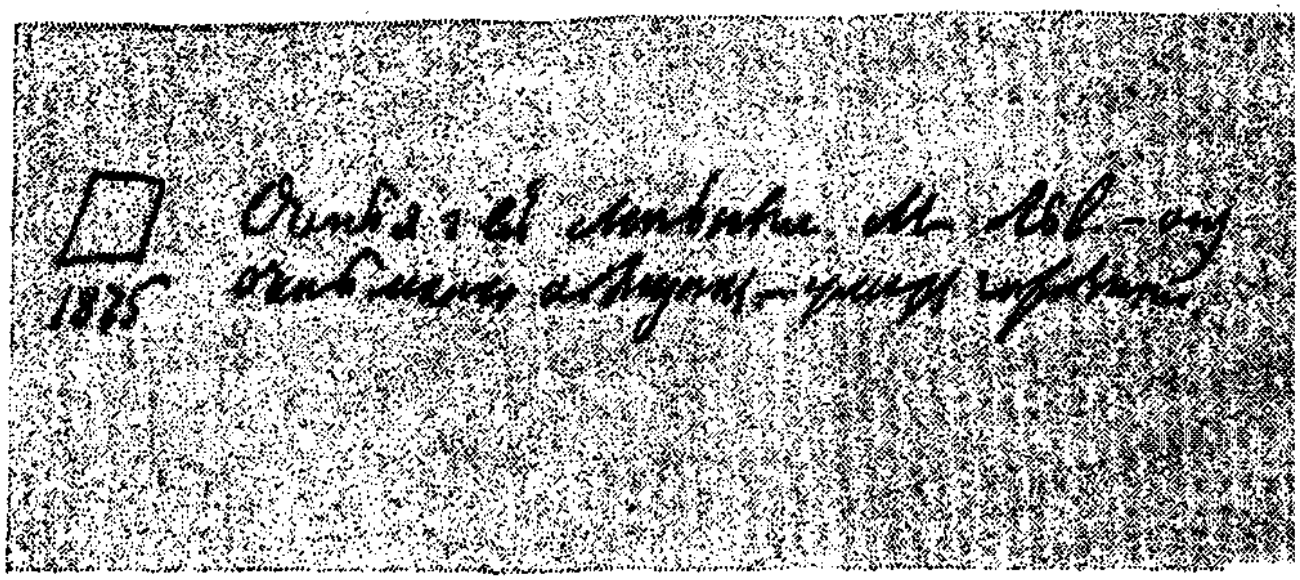
Д. И. Менделеев ответил, что против этого говорит следующее понятие о водяном остатке, лежащее в основании соображений, что было дано и им самим применено гораздо ранее появления учения об атомности.

Д. И. Менделеев указал на наблюдения Мариньяка, по которым в некоторых соединениях атом фтора оказывается изоморфным с одним, а не с половиною (как следует по эквивалентам и атомности) атома кислорода: соединения $R^2WO^2F^4$, R^2NbOF^5 и R^2ZrF^6 изоморфны.

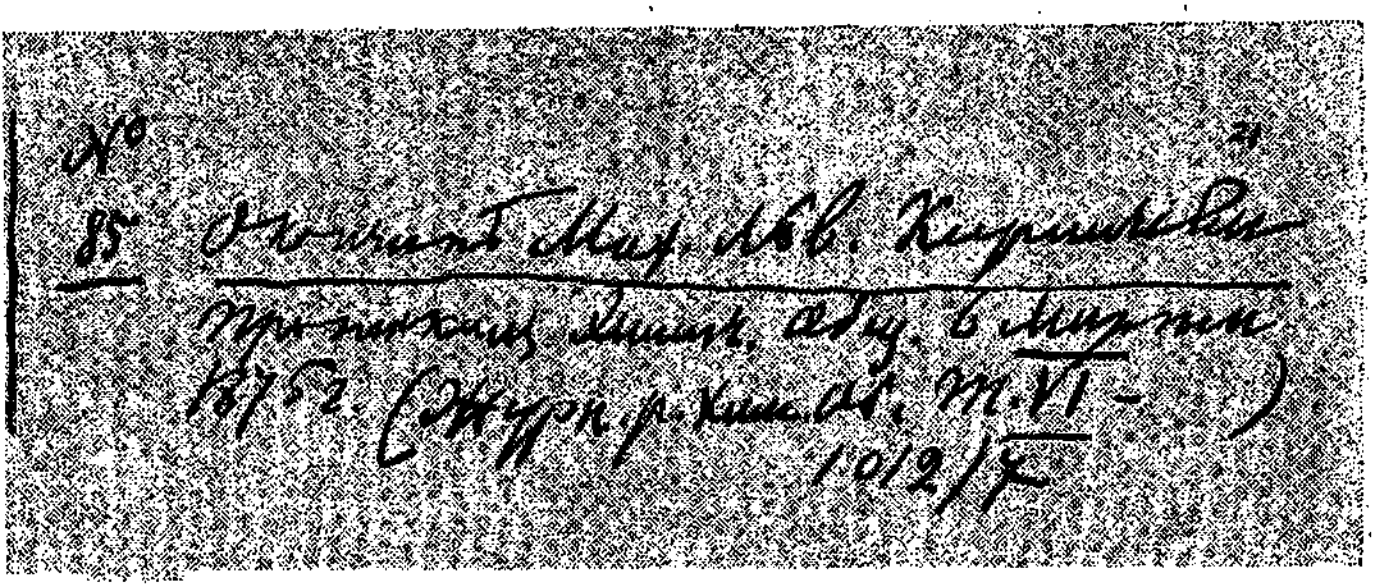
Д. И. Менделеев сообщил от имени И. М. С. [Ивана Михайловича Сеченова] о приготовлении, физических свойствах и некоторых реакциях азотистометилового эфира CH^3NO^2. Развитие этого газа идет совершенно спокойно из смеси 100 частей CH^4O, 300 частей H^2SO^4, 300 частей KNO^3, 1200 частей $FeSO^4 \cdot 7H^2O$ и 50 частей H^2O. Сгущенный в жидкость, кипит

при — 12°; удельный вес его при 0° = 0.959; с $SbCl^3$ образует жидкое соединение; с $SbCl^5$ дает следы хлоропикрина.

Д. И. Менделеев сообщил замеченный им случай влияния времени и последовательности на ход химических реакций; если к смеси растворов серно-и азотноаммиачной соли прибавить азотной кислоты, то, при известной крепости, от азотнобариевой соли сперва вовсе нет осадка, но он является со временем; если же к смеси аммиачных солей сперва прибавить соль бария, то образующийся при этом осадок не растворяется в том количестве азотной кислоты, которая в предыдущем опыте препятствует образованию осадка.



□ Очень я и все любили М[ихаила] Льв[с
1875 вича] — он очень много обещал. Уме
чахоткой.



№
85. О кончине Мих[аила] Льв[овича] Кирпичева. Протокол Химич[еского] общ[ества] [от] 6 марта 1875 г. (Журн[ал] Р[усского] хим[ического] об[щества], т. VI).

1012/7

Журнал Русского химического общества, 1875. т. VII, вып. 4, стр. 145—146.

ВЫПИСКА

из протокола заседания химического общества

6 марта 1875 г.

Д. И. Менделеев сообщил о скончавшемся члене Р[усского] х[имического] общества Михаиле Львовиче Кирпичеве следующее:

«Потеря Михаила Львовича глубоко поразила всех его знавших по той симпатии, какую внушали его личные качества и его научные таланты, обещавшие уже с самого начала его деятельности замечательного ученого. Михаил Львович родился в 1847 г. в Псковской губернии. Первым образованием он воспользовался от матери и от отца, бывшего преподавателя математики в Инженерном училище. Математические способности Михаила Львовича много обязаны последнему обстоятельству. Начав затем учение в Полоцком кадетском корпусе, М[ихаил] Л[ьвович] кончил его в 1865 г. в Артиллерийском училище, откуда вышел офицером в Кронштадт. Через два года он поступил в Артиллерийскую академию, где кончил курс первым. Его имя вписано там на мраморной доске. Здесь его оставили репетитором для приготовления к преподаванию химии, которой он в последнее время преимущественно интересовался. В 1871 г. он читал пробную лекцию „о спектральном анализе", а в 1872 г. отправился в командировку на уральские горные заводы. Эта поездка должна была послужить для ознакомления М[ихаила] Л[ьвовича] с технологией, которой чтение предполагали ему поручить. На Урале он собрал много материала и по возвращении оттуда стал читать физику и химию в Артиллерийском училище.

«Такова карьера Михаила Львовича, и его наклонности с нею были в согласии, — по призванию это был чистый ученый, для которого интерес истины был выше всякого

другого. Первая его самостоятельная работа „Определение меди в латуни" (ЖРХО, 1871, стр. 108) показала уже точность и пытливость, составлявшие его таланты. Вскоре затем он написал „О движении воды и ее расходе в насосах Бунзена" (ЖРХО, 1872, стр. 15), где анализировал с простотой и ясностью сложные явления названного прибора.

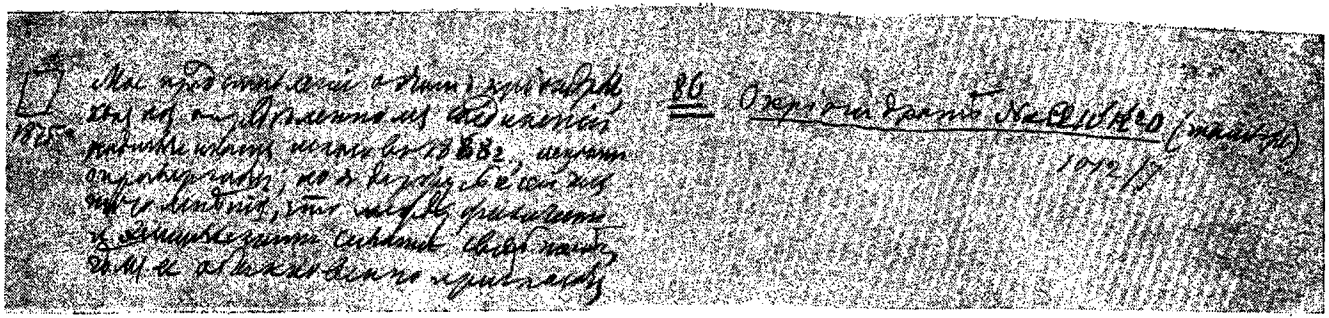
«К этой же эпохе относится его работа „О пульсирующем насосе" (ЖРХО, 1872, стр. 169), сделанная вместе с Г. А. Шмидтом и мною. С тех пор мы продолжали работать вместе, и утрата такого товарища и друга, каким был для меня Михаил Львович, незаменима, потому что все свое свободное время, по возвращении с Урала, с осени 1873 г. по самую смерть он посвящал точной, медленной и сложной работе над упругостью газов, начатой мной с 1872 г. на средства императорского Русского технического общества в лаборатории СПб. Университета. Деля все радости и горести большой работы, мы с Михаилом Львовичем преимущественно изучили упругость разрежения газов, о чем сообщили в апреле 1874 г. первые результаты в Академии Наук, в Р[усском] химическом обществе и в Физическом обществе. Подробное описание нашей работы помещено в моем сочинении „Об упругости газов", которое скоро выйдет из печати. Осень[ю] 1874 г. М[ихаил] Л[ьвович] продолжал эту же работу и даже недели за две до смерти своей приходил еще в лабораторию для продолжения ее, но тогда уже видно было, что его организм страдает сильно. Начало болезни, сведшей Михаила Львовича в могилу, видно было еще в 1872 г. Зимняя поездка на Урал и неблагоприятные ее условия усилили зачатки расстройства, а по возвращении М[ихаил] Л[ьвович] уже часто болел, но все крепился, мало обращал внимания на сохранение здоровья и кончил чахоткой. Скромный, симпатичный, полный знаний и талантов, Михаил Львович оставил в каждом, кто его встречал, а не только в тех, кто его близко знал, чистое и отрадное воспоминание без теней. Оно не может умереть, потому что связано с вечно живущими научными истинами, исканию которых посвящена была вся его молодая, столь скоро угасшая жизнь».

ВЫПИСКА

из протокола второго общего заседания V съезда русских естествоиспытателей и врачей в Варшаве

5 (17) сентября 1876 г.

3. Д. И. Менделеев обратил особое внимание съезда на то значение, которое может иметь периодическое издание на иностранных языках краткого отчета о всех работах отечественных ученых в области металлургических, естественных и географических наук. Работ этих уже много, иные мало известны даже в России, потому что помещены в очень редких изданиях; от заграничных ученых нельзя требовать знания славянских наречий и знакомства с нашею специальною литературою. Оттого много трудов у нас пропадает для науки. Только малая доля трудов русских ученых является на иностранных языках вполне или в реферате. По этим отрывочным сведениям многие за границею сильно интересуются нашими исследованиями. Предполагаемое издание удовлетворит имеющемуся запросу и будет представлять ход развития наук в России, если будет отличаться полнотою. Такое издание должно получить значение народное и государственное, как представительство России на различных всемирных выставках. Поэтому Д. И. Менделеев предложил обсудить на съезде условия для издания отчета, передать издание его контролю ученых обществ в С.-Петербурге и ходатайствовать о десятилетней субсидии от правительства на издание отчета.



1875 Мое представление об этом криогидрате как об определенном соединении, подмеченном мною в 1868 г., многие опровергали, но я держусь и сейчас того мнения, что между физическими и химическими силами связь теснее, чем ее обыкновенно признаю

86 О криогидрате $NaCl \cdot 10H^2O$ (там же).

1012/7

Журнал Русского химического общества, 1875, т. VII, вып. 4, стр. 147—148.

ВЫПИСКА

из протокола заседания Химического общества

6 марта 1875 г.

2) Д. И. Менделеев напомнил, по поводу статьи Гутри (Phylos. Magazine, 1875, № 1), о том, что он еще в 1868 г. открыл гидрат $NaCl \cdot 10H^2O$, ныне описанный Гутри, о чем заявил в заседании 5 декабря 1868 г. (см. ЖРХО, стр. 9) и в «Основах химии», I, стр. 695 (1-е изд., 1869). Менделеев доказал определенность состава этого и подобных ему гидратов тем, что взял раствор состава $NaCl \cdot 10H^2O$ (32. 5 части NaCl на 100 частей H^2O) и, заморозив его вполне при —23°, расплавил часть твердой массы и слил жидкость. Она оказалась того же состава, как и остаток. Если взят был более крепкий раствор, то в остатке было большее содержание соли, ибо тогда образовался гидрат $NaCl \cdot 2H^2O$, а когда взято было меньше соли в растворе, остаток был более водянист, ибо заключал кристаллы льда. Тогда же М[енделеев] сопоставил эти свои наблюдения с исследованиями Рюдорфа над холодильными смесями и с вопросом о содержании в растворах определенных гидратов, для чего ему послужили исходом понятие о плавлении солей в своей кристаллизационной воде и о явлениях, происходящих при плавлении таких солей, как $Na^2SO^4 \cdot 10H^2O$. Гидраты, открытые М[енделеевым], суть предельные молекулярные соединения, отвечающие понятию, выраженному о них М[енделеевым] в 1871 г. (ЖРХО, III, стр. 249), и должны служить исходною точкою для согласования понятия о растворах и определенных химических соединениях. Свойства гидрата $NaCl \cdot 10H^2O$, данные Гутри, те же, какие наблюдал М[енделеев]. Так,

температура —23°[1] прямо указана обоими как постоянная температура плавления и образования гидрата. Близкую температуру (—21.3°) дает Рюдорф для холодильной смеси из снега и соли.

---

[1] Она указана в «Основах химии», I, стр. 695, где сказано: «когда раствор имеет состав $NaCl \cdot 10H^2O$, он застывает вполне при —23°... в этом состоянии раствор поваренной соли есть определенное химическое соединение, как и многие другие растворы, как я показал недавно особым исследованием».

Газета «Голос», № 204, 3 (15) сентября 1877 г.

ПО ПОВОДУ 400-ЛЕТИЯ УПСАЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В СТОКГОЛЬМЕ

Стокгольм, 9 сентября (корреспонденция «Голоса»)

Древнейший шведский Университет в Упсале праздновал от 5-го до 9-го сентября четырехсотлетний свой юбилей. Только что приехал оттуда. Вместе с профессором Ю. Е. Янсоном мы ездили от Петербургского университета поздравлять старшего своего северного собрата. Приветствий, речей, тостов, хорового пения, обедов и всяких других торжеств было так много, что описывать нет времени. Представители науки со всех концов мира сошлись на мирном, истинно народном шведском празднике. И не для того берусь я за перо тотчас по окончании юбилея, чтоб передать много приятных личных впечатлений или рассказывать об отношениях, существующих в Швеции между наукой и жизнью, между королем, профессорами и студентами, между народом и университетом, словом, не для того, чтобы примером Швеции поучать Россию, хотя там есть чему учиться, — потребность говорить определяется современным отношением между скандинавскими народами и русскими, между Швецией и Россией. Пришлось встречаться и говорить со многими из разных частей государства, из разных слоев общества, при разных условиях. И в общем составилось нечто неожиданное для меня и, смею думать, для многих друзей, и притом нечто такое, что считаю долгом передать для всеобщего сведения.

Шведы и вообще скандинавские народы (датчане, норвежцы) — хорошие друзья русского народа. Они забыли прежнюю вражду. Они ждут от России много хорошего. Знают они, что русский народ питает братское расположение к своим

близким северным соседям, понимают, что Финляндия служит звеном нашего сближения, что после освобождения крестьян Россия твердо пошла по пути дальнейшего развития. Они с полным сочувствием относятся к усилиям народа и царя освободить балканских христиан от турецкого ига, жадно ловят точные известия об успехах русского оружия, они не верят депешам о наших поражениях в Турции, восхищаются защитой Шипки. Скандинавские народы, едва ли не самые просвещенные во всем мире (таков результат статистики и таково мнение многих мыслителей), ждут и ищут случаев теснее сблизиться с Россией не как с сильным соседом, могущим быть полезным при новом столкновении с другими соседями, а как с государством, народ которого должен играть благую роль в успехах цивилизации. За успехами науки в России они следят со вниманием, которое редко встретишь в других частях Европы. В Упсале нашлось много горячих почитателей Тургенева и других русских литераторов.

Ждал я, признаюсь, много. Но сотни случаев убедили. Всего не расскажешь. Укажу немногие, единичные обстоятельства.

В день юбилея, 5-го сентября, на обеде, как и на всех других торжествах, присутствовал король и, замечу кстати, сказал речь, чрезвычайно замечательную по красоте форм и образов. После обеда с известным всей России профессором Нурденшельдом (так следует произносить его имя) я ходил в особой, так называемой линнеевской зале. Мы говорили и курили. Входит король, закуривает сигару и подходит к Нурденшельду. А он — депутат оппозиции и еще недавно не принял от короля предложенный ему орден. Узнав во мне русского, его величество заговорил по-русски. Это были слова приветствия и радости видеть близость русских и шведских ученых. Затем по-французски король припомнил тот сочувственный прием, который встретил в России, и, прощаясь, опять по-русски выразил сожаление, что не может свободно говорить на языке дружественного соседнего народа.

Спустя немного я узнал, что король беседовал перед тем с другими русскими и, между прочим, академику Гроту и профессору Янсену сообщил о только что полученной им депеше, касающейся взятия Ловчи русскими.

За этим обедом мне пришлось сидеть подле адмирала v. Felitzen'а, а против меня сидел г. Таубе — военный, ученый секретарь одного из обществ в Стокгольме. Им при-

шлось иметь много встреч с русскими, они знают самые последние лучшие труды военных и моряков России, они с особым уважением отзывались о многих трудах русских по своей специальности. Так, например, г. Таубе особо желал выразить чрез меня свое сочувствие полковнику князю С. Голицыну, которого лично он, кажется, вовсе не знает, но работы которого он изучал.

На обеде следующего дня соседями моими были ученые — норвежцы, шведы, датчане, — такие, как профессор химии Клеве в Упсале, профессор Томсен из Копенгагена, профессор Мон и Гульдберг из Христиании и другие. Один из первых взаимных тостов, который они предложили, был за успех русских в Турции, за победу Ловчей, которая в тот день стала известна по газетам. А о том, как они все следят за нашей ученой литературой, можно судить из следующего. Профессор Мон чрезвычайно радовался тому, что его метеорология переведена на русский язык, что в России есть такой отличный, вполне современный метеоролог, как Воейков, что у нас затевается дело воздухоплавания для метеорологических целей. Не подумайте, пожалуйста, что я ему сообщил об этом, — нет, он сам, равно как и профессора Гильдебрандт и Гильдберг, высоко поставившие метеорологию в Скандинавии, знают многое из того, что явилось, кажется, только на русском языке. Уж не в первый раз пришлось мне слышать при этом случае от знаменитейших ученых сожаление о том, что они не могут читать по-русски. То, что говорил года три назад Бертело в Париже, то же самое Томсен — другой замечательный химик — высказывал в Упсале. Все понимают, что русским ученым и след писать по-русски, но все желают иметь на одном из более распространенных языков хотя бы подробные рефераты о множестве русских работ, о которых слышат только случайно или узнают из кратких корреспонденций западноевропейских ученых обществ.

Чтобы сохранить хотя внешнюю связь в выборе случайностей, я ограничусь обеденными встречами, а потому упомяну о том, что после обеда первого дня профессор Клеве познакомил меня со многими молодыми химиками, своими учениками. В разговоре с ними я был удивлен и польщен тем интересом и тем полным знакомством с моими работами, которое они показали. Впоследствии это объяснилось. Мне говорили, что профессор Клеве, в прошлом году, на лекциях особенно долго остановился на изложении некоторых русских исследований.

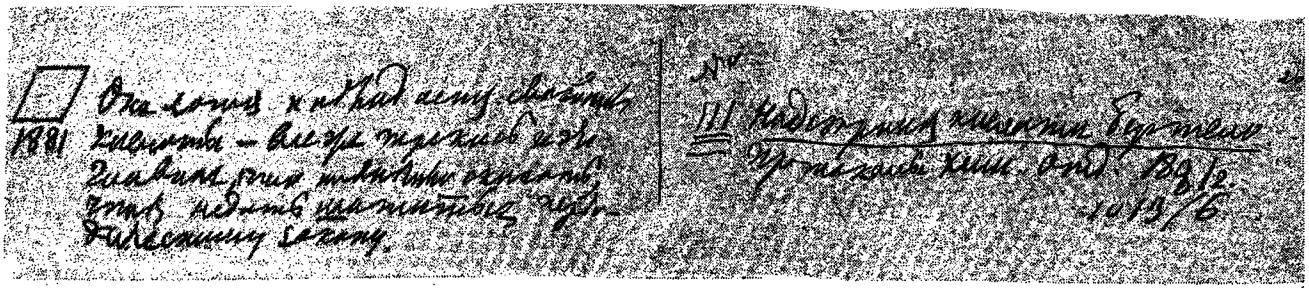
В третий день торжества, утро которого было посвящено осмотру кабинетов и лабораторий и прекрасному концерту, где мы услыхали отличного солиста, прелестные народные мотивы и замечательное хоровое пение, — общего торжественного обеда не было, а собрались кружками. Многие профессора с семействами пригласили своих гостей иностранцев в ресторан, где запросто и от души угостилось человек около ста.

Здесь мы слышали горячие симпатические приветствия, отличного певца, импровизацию, сказанную крестьянином, и таких юмористов, которые заставляли надрываться от хохота тех, кто понимает шведский язык. Первый предложенный тост заключал привет упсальцев гостям. Сперва он сказан был по-швёдски, потом по-французски, затем на немецком и английском языках, а потом по-русски — шведом. А нас, русских, на обеде было всего двое — г. Латермарк, профессор из Харькова, и я. Только особой симпатией к русским можно объяснить желание приветствовать их на их родном языке.

Позвольте мне теперь привести доказательство того, что все эти отношения не заключают в себе иллюзии, что сочувствие идет от сердца, а не есть дело какого-нибудь постороннего соображения или простой деликатности. Избираю одно только доказательство, но, я думаю, неопровержимое. Короля, профессора, того, кто произносит тост, еще может пессимист — а мало ли их у нас, как и всюду, — заподозрить в неискренности, но едва ли благоразумный человек решится так же отнестись к студенту. Молодости, да еще в то не повторяющееся время, когда истина в чистых образах науки открывается ей с университетских кафедр, ей-то уж никак не свойственно скрыть или не выразить истинных своих чувств в частной, случайной беседе. Это достоинство студента, по этому свойству его отличите всюду, он не утерпит высказаться, если есть случай — удобный или неудобный, ему нет до того дела. А мне пришлось здесь неоднократно слышать от студентов симпатии к России, горячее сочувствие ее успехам. Вот, например, один из случаев. Избираю опять-таки случай, связанный с обедом 5-го сентября. После торжественного обеда король и многие присутствующие вышли под колоннаду, открытую в ботанический сад. Погода была в тот день отличная. И вот из широкой аллеи выступает тысячная толпа студентов. Белые фуражки — отличие здешних студентов. При них знамена corps'ов или «наций», как их называют здесь. Впереди «маршалы» — рас-

порядители с перевязями чрез плечо национальных — желтого и синего — цветов. Они выстраиваются полукругом около портика. На середину выходит один маршал и говорит приветствия королю, профессорам Упсалы, профессорам других университетов и гостям. За каждым приветствием раздается громкое, дружное, три раза повторяемое тысячью молодых голосов «ура!», «ура!», «ура!». Затем хоровое пение. Не только молодежь — мы все были в восторге от всей этой обстановки. Во время этой сцены мне пришлось стоять у правого края колоннады, так что ряд студентов оказался около меня. Закуривание папиросы послужило поводом к разговору с ближайшими. И когда узнали они, что я русский, не замолчали, не отвернулись, как сделали бы, вероятно, лет десять назад, а старались наперерыв выразить горячие симпатии к России. Этих ничто не подкупит. Они говорят, что думают. На сохранившейся у меня карточке одного из этих студентов стоит: «Kandidat Henrik Kraak. Upsala. Stockholms Nation». Жаль, что другие карточки затерял. Профессора проводили студентов общим, невольно вырвавшимся и повторившимся восклицанием: «да здравствуют упсальские студенты!» (Vive les étudiants d' Upsalà!). С радостью повторяю это теперь еще раз и от души желаю видеть в России такое же свободное выражение народных чувств, какое видел в Швеции.

Д. Менделеев.


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] [Русского физико-химического общества], 1881 г.
1013/6

Журнал Русского химического общества, 1881, т. XIII, вып. 9, стр. 561—562.

ВЫПИСКА

из протокола заседания отделения химии Русского физико-химического общества

12 ноября 1881 г.

11. Д. Менделеев обратил внимание на то, что надсерная кислота Бертело, образуясь в условиях происхождения перекисей и сопровождаясь образованием перекиси водорода, представляет реакции и свойства настоящих перекисей, таких, какие дают H, Ba, Na, и даже соединяется с H^2O^2, как BaO^2. А так как солей с основаниями надсерная кислота не образует, то название кислоты ей дано неправильно. Зависит эта неправильность от обычной схемы в порядке окислов. Предполагается обыкновенно, по примеру марганца, что присоединение кислорода дает сперва основания, потом перекиси и, наконец, ангидриды кислот. Эта схема ведет к смешению понятий и неверному представлению, потому что, как давно известно, MnO^2, PbO^2 и т. п. характером настоящих перекисей не обладают и дают соли, а потому перекисями и не должны называться. Их лучше называть двуокисями. Истинные перекиси относятся к типу перекиси водорода, как основания и кислоты относятся к типу воды, и как последние дают воду, так первые образуют перекись водорода. Истинные перекиси суть особые высшие формы соединений элементов. Убеждение в том, что такой взгляд справедлив, доставляют, с одной стороны, голубая высшая степень окисления хрома Cr^2O^7 (Барревиль), которую надо назвать перекисью хрома или перекисью хромила, а с другой, перекись ацетила $(C^2H^3O)^2O^2$, полученная Броди. Поэтому полученную Бертело высшую степень окисления серы, S^2O^7, следует, для выражения ее характера, назвать перекисью серы или перекисью сульфурила. При таком способе воззрения на перекиси должна составиться следующая схема окис-

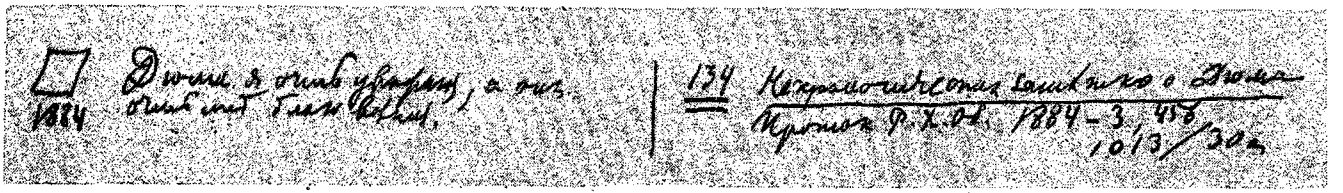
лов, возможных для элементов: смотря по своей природе, элементы с кислородом дают (немногие образуют сперва безразличные окислы, например, азот и углерод) или основания, или кислотные окислы, которые способны давать соли, составлены по типу воды и определяют так называемую атомность элементов или их место и аналогии в системе элементов. И лишь после образования высшего своего солеобразного окисла элементы образуют перекиси, типа перекиси водорода. В этом смысле, перекись бария и перекись серы, одинаково с перекисью водорода, обладают особым характером и служат пределом известных ныне кислородных соединений элементов. Нет никакого повода думать, что водород, барий и т. п., соединяясь с дальнейшим количеством кислорода, дадут кислоты, как то можно было бы ждать по господствующей схеме окислов. Перекись серы, не обладая свойствами кислотного окисла, а имея все свойства настоящих перекисей, ясно подтверждает вышесказанное и заставляет ожидать для многих элементов своеобразных перекисей.

Газета «Голос», 23 января 1880 г.

НЕКРОЛОГ

Вчера, в понедельник, 21 января, скончался Александр Абрамович Воскресенский, на 72-м году своей полезной жизни. Всем, кто действительно любит русское просвещение, следует вспомнить о нем не только потому, что он лет 30 профессорствовал, был ректором нашего Университета в трудную и замечательную эпоху начала применения, так называемого, нового университетского устава и был, да недолго это выдержал, попечителем Харьковского учебного округа, но потому особенно, что он относится к числу замечательнейших возбудителей у нас начал самостоятельной деятельности в области естествознания. А. А. Воскресенского должно считать «дедушкой русской химии», как и было высказано недавно на съезде русских естествоиспытателей, где он еще действовал. Его ученик, почитатель и последователь, пишу я эти строки, чтоб известить друзей, учеников и почитателей о кончине любимого всеми учителя и ученого. Жизнь его и деятельность постараюсь изложить подробнее, лишь соберу фактический материал. В наше время шаткости мыслей и резкости направлений полезно узнать человека, шедшего всегда прямо, твердого в убеждениях, оставившего очевидные для зрячих плоды деятельности и в то же время добродушного, мягкого и скромного.

В среду, 23 января, в университетской церкви будет панихида, а в четверг предполагается отпевание. Верный русской школе, А. А. Воскресенский захотел, чтоб его похоронили в его имении (в Тверской губернии), около народной школы, которую он основал своим достатком.



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

Журнал Русского Физико-химического общества, 1884, т. XVI, вып. 5, часть химич., отд. I, стр. 450—451.

ВЫПИСКА

из протокола заседания отделения химии Русского физико-химического общества

3 мая 1884 г.

Председательствует председатель Отделения Д. И. Менделеев.

Председатель открыл собрание воспоминанием об утрате наукою Дюма и его значение выразил следующими словами:

«Жан Батист Дюма, родившийся в 1800 г. и ныне скончавшийся, оставил такую массу важных научных работ и оказал такое влияние в химии, что его имя останется бессмертным, пока существует наука. Сперва аптекарем в Женеве и репетитором в Политехнической школе в Париже, потом профессором Сорбонны и членом Академии (с 1832 г.), министром земледелия и торговли (1849—1851) и, наконец, бессменным сенатором Франции и секретарем Академии — Дюма все время был в деятельной работе — химических исследований и химических идей — во всех ее областях: с физиологической и вообще прикладной химии до высших сфер ее, философии. Это видно и в двух его книгах: «Traité de chimie appliquée aux arts» (1828—1845) и «Leçons sur la philosophie chimique» (1837) и в громадной массе мемуаров. Из них достаточно было бы для вечной славы массы исследований об эфирах (1828—1839), об амидах (оксамид, 1830 г., о действии P^2O^5 на аммиачные соли, 1847 г.), о соединениях фосфора (1826—1832) и др. Но имя Дюма соединяется с понятиями, столь основными в химии, как металепсия (1838 г., хлороуксусная кислота), как химические типы замещения (1840) и как правильности в атомных весах элементов, а потому ярко блестит в летописях химии. Его высокий склад идей выражался не только в его личных работах, но и в массе тех, которые он производил с Прево,

Буле, с Пелиго, Малагути, Лебланом, Стасом и др., а больше всего в его частных отношениях. Испытав не раз влияние и благосклонную внимательность к научным трудам, доходившую до того, что Дюма тщательно исправлял слог моих статей, я признаю, что современное положение вопроса об отношениях атомных весов химических элементов определено трудами и идеями Дюма более, чем кого-либо другого».

Документ хранится в Гос. Историч. архиве Ленингр. области, ф. 14, св. 1052, дело 14846, л. 19.

В Физико-математический факультет
[Петербургского университета]

От профессора Менделеева

Г-н Коновалов представил для соискания на степень магистра диссертацию «Об упругости пара растворов». Сочинение это заключает целую массу новых наблюдений над упругостями паров смесей различных гомологических членов между жирными спиртами и жирными кислотами, над упругостями паров жидкостей, не вполне смешивающихся между собою, и т. п. Сверх того в сочинении г-на Коновалова, по ряду исследований составляющего продолжение работы Реньо, приводится ряд совершенно новых выводов об отношении изыскания упругости пара к составу, а отсюда и к перегонке их [растворов]. Освещая множество давно известных данных о перегонке смесей и растворах при помощи правильного разбора новых своих наблюдений, сочинение г-на Коновалова составляет новую точку отправления для этого рода наблюдений и исследований, которые происходят при перегонке смесей. По всем указанным причинам, считаю сочинение г-на Коновалова вполне достойным просимой им степеин магистра химии.

Март 1884 г.

Документ хранится в Гос. Историч. архиве Ленингр. области, ф. 14, св. 1052, дело 14846, л. 39.

В Физико-математический факультет

[Петербургского университета]

И. И. Канонников представил сочинение «О светопреломляющей способности химических соединений», для получения степени доктора химии. Изложение распределено в двух отделах: «Общие данные вопроса» и «опытные данные». В первом отделе изложена история вопроса о связи между составом и показателем преломления; основной темой при этом служит вывод зависимости этого положения от качества, количества и состояния элементов, образующих сложные тела. Во втором отделе излагаются сперва результаты наблюдений самого г-на Канонникова над 79 растворами и над 14 отдельно взятыми веществами, но там дается и собрание результатов наблюдений, сделанных предшественниками г-на Канонникова, а в конце — применяются опытные данные автора и других наблюдателей к определению: во-первых, строения нескольких углеродистых веществ, а во-вторых, к указанию зависимости удельного преломления, свойственного элементам двух первых групп периодической системы, от величины их атомного веса. Подлинные числа, найденные автором, ранее его рассуждения были им уже публикованы вместе с описанием метода наблюдения и способа расчета. Разнообразие же фактического материала, ныне вновь разочтенного г-ном Канонниковым, делают его труд над светопреломляющею способностью химических соединений, взятой в отдельности [и] для их растворов, богатым вкладом в летописи науки. Систематическая обработка предмета, ныне, после многолетних работ, сделанная автором, будет очень полезна в русской научной литературе и даже в истории предмета. Эти два достоинства труда г-на Канонникова дают мне право рекомендовать его труд факультету, как достойный для защиты на степень доктора химии.

Но я считаю необходимым сказать, что теоретическая сторона диссертации страдает существенными недостатками в отношении применения светопреломления для суждения о строении. Тут у автора столько произвольности в суждениях, что они не могут удовлетворить ни последователей структурного учения о связи элементов — автор же принадлежит к их числу, ни тех, которые не признают структурного учения, а в числе их и меня самого. / В воззрениях автора относительно структуры видны такие несообразности, что если бы предмет рассуждения... [неразборчиво] важным и... [неразборчиво] частях новым, я не мог бы считать рассуждение г. Канонникова годным для докторской диссертации. Предлагая же признать рассуждение соответствующим искомой степени, я имею в виду не только то, что труд г. Канонникова вносит много фактического материала, но и то, что автор ясно разделил область воззрений от положительных выводов, потому читатель может отделить взгляды автора, воспользоваться его наблюдениями и ближайшими выводами [для] целей иного порядка, чем какие поставил автор.

Документ хранится в Гос. Историч. архиве Ленингр. области, ф. 14, св. 1052, дело 14859, л. 14.

В Физико-математический факультет

[Петербургского университета]

Магистр химии, бывший наш студент, ныне профессор химии в Варшавском университете А. Л. Потылицын представил докторское рассуждение «О значении теплоты образования солей при реакциях двойных разложений».

Сочинение это, состоящее из трех глав, имеет целью, во-первых, уяснить при помощи новых и самостоятельно разработанных наблюдений вопрос, давно поднятый в химии, о распределении элементов, когда представляется выбор для данного элемента между двумя другими, к которым сродство почти одинаково, а, во-вторых, указать недостаточность того представления о ряде подобных явлений, которое дает известный французский ученый Бертело.

Г-н Потылицын уже давно преследует свою задачу. Его статьи об этом предмете разбирал Бертело, и ныне, сводя итоги добытого, Потылицын, с своей стороны, вновь разбирает как основные положения Бертело, так и частные замечания и опыты, которыми знаменитый французский химик желал объяснять наблюдения Потылицына. Отвергая существо того положения Бертело, которое известно под именем правила или закона наибольшей работы, Потылицын из совокупности своих наблюдений и ранее существовавших приходит к заключению о значении этого правила лишь для определения начальной скорости реагирования, а отвергает, по моему мнению совершенно основательно, применимость правила наибольшей работы к предугадыванию окончательного результата реагирования. В заключении Потылицын делает попытку установить точку воззрения, могущую примирить наблюдения над ходом реагирования с воззрениями на типичное состояние вещества и с несомненными познаниями о распределении, но эта часть труда, по недостаточности как опыт-

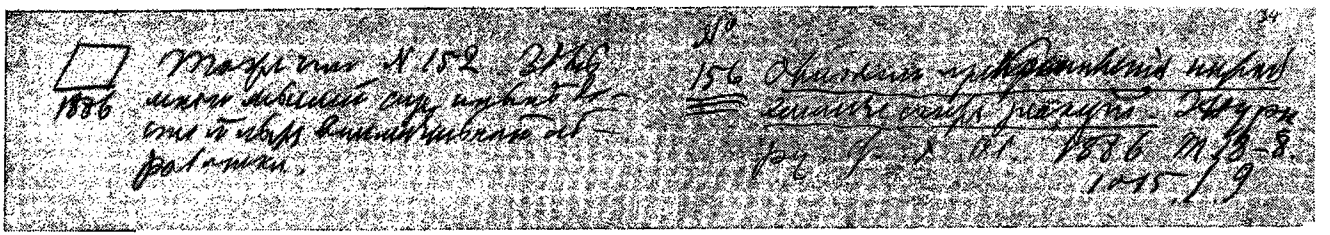
ного материала, так и прочных теоретических оснований, представляется еще весьма спорною.

Продолжительное участие автора в решении очень важного текущего вопроса химии, несомненная убедительность многих опытов и доказательств, данных А. Л. Потылицыным, и постановка вопросов на новую, самостоятельную почву, делают, по моему мнению, автора рассуждения вполне достойным докторской степени, а потому имею честь предложить факультету признать означенный труд Потылицына достойным для защиты на степень доктора химии.

31 января 1886 г.

Профессор Д. Менделеев,

Профессор Н. Меншуткин.



1886 То же, что № 152. Здесь много мыслей, еще и ныне достойных внимательной обработки.

№ 156 О влиянии прикосновения на ход химических реакций. Ж[урнал] Р[усского] ф[изико]-х[имического] об[щества], 1886, т. 18,—8.

1015/9.

Журнал Русского физико-химического общества, 1886, т. XVIII, вып. 1, часть химич., отд. 1, стр. 8—18.

Из лаборатории С.-Петербургского университета

188. Заметка о влиянии прикосновения на ход химических превращений

Ныне не может подлежать сомнению существование внутреннего, невидимого движения во всех телах. Оно лежит в основе всех успехов теории теплоты, независимо от развития динамической теории газов. Для жидкостей оно становится очевидным не столько из прямых наблюдений, сколько из явлений диффузии или проникновения одной жидкости другою. А из того, что мелкие кристаллы превращаются в насыщенном растворе в большие, и химические явления совершаются с порошковатыми телами, как показали прекрасные опыты Спринга, несомненно, что и в твердых телах свое внутреннее движение существует.

Признавая внутреннее движение и в то же время ясно отличая частицы как единицы одного порядка, подобные, например, солнечной системе, от атомов как единиц другого порядка, подобных, например, планетам и их спутникам, — нельзя мыслить подвижность одних единиц при относительной неподвижности других. Зависимость направления и даже самого существования химических превращений от физических условий, особенно от температуры и электричества, с одной стороны, а с другой — влияние состава частиц или составляющих атомов на физические свойства тел, с несомненною очевидностью утверждают соотношение и обоюдную связь движения частиц и атомов. Это соотношение становится ожидаемым при том сравнении — атомов с планетами, а частиц с их системою, — которое выражает в простейшем виде совокупность сведений о природе и скрепляет их общую связь.

Внутреннее движение состоит, поэтому, из совокупности движения частиц и атомов, и оба они зависят друг от друга.

Поэтому все, что влияет на один род движения, изменяя его, должно изменять и движения другого рода. Так, при нагревании должно изменяться не только движение частиц, но и атомов, частицы составляющих. Оттого при нагревании может происходить распадение и изменяется реагирование.

Представляя уединенную массу тела, мы во всех его состояниях должны признать на поверхности массы иной вид внутреннего движения, или иное распределение частей, частиц и атомов, чем внутри массы. Для газа это само собою ясно из всего, что известно относительно свойств газов. Для жидкостей также несомненно, что свободная их поверхность находится в особом натяженном состоянии. Достаточно для этого припомнить хотя бы опыты Менсбругге. Волосные явления определяются именно этими силами, на поверхности жидкости действующими. Но и для твердых тел, при всей ограниченности движения им свойственной, едва ли возможно сомневаться в различии его на поверхности и внутри массы. Общеизвестные различия отношений поверхностей свежей от давней и самое сгущение газов и паров поверхностями таких твердых тел, которые не оказывают в своей массе, даже в растворах, поглощающей способности, наводит на мысль о различии движения внутри и вне массы твердого тела. Если для твердых тел и нельзя считать столь явно, как для жидкостей, доказанным различие частичного состояния или движения внутри массы от движения на поверхности, то в этом допущении нет ничего противоречащего с фактами и его можно принять как следствие вышеизложенных соображений.

А если на свободной поверхности, ограничивающей тело, движения как частичные, так и атомные, должны быть иными, чем внутри массы однородного вещества, то должны быть опять иными внутренние движения тел на месте встречи двух тел, в точках их соприкосновения. Тут произойдут действительные пертурбации, уклонения в движении, и притом иного рода, чем на свободной поверхности. На ней различия движения определятся влиянием частиц и атомов одного ряда с поверхностными, а при встрече двух тел, изменения на их поверхности будут определяться влиянием как своих, так и чужих атомов и частиц. Эта дедукция объясняет многие уже известные явления, а потому мне кажется достойною некоторого внимания. При ее допущении следует признать, что в обоих прикасающихся телах, на точках или поверхностях касания, движения как частичные, так и атомные, должны быть иными, чем в остальной массе

тел. Степень и даже срок пертурбаций или изменений движения будут зависеть от индивидуальностей тел касающихся, т. е. будут носить характер чисто химический, так как сюда должно отнести все совершающееся с атомами, слагающимися в частицы и тела, не только внутри частиц данного рода, но и от влияния иных атомов и частиц. И по самому существу дела, явления, совершающиеся на местах прикосновения различных тел, близки к прямым задачам химии, так как химическое взаимодействие совершается только при касании или проникновении, т. е. в условиях, изменяющих движения, свойственные массам уединенных однородных тел. Если химическое явление совершается в однородной газовой смеси или в растворе двух тел, все же его нельзя считать чуждым того изменения, которое совершается на поверхностях касания, потому что частица, окруженная другими, от нее различными, должна более или менее изменить свое состояние сравнительно с тем, какое имеет она в окру[жении] других ей однородных частиц. А за изменением, наступившим в движении частиц, будут следовать изменения движения и самих атомов, ее образующих, что может дать повод к реакции.

С другой стороны необходимо признать что движения как частичные, так и атомные, изменяются, как и состояния физические, под влиянием условий: температуры, давления и электрического напряжения. А следовательно, наступающие чрез прикосновение постороннего тела изменения внутреннего движения в качественном и количественном отношении могут соответствовать тем изменениям внутреннего движения, которые совершаются от влияния указанных физических условий, например от изменения температуры. Это заставляет сблизить каталитические или контактные явления с диссоционными, хотя не позволяет их смешивать между собою. Следовательно, происходящее чрез нагревание распадение перекиси водорода по существу одинаково с тем, которое происходит в этом веществе от присутствия многих порошковатых тел. Там — в массе, здесь — на поверхностях касания атомное равновесие нарушается, и настает распадение.

Возьмем же два прикасающихся тела A и B. На плоскостях касания наступит изменение движения как в A, так и в B, как в их частицах, так и в их атомах. Это изменение движения может давать в химическом опыте лишь следующий троякий результат:

1) Атомы в частицах A и B изменят свой род движения, но из бывшего равновесия не выходят, химического

изменения не совершается, подобно тому, как его часто не совершается при нагревании, но может произойти видимое физическое явление. Нет надобности останавливаться над ними, стоит разве указать на большее или меньшее, положительное или отрицательное изменение упругости при смешении паров и газов и на их сгущение около поверхностей, например такова гигроскопичность. Класс таких явлений, как сгущение газов пористыми телами, составляет переход к разряду настоящих химических соединений, начинающихся растворами и осмозом (проникновением водорода чрез железо, платину и др.).

2) Атомы частиц A приходят в состояние внутреннего движения, влекущее их к образованию с атомами B новых частиц, т. е. происходит реакция соединения, замещения или разложения. Из $A+B$ получился или AB, или $C+D$, или $M+N+Q$, и т. д. Происходящие тела заключают, конечно, те же материальные атомы, как и действующие, но количество внутреннего движения может быть различным, бо́льшим или меньшим, или остаться тем же, какое было в A и B. Простое растворение, сопровождаясь переменою состояния в жидкое, а также сжатием или расширением, но в то же время и тем взаимным проникновением и распределением, которые характеризуют всякое химическое воздействие, дает явный пример того, что реакция A на B может сопровождаться или поглощением, или выделением теплоты, и что, наблюдая алгебраическую сумму теплотных эффектов разного рода, мы не в ней должны искать решения задач механики химических процессов, хотя об энергии бывшего и остающегося внутреннего движения имеем полное право и часто единственную возможность судить лишь по термохимическим данным. Реакция между A и B, очевидно, происходит только на поверхности касания, а потому ей предшествует перемена внутреннего движения как в A, так и в B, следовательно, строго говоря, каждая реакция происходит не с теми частицами, которые взяты, а уже с изменившими чрез прикосновение свое начальное состояние. Мне кажется, что наши суждения о строении (структуре, конституции) частиц до тех пор останутся лишь схемами искусственного построения, пока так или иначе будут ограничиваться или одним стремлением классифицировать подобие реакций, или, перешагнув сразу чересчур далеко, будут стремиться выразить распределение атомов в пространстве частицы, а не будут принимать во внимание роды движения атомов в частице, или, правильнее, в массе частиц, потому

что ничто не дает нам понятия об изолированной частице, а в массе частиц должно, или, по крайней мере, может происходить обменное движение атомов. Если даны частицы *AB* и *AB*, то *A* из первой может переходить во вторую частицу и обратно. Акт замещения, столь общий для массы химических превращений, хотя и не охватывающий всех химических реакций, как думал Жерар, оттого быть может и свойствен всяким частицам, даже сложнейшим, что в состоянии химической неизменяемости уже существует обмен между однородными атомами однородных частиц в таком же почти виде, как он происходит между разнородными атомами разнородных частиц. Химическое равновесие, судя по всей совокупности современных представлений, есть, следовательно, всегда динамическое, а не статическое, как у планет и их спутников в солнечной системе, одну частицу мира представляющих. Затем по отношению к настоящему химическому воздействию *A* на *B*, мне кажется не излишним заметить здесь, что знаменитые опыты Спринга относительно образования сложных тел из порошковатой смеси твердых веществ получают ясный смысл при том представлении об изменении движения атомов в частицах при сближении разнородных тел, которое составляет исходную точку излагаемых соображений. Как бы тесно не смешали порошок двух тел, друг на друга способных при нагревании реагировать, все же число точек прикосновения разнородных частиц будет очень ограниченно. Если же порошковатая смесь сдавливается, то число точек или поверхность касания возрастает вместе с давлением и сближением. Тогда от взаимного влияния наступает поверхностное изменение обоих тел, и состояние движения атомов может становиться таким же, как при нагревании — отчего и [может] происходить взаимодействие. При этом становится очевидною необходимость признать, что реагированию предшествует видоизменение в образе движения атомов в частице, а тогда необходимость известного повышения температуры для свободного хода реакции выступает сама собою. Прикосновение, возбуждая новое состояние атомов, может понижать или вообще изменять температуру реакции. Общеизвестные опыты в эвдиометре со смесью гремучего газа и различных других газов ясно указывают на это, потому что влияние подмеси различных газов не отвечает одной и той же температуре вспышки. В обычных условиях мы можем наблюдать и будем замечать действие прикосновения только как влияние, понижающее температуру реагирования. Из сказанного также оче-

видно, что давление в некоторых случаях не будет достаточно для вызова реакции, потому что наступающее изменение движения атомов в частицах может иметь иной характер, чем то изменение, которое происходит в движении при нагревании. И опыты Спринга действительно показывают, что сера, соединяющаяся в разной степени быстроты и полноты со всеми почти металлами, при давлении 6500 ат, при этом ни с углем, ни с красным фосфором не реагирует (Berl. Ber., 1883, 1002).

3) Атомы одного из тел *A* приходят в такое состояние движения, что между ними начинается в точках касания новообразование или реакция. Если тело *A* однородно — оно может разлагаться или подвергаться изомерному изменению. Если тело *A* есть смесь двух или нескольких веществ, между ними в точках касания к телу *B* может происходить реакция или распадения, или соединения, или замещения, или тот и другой род реакций, т. е. наступит так называемое химическое равновесие. Опыты Готфейля и, особенно, Лемуаня показали, например (Ann. chim. et phys., 1877, (5) XII), что под влиянием пористых тел иод действует на водород ($H^2 + J^2 = 2HJ$), но и, обратно, иодистый водород разлагается, причем обе реакции достигают одного предела. Водород с кислородом в прикосновении к платине соединяется, как известно со времен Доберейнера, Тенара и др.; недавно Меншуткин и Коновалов показали (ЖРФХО, 1884), что амиловые эфиры распадаются, с образованием амилена и галоидоводорода в присутствии многих веществ при температурах, сравнительно низких, а Коновалов исследовал затем (там же, 1885), какие именно тела действуют на ход этих контактных разложений.

К примерам изомерного превращения, происходящего от прикосновения, относится, вероятно, образование озона в прикосновении с влажным фосфором, открытое Шенбейном. Так как превращение кислорода в озон есть реакция эндотермическая (теплота поглощается), то источником тепла служит здесь окисление фосфора, идущее вместе с озонированием.

Область рассматриваемого, третьего, рода явлений, возникающих чрез прикосновение, носит, как известно, название катализа или контакта, в тесном смысле слова.[1] Эти явления составляли предмет многих исследований прежнего

[1] В широком смысле слова, влияние прикосновения должно быть признано во всей области всяких химических изменений.

времени, а ныне вновь начали интересовать, благодаря тому, что Вант-Гоф указал их участие во многих обычных превращениях. Из того положения, которое в системе нашего изложения заняли эти явления, уже очевидна тесная их связь с обычными химическими реакциями. При этих последних, прикасающиеся тела *A* и *B* оба участвуют во взаимодействии, здесь лишь одно *A*, но нельзя думать, что *B* на своей поверхности касания остается в том виде, в каком находится вне реакции. Весь смысл контактных явлений уяснится, если только представим, что неизменяющееся тело *B* находится в столь прочном подвижном равновесии, что сравнительно малая пертурбация движения его атомов в частице, происходящая на плоскости касания, не нарушает атомного равновесия его частиц, тогда как в изменяющемся теле *A* подвижное равновесие атомов в частице уже само собою, до прикосновения к *B*, было близко к нарушению или неустойчивости, а то сравнительно незначительное изменение движения, которое совершается на плоскостях касания, может уже вводить атомы в положение, потребное для нового равновесия, подобно тому, как нагревание может производить такое же изменение движения. Допуская это, требуется показать, что реагирующее однородное или смешанное тело *A*, изменяющееся при контакте, действительно находится в состоянии, близком к изменению. Но это так в самом деле и есть. Для доказательства достаточно демонстрировать, что реакции, идущие при контакте, относятся или к числу таких, которые идут в обе стороны и сопровождаются, следовательно, лишь малым теплотным эффектом, или же направляются в сторону выделения тепла, но не в противоположную, если реакция принадлежит к числу сопровождающихся большим тепловым результатом.

Распадение иодистого водорода и его образование совершаются при контакте; но равновесие самого иодистого водорода и системы паров иода + водород не принадлежат к числу прочных: реакция замещения: $HJ + HJ = H^2 + J^2$ относится к числу обратимых, идет сама собою при слабом нагревании. Система водорода с парами иода должна, реагируя, поглощать тепло (Томсен), но она его находит при контакте с пористыми телами в тепле, освобождающемся от сжатия газа поверхностью. Обратное же превращение иодистого водорода в иод и водород, как реакция, теплоту освобождающая, даже и в этом отношении не представляет ограничения, а потому она совершается быстро и для нее становится несомненным, что контакт только понижает температуру

реакции и увеличивает быстроту ее хода. Во время Коренвиндера (1851), открывшего реакцию иода с водородом под влиянием губчатой платины, еще нельзя было этого видеть и высказать, потому что самых идей равновесия и диссоциации С. К. Девилль не сделал всеобщими, но Готфейль (в 1857 г.) и Лемуань (1877), обработавшие подробно условия описываемого взаимодействия, ясно и сразу пришли к заключению о том, что контакт с платиною понижает температуру реакции иодистого водорода. Непрочное равновесие отдельно взятых $H^2 + J^2$ или HJ одинаково стремится к прочному равновесию, отвечающему содержанию 18.6% свободного водорода как в присутствии, так и в отсутствии платины. Система неустойчива сама по себе, контакт только переводит ее в более устойчивую, что может делать и нагревание. Но здесь мы имеем реакцию малого теплотного эффекта,[1] диссоционное же и контактное влияния обнаруживаются не только при подобных реакциях, но и при тех, которые сопровождаются большим теплотным положительным эффектом. Система водород + кислород, развивая массу тепла, подверглась одна из первых изучению в контактном отношении. Контакт и здесь понижает температуру реакции. Взаимодействие без него требует температуры, близкой к 500°, а при нем идет или при обыкновенной температуре, когда взята особо чистая губчатая платина, или при температурах гораздо ниже 500°, когда взяты некоторые металлы, уголь и проч. Чувствительность такой, теплоту выделяющей, реакции к контакту столь велика, что мы, вероятно, и во всех определениях начальной температуры реакции наблюдаем в подобных случаях явление, не совершенно чуждое контакту или тому изменению движения, которое совершается в газах гремучей смеси под влиянием стенок. Чтобы яснее выделить контактную роль в рассмат-

---

[1] По Томсену (Thermoch. Untersuch., II, p. 36) твердый иод с водородом выделяет (J, H) = —6030 кал., а газообразный (при 180°) только — 436 кал. При тех температурах (265°, 350° и 440°), при которых работал Лемуань, теплотный эффект, значит, близок к 0. Представляя, что он остается тем же (—436), как при 180°, получим, что реакция $H^2 + J^2 = 2HJ + HJ$, идя нацело в означенную сторону, дает — 872 кал., следовательно в противоположную +872 кал., а потому, исходя из $H^2 + J^2$ и достигая предела, отвечающего 18.6% свободного водорода, получим теплоту = —712, а исходя из 2HJ = +162 [кал.], что на грамм реагирующей массы дает в первом случае — 0.0028, а во втором + 0.0006 больших калорий, а за точность калориметрии в такой мере отвечать нельзя. Притом есть поводы думать, что с повышением температуры реакция паров иода с водородом сама по себе уменьшает величину калорического эффекта, приближаясь к нулю.

риваемой реакции, следует изучить ход разложения воды в присутствии и отсутствии губчатой платины. Можно думать, судя по вышесказанному, что при ее присутствии вода начнет разлагаться ранее, чем в ее отсутствии, хотя больших разностей температуры разложения ждать нельзя. Если же мы обратим внимание на то, что водород + кислород составляют смесь, могущую реагировать экзотермически, то облегчение чрез контакт хода этой реакции окажется именно отвечающим тому общему положению, что контакт понижает температуру реакции. Вероятно то же существует и по отношению к разложениям амиловых и других эфиров, наблюденным Коноваловым при контакте с различными веществами. Наблюдения эти, дающие новый и интересный вклад для понимания роли различных веществ, действующих контактно, показывают ясно, что изменения, происходящие на плоскостях касания, могут понижать температуру реакции не только в акте замещения или соединения, но и в области настоящих разложений, что собственно не было еще вполне ясным до сих пор. Реакция, например, уксусноамилового эфира, состоит в распадении его на уксусную кислоту и амилен и сопровождается, как настоящие разложения, увеличением объема пара, что и выбрано Коноваловым за метод наблюдения. Дело изучения контакта могло бы, по моему мнению, сильно выиграть, если бы сверх реакции разложения затем была изучена обратная реакция соединения, как это сделано уже для иодистого водорода, если бы затем определен был ее предел в присутствии данного вещества, при изменении его массы и если бы, для ответа термохимическому направлению мыслей многих ученых, принят был в расчет термический эффект, который, конечно, играет свою роль в определении направления реакции, хотя очевидно не первенствующую, потому что множество реакций несомненно обратны и, совершаясь в ту и другую сторону, т. е. отделяя и поглощая теплоту, в обоих случаях требуют повышения температуры для своего развития и характеризуются явным пределом или равновесием двух противоположных реакций.

Закончу свою беглую заметку намеком на необходимость найти методу для исследований, которые должны, как мне кажется, содействовать уяснению не только положения контактных реакций в связи с другими родами химических превращений, но и самого механизма химических изменений. Я хочу сказать о том, что современное положение учения о диссоциации требует, чтобы температура начала разложе-

ния тела *AB* совпадала с температурою, необходимою для начала реакции соединения между *A* и *B*, но так как во множестве случаев этого не наблюдается, хотя есть случаи, явно согласные с учением, то спрашивается: не зависят ли отступления от контактного влияния? Так, фосфор даже при обыкновенной температуре окисляется кислородом, а ни фосфорная кислота, ни ее ангидрид, ни соли при этой температуре не разлагаются. Окисление фосфора при этом, конечно, есть явление, совершающееся лишь на поверхности, а потому контактное и, быть может, находящееся в связи с теми изменениями как фосфора, так и кислорода, которые наступают на плоскостях касания. Мне кажется, что решение здесь возможно и должно повлиять на многие химические представления, например, на понятие о растворах и о ходе химических явлений в органических клетках. Одного понятия о соединениях, наступающих в этих условиях, — очевидно, еще недостаточно, и подробная разработка контактных явлений представляется очень желательною для уяснения насущных вопросов химии. Не предполагая заниматься этим интереснейшим предметом, я решил в этой заметке изложить несколько своих мыслей, которым, однако, не желаю придать ни характера заявлений, имеющих приоритетные претензии, ни облика законченности, какой они не имеют у меня самого.

[ЛЕКЦИИ ПО ОБЩЕЙ ХИМИИ]*

* Литографированные «Лекции по общей химии» найдены в библиотеке Высших женских курсов (бывших Бестужевских) в общем переплете с «Лекциями по земледельческой химии» 1880/81 г. Титульного листа лекции не имеют, но на каждом листе имеется подпись «Д. Менделеев». Даты издания также нет. На отдельных листах имеется пометка: Литография С. Н. Степанова, Средняя Мещанская, № 12 [*Прим. ред.*].

ЛЕКЦИЯ I

Химия учит о превращении веществ. В ней, как и во всякой другой науке, первым шагом в изучении является ряд отдельных фактов и наблюдений, служащих материалом, при помощи которого строится все остальное в этой науке. Но изучение отдельных фактов мало понятно при кратком изложении, тем более, что чем больше подвергается наука изучению, тем значение отдельных фактов становится меньше и меньше, а вперед выступают сведения о законах, подчиняющих эти факты. Химия же достигла такой степени развития, что в ней выработались не только общие выводы и правила, дающие возможность предвидеть отдельные частности, понять многое без продолжительного изучения, но и законы, которые управляют всей совокупностью химических сведений. При рассмотрении химических явлений, особенно тех, которые встречаются в ежедневной жизни, становится возможным указать некоторые обобщения, но первоначальные обобщения, как показывает история науки, имеют чисто метафизический характер, не опираются на точные данные, оттого они были весьма шатки; к числу их принадлежит существовавшее в древние времена понятие о стихиях, которые суть не что иное, как известное обобщение представления о химических превращениях. Говорили, что существует несколько стихий, т. е. тел, из которых предполагали все образованным и составленным; к ним причисляли воздух, воду, огонь и землю. Но не только отвлеченность этого представления, а и его совершенная произвольность оказалась при первом знакомстве с частностями; некоторые другие, подобные этому, общие отвлечения приобретали вес только сначала, а потом быстро теряли всякое значение при первом применении к делу. Подобными-то обобщениями руководился целый ряд исследователей, известных под именем алхимиков, которым наука обязана первым

точным собранием химических данных. Поверхностное знакомство с алхимиками часто влечет за собой невыгодное о них мнение, в сущности весьма неосновательное, так как они первые действительно изучали явления, ввели в науку опыт, т. е. такое поставление условий, при которых наблюдение дает ответы на заранее поднятые вопросы. Только благодаря запасу сведений, собранных алхимиками, можно было начать действительные научные изучения химических явлений. Благодаря этому запасу стало возможно найти первые общие законы химии. Сперва всякий такой закон находится, как это всегда бывает в точных науках, предположительно, т. е. обыкновенно делают сначала предположение, которое затем проверяется и или принимается, или отрицается, смотря по результату, полученному из ряд опытов наблюдаемых явлений. Важнейший закон, управляющий всеми химическими превращениями — закон вечности вещества. В сущности, выражение это несколько преувеличено, так как невозможно судить о том, вечно вещество или нет. Словом «вечно» химически хотят выразить только, что никогда, ни при каких условиях, ни при каком опыте количество вещества не прибывало, не убывало, а оставалось неизменно; что ничто не творится и не пропадает в природе. А о количестве вещества судят по весу. Без этого закона, открытого Лавуазье, французским ученым конца прошлого столетия, немыслимо точное понимание химических явлений. При поверхностном наблюдении окружающих нас явлений, мы можем встретить явления, как бы противоречащие только что высказанному закону. Мы видим, например, как сгорают целые массы дерева и от них остается только малое количество угля и тепла, видим, что из зерна, вес которого весьма незначителен, мало-помалу вырастает большое дерево. В одном случае вещество, повидимому, пропадает, в другом творится. Но противоречие, замечаемое нами в обоих этих случаях, только кажущееся и зависит от того, что упускается из виду образование или поглощение газов, невидимых для глаза. Твердые и жидкие тела, имея ограниченность, индивидуальность, ясно нами замечаются, тогда как газообразные, не имеющие никакой ограниченности, определенности, рассеиваются в воздухе тотчас же из закрытого пространства, отчего и упускаются из виду. Так, при горении дерева с ним происходит химическое превращение в газообразные продукты, уходящие в виде дыма. Материя дерева не пропадает, — она вследствие химического процесса превращается в газообразную. Точно так же при росте дерева

зерно не само из себя увеличивается в массе, — оно растет только потому, что поглощает газы воздуха, а своими корнями из земли всасывает воду вместе с веществами, в ней растворенными. Из этих поглощенных газов и жидкостей образуются сложными химическими процессами соки растения и твердые тела, придающие ему форму. Приступая к изучению химии, постараемся, при помощи некоторых частных примеров, вполне освоиться с этой простой истиной, которая выражается этим законом. Возьмем несколько примеров: так, углемедная соль, вещество зеленого цвета, входящее в состав малахита, способна при накаливании выделять газ, т. е. изменяться химически. При этом изменяется также цвет вещества, нагретая часть которого из зеленого обращается в черную, тогда как не нагретая не изменяется в цвете; вместе с этим изменением в цвете замечается выделение газа. Каждая частица газовой материи, как видно в производимом опыте, движется постоянно и движется поступательно; частицы эти сталкиваются и, отброшенные назад, опять с тою же силою, обращаются в поступательное движение, так как газ, при накаливании вещества в неограниченном пространстве, рассеивался бы и, вследствие малой его заметности, трудно было бы уловить его появление. Но в прошлом столетии были открыты и даны способы уловлять, собирать и наблюдать газ; для этого надо иметь закрытый со всех сторон сосуд, — тогда частицы газа в своем поступательном движении, встречая преграду, будут оказывать на нее определенное, во все стороны одинаковое, давление; это-то влияние ударов газа на твердую оболочку и называется давлением газа на стенки сосуда. Все тела в воздухе подвергаются атмосферному давлению; когда же вещество помещено в закрытый сосуд, то при нагревании его газ выделяется и остается в сосуде. В открытом же сосуде трудно наблюдать газ, вследствие быстрого его рассеивания в воздухе.

Для изучения газов придумали приборы следующего устройства: берут стеклянный сосуд, называемый ретортой, наполняют его углемедной солью и нагревают, а для собирания газа соединяют длинное горлышко реторты с трубкой, называемой газоотводной; при погружении конца ее в водяную ванну увидим, что выделяющийся из реторты газ проходит чрез воду в виде пузырьков. Чтобы собрать эти пузырьки, поступают следующим образом: берут сосуд, обыкновенно цилиндр, наполненный до верху водой, и, закрыв отверстие, опрокидывают его в воду, после чего открывают

отверстие цилиндра и ставят его над концом газоотводной трубки; пузырьки, из нее выходящие, будут попадать в цилиндр. При нагревании сначала расширяется воздух, находящийся в реторте, выходя в виде пузырьков чрез газоотводную трубку; воздуха этого не собирают. Этим способом можно не только собрать выделяющийся газ, но и определить его количество и узнать его качество; в противном же случае можно бы было подумать, что часть материи здесь пропадает, что вещество способно исчезать при нагревании, тогда как в сущности оно не исчезло, а только часть его превратилась в газ; опыт этот вполне подтверждает закон вечности материи. Что полученный газ не есть обыкновенный воздух, легко убедиться следующим простым опытом: при опускании в цилиндр, наполненный этим газом, зажженной свечи, — она гаснет, тогда как в цилиндре, наполненном воздухом, — продолжает гореть попрежнему; следовательно, природа его весьма различна от природы воздуха. Газ этот называется углекислым газом, вещество же черного цвета, образующееся при нагревании углемедной соли — окисью меди. Итак, при этом опыте происходит следующий химический процесс: твердая углемедная соль обращается в углекислый газ и в твердую же окись меди. Если произвести опыт с точностью, т. е. взвесить взятое и полученное вещество, то найдем, что вес углемедной соли равен весу окиси меди и углекислого газа. Это взвешивание доказало бы нам, что и в этом случае, как и всегда, вещество не пропало, а только изменило форму, что и служит примером химического превращения. Углекислый газ этот, связанный с окисью меди, дает твердую углемедную соль или, как говорят, представляет в химическом соединении твердое тело. Углекислый газ значительно распространен в природе. Мы встречаем его и в воздухе, и в растениях, которые на счет его увеличиваются в росте; иные вещества в них находящиеся, образуются из этого же газа, наконец, все животные выдыхают его. Часто встречаются явления, совершенно обратные вышеизложенному, т. е. вещества из газообразных превращаются в жидкие и твердые. Для доказательства перехода газа в материю жидкую или твердую собираем этот газ при помощи такого же прибора, как и в предыдущем опыте, только не над водой, а над ртутью, так что и вместо водяной ванны берем ртутную; под тот же колокол впускаем при помощи стеклянной трубочки с загнутым концом некоторое количество водного раствора щелочи, способной поглощать углекислый газ.

Постепенное поднятие ртути в колоколе делает заметным это поглощение вследствие того, что щелочь, поглощая газ, как бы проникается им и тем самым влечет поднятие ртути в образующуюся пустоту. Значит газ, повидимому исчезающий, только соединяется химически со щелочью, переходя таким образом в раствор и образуя с ней новое соединение.

Другим примером явления, в котором принимают участие газы, может служить горение, наблюдаемое при свободном доступе воздуха, хотя только косвенным образом, но тем не менее совершенно точно. При этом замечается, что воздух, уже несколько раз послуживший для горения или для дыхания, процессов совершенно аналогичных, не может более поддерживать ни того ни другого. Вот это и другие подобные явления долгое время служили предметом многочисленных исследований и весьма разнообразных гипотез, из которых одна господствовала еще в то время, когда Лавуазье установил свой закон. Гипотезой этой, известной под названием гипотезы флогистона, положено было начало точным знаниям в химии; сущность ее состоит в существовании чего-то невесомого, что нельзя назвать материей и что называлось тогда невесомой материей. Утверждали, что невесомый этот флогистон, присоединяясь и выделяясь, производит ряд химических действий; так, предполагали, что уголь и многие другие горючие вещества богаты им, что ржавление железа и горение состоят в выделении флогистона и что если ржавчину эту накаливать с углем, то, вследствие выделения из него большого количества флогистона, опять получается из нее чистое железо. Такова была гипотеза, лет 50 господствовавшая в химии; но в конце прошлого столетия Лавуазье ввел в науку не гипотетические представления о причинах изменения вещества, а старался уяснить все наблюдаемые явления материальным изменением в веществе. До закона Лавуазье сведения о газах были весьма немногочисленны, так что неизвестно было участие, принимаемое ими в целом ряде химических процессов; это-то и обусловливало возможность существования понятия о флогистоне. По открытии же свойств газов и законов о них, достаточно было проследить материальные изменения, совершающиеся с веществом, для уяснения всех вышеизложенных явлений. Одна из важнейших заслуг Лавуазье, так же как и предшественника его Блека, состоит в том, что он старался изучить все явления при помощи весов и выработал метод, по которому можно определять количество веществ. Действительно, если бы флогистон,

согласно с гипотезой, выделялся при горении, или ржавлении, то вес тела уменьшался бы, тогда как непосредственный опыт показывает, что как в том, так и в другом случае, он, напротив того, увеличивается. Весьма ясно подтверждается это следующим опытом: над чашкой весов прикреплен подковообразный магнит, на концах которого висят железные опилки; уравновешивают чашки весов, после чего зажигают опилки. Ржавчина, образующаяся при горении, которое есть не что иное, как быстрое ржавление, падает на чашку весов и перетягивает ее, — следовательно, железные опилки увеличились в весе. Это изменение веса достаточно объясняется тем, что железо поглотило в этом случае некоторую составную часть воздуха, соединившись с которой и образовало новое вещество — железную окалину; в состав ее входит, следовательно, кроме железа и одна из составных частей воздуха. Значит, в этом случае химический процесс совершился на счет присоединения газообразного вещества к твердому. Убедиться в этом можно, совершив тот же опыт в закрытом пространстве, причем можно будет произвести взвешивание получившегося железа и анализ оставшегося воздуха. Таким образом видно, что как газы, входящие в состав воздуха, так и другие могут и соединяться с твердыми телами и выделяться из них; ясно, что при этом с ними совершается некоторое химическое изменение. Так, при разложении углемедной соли часть разложившегося твердого тела получилась в виде газа; во втором же случае углекислый газ поглотился щелочью и перешел в жидкое состояние; таким образом здесь ясно виден переход тел из одного состояния в другое путем химического процесса. Но даже и путем чисто физическим газ может переходить из газообразного состояния в жидкое или твердое; некоторые из газов совершают переход этот легче, другие труднее. Так, углекислый газ способен совершать его при сильном сжатии и при весьма низкой температуре, а именно при — 80° Ц. Он изменяет свое состояние подобно водяным парам, которые, как известно, способны сгущаться, переходить в жидкость; сходство это простирается не только на видимые отношения, но и на сущность процесса, при этом происходящего: чтобы превратить в жидкость водяные пары, надо охладить их, причем часть тепла, находившегося в газе, выделяется и сообщается телу, служащему для его охлаждения. Как говорят физики, при этом поглощается некоторое количество тепла, так как в газе его заключалось больше, нежели в жидкости, вследствие

чего, при переходе ее в газ, тепло поглощается; при переходе же газа в жидкость оно выделяется; так и в углекислоте, сгущенной в жидкость, заключается меньше тепла, нежели в газообразной. Но с углекислым газом можно совершить и дальнейшее превращение, а именно, обратить его в тело снегообразное, получающееся, подобно льду, чрез потерю нового количества тепла, заключающегося в теле. Объяснить эти явления можно весьма простым образом, представляя себе только, что поступательные движения, совершающиеся в газах, ограничены в жидкостях, т. е. количество их меньше и направление иное. Явления теплоты можно объяснить с большою ясностью, принимая их как известный вид движения, совершающегося с частичками вещества, тем же объясняется и его прибыль или убыль. Совершенно подобное же явление происходит и при переходе газообразных веществ химическим путем в жидкое или твердое состояние; так, при горении железа часть воздуха, очевидно, переходит к нему, что заметно из прибыли в весе и сопровождается выделением тепла. Таким образом, между химическими и физическими процессами замечается тесная связь; разница заключается только в том, что при собственно физических процессах основные свойства вещества не меняются, а изменяется только внешний его вид, тогда как в химических процессах изменяются не только внешний вид, но и внутренний состав вещества.

ЛЕКЦИЯ II

Прежде чем приступить к некоторым логическим выводам, вытекающим из представления о том, что материя не исчезает и не творится в химических превращениях, должно, для ясности изложения, остановиться несколько над газами, так как при начальном изложении химии придется постоянно упоминать об этих веществах.

Прежде всего должно заметить, что газы можно взвешивать, как и всякое другое вещество, для чего употребляются следующие приемы: взвешивание сначала пустого сосуда, а потом наполненного газом. Опыты такого рода чрезвычайно сложны, вследствие встречающихся затруднений, а именно, газы необыкновенно легки, так что взвешивание приходится производить в большом количестве, на весьма чувствительных весах, притом взвешивать приходится в воздухе, который сам газ. Прибор с газом, взвешенный в атмосферном воздухе, теряет в своем весе столько, сколько весит вытесненный им воздух. Следовательно, чтобы производить точные взвешивания, надо предварительно знать вес воздуха, вытесненного прибором, т. е. надо знать объем прибора и вес одного объема вытесненного им воздуха, и, помножив одно на другое, получим вес воздуха, на который и должно уменьшить вес прибора с газом. Кроме того, самый воздух не имеет постоянного веса, его плотность находится в зависимости от давления и температуры; а так как существуют точные законы, показывающие изменение в весе воздуха с изменением температуры и давления, которые в данном случае и должны быть известны, то опыты такого рода могут быть совершаемы только долгим рядом опытов и счислением данных, получаемых при наблюдении. Между тем, есть возможность весьма легко доказать, что различные газы имеют неодинаковую природу и плотность.

Недостаточные сведения в химии прежних исследователей зависели от того, что они не имели понятия о газах,

почему все газы принимались ими за воздух, о котором давно имели представление, так как всякому известна необходимость воздуха для дыхания; так, считали, что железо, цинк и другие металлы выделяют с серной кислотой обыкновенный воздух, а между тем это газ с иными свойствами. О различной природе веществ твердых и жидких судят не только по внешним их признакам, но и по другим свойствам; один из признаков этих тел, подлежащий точному наблюдению, а потому и строгий, это их плотность. Эти же признаки, и даже в большей мере, принадлежат также телам газообразным. Из твердых тел самое тяжелое — платина, а самое легкое — литий; относительно воды известны тела, которые в два раза легче ее, а самое тяжелое в 20 раз тяжелее, следовательно, самое легчайшее из известных тел только в 40 раз легче самого тяжелого. Газы в этом отношении представляют громадное различие в своих свойствах, так, водород в $14^1/_2$ раз легче воздуха, а известны газы и пары, более чем в 100 раз тяжелее его, так что этот признак дает ясное понятие о разнообразной природе газов. Подобно тому, как вес твердых тел сравнивают с весом воды, вес газообразных веществ сравнивают с весом воздуха, а именно вес данного объема газа или пара сравнивают с весом того же объема воздуха. Простыми опытами можно весьма ясно показать различную плотность газов. Углекислый газ, вливаемый в цилиндр, наполненный воздухом, как более тяжелый, падает на дно и гасит поставленную там свечу. Хотя газы и рассеиваются в пространстве и частицам их свойственно поступательное движение, но процесс рассеивания требует определенного времени; углекислый газ не рассеивается моментально, в особенности в пространстве другого газа. Время, в которое газ рассеивается, зависит от быстроты движения частиц его, которое неодинаково, в свою очередь, и зависит от плотности: чем плотнее газ, тем медленнее он рассеивается; углекислый же газ, как обладающий значительной плотностью, рассеивается медленнее, чем и объясняется вышеописанный опыт. Подобное явление мы видим в Собачьей пещере, близ Неаполя, где из трещин выделяется углекислый газ, который рассеивается чрезвычайно медленно и не может высоко подняться, тогда как воздух, как более легкий газ, поднимается вверх, а потому мелкие животные, попадающие в эту пещеру, задыхаются, дыша углекислым газом, не поддерживающим ни горения, ни дыхания.

Водород, который, как уже было замечено, в $14^1/_2$ раз

легче воздуха, обладает другими свойствами: в воздухе он, как более легкий газ, всплывает до смешения. Этим пользовались для наполнения аэростатов водородом, но в настоящее время заменили его светильным газом, который, хотя и не так легок, а именно только в 2 раза легче воздуха, но удобнее, потому что добывается на особенных заводах. Доказательством необыкновенной легкости водорода могут служить мыльные пузыри, наполненные этим газом и поднимающиеся только оттого, что они легче воздуха; тонкая их оболочка не весит столько, чтобы заставить сумму оболочки и водорода, в ней заключающегося, быть тяжелее равного объема воздуха.

Таким образом, плотность газов служит точным средством для различия их, вследствие чего и приобретает она в химии особенное, весьма важное значение. Но кроме плотности газы разнятся еще между собой и способностью к химическим соединениям; до уяснения же этого различия понятие о газах не было введено в объяснение химических явлений. Примером подобного различия может служить следующий опыт: свеча горит в воздухе и гаснет в углекислом газе, следовательно, они обладают различными химическими свойствами и способны к различным химическим процессам. Для лучшего уяснения различия в свойствах газов возьмем еще третий газ, способ получения которого играл ограниченную роль в истории химии; при помощи этого опыта получилось понятие о газах, входящих в состав воздуха, и о процессах, в нем совершающихся. В точных своих формах опыт этот принадлежит Лавуазье; производится он обыкновенно в таком же приборе, который употребляли мы для обработки углемедной соли. Вещество же, употребляемое при опыте, а именно, красная ртутная окись, получается при ржавлении ртути, не ржавеющей при обыкновенной температуре, а при нагревании до 400° покрывающейся порошком красного цвета, окисью ртути. Из опыта ржавления железа ясно, что такое изменение со ртутью совершается на счет прибыли в весе ее; объяснить эту прибыль непосредственно было бы весьма затруднительно, тем более, что ртуть при этом не летуча, да и вообще этот опыт требует большого количества времени. После поглощения железом составной части воздуха оно не выделяет ее уже ни при какой температуре, тогда как окись ртути при накаливании изменяется и выделяет обратно часть воздуха, поглощенного ртутью при обращении ее в окись. При этом происходит процесс, обратный тому, при котором металл, ржавея,

увеличивается в весе, вследствие присоединения к нему составной части воздуха. Опыт этот имеет еще то значение, что при помощи его в первый раз определена была природа воздуха. В настоящее время весьма просто понять, как должно расположить опыт, чтобы получить точные данные, тогда как в то время, когда участие воздуха в химических процессах было совершенной новостью, постановка вопроса, сделанная Лавуазье, имела громадное значение: она уничтожила представление о флогистоне. Лавуазье произвел весь этот процесс с большой точностью, а именно взвесил количество ртути, взятой для опыта, определив также объем воздуха, что давало возможность узнать и вес его. Ртуть нагревал он до тех пор, пока не переставала образовываться окись, после чего заметно было и прекращение в уменьшении объема воздуха. Часть же воздуха, оставшаяся по окончании процесса, не имела уже тех свойств, которыми обладает обыкновенный воздух: в ней, как и в углекислом газе, невозможно ни дыхание, ни горение, — только газ этот не поглощается щелочью, подобно углекислому. Таким образом очевидно, что в воздухе находятся два газа: один, способный поддерживать дыхание и горение, и другой — недеятельный, не принимающий участия в большинстве химических процессов. Зная, что объем воздуха уменьшился, и определив плотность оставшегося, можно вычислить убыль воздуха. Лавуазье так и сделал, и хотя было ясно, что процесс совершился не на счет флогистона, а на счет некоторой весомой части воздуха, тем не менее заключение это было столь ново, что не убедило бы наблюдателей того времени. Для подтверждения факта надо было окончательно доказать справедливость того, что окись ртути проникается, так сказать, некоторой составной частью воздуха. Для этой цели послужил следующий процесс: полученная окись ртути вновь подвергалась накаливанию, причем и выделила газ, способный поддерживать горение, и чистую ртуть, получившуюся в виде металлического кольца в том месте, где производилось накаливание. Таким образом, в первом случае ртуть и составная часть воздуха соединились и образовали новое тело, тогда как во втором произошел обратный процесс: из полученной окиси ртути выделились поглощенная ею составная часть воздуха и чистый металл, в ней содержавшийся. Выделившаяся составная часть воздуха представляет газ, способный энергически поддерживать горение. Значит, по гипотезе флогистона, горение и ржавление — процессы одинаковые; по учению же Лавуазье оказывается, что

в общих этих процессах существенна одна известная составная часть воздуха, находящаяся в нем в газообразном состоянии, в окалинах — в твердом, а в продуктах горения — в жидком или газообразном. Легко можно доказать, что составная часть воздуха, поглощаемая ртутью, действительно — газ, поддерживающий горение, тем, что тлеющая лучина на воздухе довольно быстро гаснет, тогда как в этом газе воспламеняется и горит весьма ярко. Из всего вышесказанного видно, что все четыре вышеупомянутые газа существенно различаются по своей природе — как по плотности, так и по химическим свойствам. Различие в их химическом характере вообще таково же, как и различие между всеми прочими телами.

Уясненный нами закон о вечности вещества применяется в действительности при каждом почти случае, так что без него немыслимо дальнейшее знакомство с химией. Для приложения этого общего закона к частным явлениям достаточно указать на следствия, непосредственно вытекающие из закона: материя вечна; коли в химических процессах она не творится и не пропадает, значит, между количеством материи, действующей и происходящей во всяком химическом процессе, существует различие; значит, мы можем всякий химический процесс перевести из наблюдаемого явления на точный, математический язык равенства, который пока будет означать нам только равенство весов. Так, пусть окись ртути — тело действующее, а кислород и ртуть — тела происходящие; следовательно, уравнение это будет относиться пока к сумме весов действующих и происходящих тел, т. е.: вес ртути = весу кислорода и ртути, из него получающихся. Кислород, как газ, трудно и неудобно взвешивать, так же как и определять вес малого его количества; зная же закон вечности вещества и выразив процесс уравнением, легко найти неизвестную величину количества газа, подобно тому, как находим неизвестную величину из уравнения с одним неизвестным, т. е., взвесив количество окиси ртути и ртути, найдем разность этих весов, которая покажет вес кислорода, получающегося при разложении окиси. Точно так же, не зная веса углекислого газа, получающегося при разложении углемедной соли, а зная вес первоначально взятого вещества и оставшейся черной окиси меди, разрешим вопрос о количестве газа, не взвешивая его. Значит, закон этот прежде всего облегчает изучение химических явлений, а затем дает возможность выразить точным образом каждый химический процесс.

ЛЕКЦИЯ III

Все вообще явления происходят вследствие взаимнодействия различных тел друг на друга. Результатом химического взаимнодействия тел является изменение их свойств, а так как свойства тел изменяются и при физических процессах, то при исследовании явлений и обращают обыкновенно внимание на то, как велико это изменение. При физических процессах меняется только или форма, или взаимное положение тел, или же они приобретают некоторые новые свойства; вещество же их постоянно остается то же самое, никогда не меняется. Не то замечаем мы при химических процессах: они сопровождаются не только изменением внешней формы тела или некоторых из его свойств, но, главным образом, полнейшим изменением самой природы тела, так как химические явления влекут за собой всегда образование новых тел. Следовательно, мы видим, что коренного различия между явлениями физическими и химическими не существует, внешнее же проявляется только в том, что тела, действуя друг на друга, химически меняют свою природу: новый газ получается из взятых газов, новая жидкость — из взятых жидкостей, новое твердое тело — из взятых твердых тел. При этих переменах физических состояний вследствие химических процессов может или поглощаться, или освобождаться тепло, вследствие чего можно прямо сказать, что всякий химический процесс, в каком бы физическом состоянии он не совершался, всегда сопровождается или поглощением или выделением тепла. Значит, явление это служит признаком подлинного совершения химического процесса, хотя и не резким, так как оно происходит также и от физических причин: от перемены состояния, электричества и тому подобных влияний. Всякий знает, что при горении тела с ним совершается химический процесс, проявляющийся в выделении большого количества тепла. Но и

в тех процессах, в которых не совершается такой резкой перемены в состоянии и природе вещества, как в горении, все-таки замечается поглощение или выделение тепла, подтверждением чего может служить следующее явление. Общеизвестное вещество, известь, имеющая форму тех известковых камней, из которых выжигается, будучи облита водой, химически с ней действует, и такое взаимнодействие веществ сопровождается столь значительным выделением тепла, что приливаемая вода испаряется. Известь, в так называемом негашеном состоянии, имеет вид пористого, но не порошкообразного вещества; соединившись же с водой, она, не меняясь, повидимому, в резких признаках, становится в действительности совершенно другим веществом: после испарения прилитой воды, известь принимает вид порошка и получает название гашеной. Факты, замечаемые при смешивании жидкостей, еще лучше указывают на выделение тепла при химических процессах; так, при смешении купоросного масла или серной кислоты с водой получается температура, при которой вода испаряется. Отделение тепла наблюдается при помощи воздушного термометра, состоящего из шара, наполненного воздухом, и изогнутой трубки, заканчивающейся воронкой и наполненной жидкостью, которая при погружении шара в смесь поднимается вследствие расширения в нем воздуха от возвышения температуры.

Причина поглощения или выделения тепла при химических процессах объясняется тем, что всякое химическое явление неизбежно состоит в перемещении частиц взятых тел; так, для образования из двух твердых тел нового, однородного с ними, тела, частицы их, очевидно, должны переместиться между собой, проникнуть друг друга. Перемещение это, превращаясь в известного рода движение мельчайших частиц, носящее название теплоты, должно, как всякое быстрое движение, сопровождаться поглощением или выделением тепла. Но кроме этого вида движения, без перемены химического состояния вещества частиц, существует еще несколько видов молекулярного или частичного движения; таковы явления света и электричества, возбуждающиеся при химических процессах и состоящие также в движении. Присутствие электричества обнаруживается, как известно, притяжением и отталкиванием, появлением искры, движением магнитной стрелки; всех этих явлений можно достигнуть не только трением, но и при помощи или химических реакций, или нагревания при известном сопоставлении тел. Так, действие гальванических батарей основано на возбуждении

химическими процессами электрических движений, производимых действием металлических тел на жидкости, преимущественно на кислоты. В батарее или паре налита хромовая кислота, и висит кусок цинка на проволоке; когда он поднят, то взаимнодействия между цинком и кислотой не существует, т. е. нет ни химического, ни электрического процесса, вследствие чего магнитная стрелка, соединенная с парой, не изменяет своего положения; при опускании же цинка тотчас происходит отклонение магнитной стрелки, являющееся как результат химического процесса. Взаимнодействие это передается рядом металлических проволок, соединенных с магнитной стрелкой и заставляющих ее переменять положение; следовательно в этом случае движение химическое передается по проволокам и превращается в форму видимого механического движения. Явления этого рода обнаруживаются также при помощи искры; для объяснения этого представим себе два проводника, сообщенные с прибором, доставляющим электричество; на концах проволок происходит напряженное движение, выражающееся тем, что частички, в значительной степени накаленные, отрываются от одного конца проволоки и переносятся на другой, образуя таким образом искру. Для усиления явления искры к обыкновенной батарее присоединяется особый снаряд, спираль Румкорфа.

Всем известно выделение света при химическом процессе, так как искусственный свет чаще всего добывается при горении, но ясно и так, что химические процессы, возбуждающие теплоту, будут возбуждать и световые явления каждый раз, когда теплотное движение дойдет до определенной меры. Между движением, производящим ощущение теплоты, и движением, производящим ощущение света, существует такое большое сходство, что, по всей вероятности, вся разница ощущений зависит только от известного устройства глаза: световые лучи проходят чрез прозрачные средины глаза, тогда как теплотные и химические не проходят чрез них. Итак, результатом химического движения является не только изменение тела, но и все разнообразные явления, называемые явлениями теплоты, света, электричества. Общность всех этих выводов заставляет предполагать справедливость обратного заключения, а именно, что физические виды движения, получающиеся вследствие развития химического движения, должны, в свою очередь, давать в результате химическое перемещение. Значит, если от взаимнодействия тел развивается теплота, свет, электричество, то теплота,

свет, электричество способны, в свою очередь, действовать химически, изменять тем или другим способом природу тела, что и действительно наблюдается при сколько-либо внимательном знакомстве с химическими явлениями.

В природе встречается большое количество тел, приходящих в соприкосновение, но не действующих друг на друга химически при обыкновенных условиях; если же подвергнуть их действию теплоты, света или электричества, то между ними произойдет ряд химических превращений. Подобное действие теплоты видели мы в опытах над углемедной солью и окисью ртути, остающихся без изменения при обыкновенной температуре, но разлагающихся при нагревании, первая — на окись меди и углекислый газ, а вторая — на чистую металлическую ртуть и кислород. Вообще, должно заметить, что едва ли существует другой источник химических процессов, столь деятельный и столь часто применяемый, как нагревание, вследствие чего в химии выработался особый круг явлений, совершающихся только при более или менее значительном нагревании, т. е. производящих путем накаливания известные химические превращения. Способ этот называется огненным путем, и им-то и выплавляют из руд серебро, медь, железо при помощи сильного жара и печей особого устройства.

Действие теплоты особенно резко и иногда совершенно неожиданно проявляется при очень высоких температурах, так что, если бы была возможность поместить большинство имеющихся у нас тел в условия высокой температуры и наблюдать разнообразные явления, совершающиеся при этом, то мы не имели бы вовсе тел, с которыми приходится теперь обращаться. В таких-то условиях находятся, по всякой вероятности, многие небесные тела; так, солнце, наверное, обладает чрезвычайно высокой температурой, о чем можно заключить как по количеству тепла, так и по сильному свету, даваемому им земле. В таком же состоянии находятся и все, видимые нами, но далекие от нас, неподвижные звезды. Весьма вероятно, что и земля была первоначально в таком же точно раскаленном состоянии, но впоследствии постепенно охлаждалась, испуская из себя тепло в пространство в виде лучей, и достигла, таким образом, до известной современной температуры. При первоначальной возвышенной температуре земли форма и химическое состояние тел, на ней находившихся, были совершенно иные. Предположение это подтверждается еще тем, что и в настоящее время на поверхности, а еще более

в глубине земли, находят такие каменистые породы, получать которые можно только огненным путем. Весьма понятно, что они произошли на земле при тех же условиях, при каких получаются стекло и фарфор в плавильной печи.

Явления химического изменения от действия света и электричества составляют, сравнительно с явлениями от действия теплоты, предмет новых наблюдений, а именно они стали известны только с прошлого столетия. При этом действие электричества оказалось весьма применимым к осуществлению многих химических процессов, не получающихся путем нагревания, так что, если действием высокой температуры получается глубокое изменение в природе веществ, то действием электричества, особенно сильного гальванического тока, получается полное химическое изменение. Доказать это всегда легко при помощи слабо заряженной гальванической батареи.* [Для этого берут два стакана, из которых в одном налит раствор соли меди, а в другом — раствор соли цинка, и в оба помещено по соответственной металлической пластинке меди и цинка, которые при помощи проволок соединяются с платиновыми пластинками, погруженными в другие стаканы с изучаемыми растворами. Ввиду того, что цинк при погружении в раствор своей подкисленной соли взаимодействует с ней, в стакане с изучаемым веществом должен пройти электрический ток.] Жидкость не способна к простой передаче электричества, как металлическая проволока, проходя по которой гальванический ток, или электричество, производит не коренное, а только временное изменение тела. В большинстве других тел [не металлов] оно сотрясает частицы, т. е. приводит их в такую форму, при которой они разъединяются, словом, подвергаются химическому движению. Поэтому если в паре вследствие химического движения получается электрическое, то в стаканах оно, обратно, принимает форму химического.

[Пока ток не замкнут, платиновые пластинки остаются в растворах без всякого изменения; по замыкании тока он пройдет по проводникам и сообщится растворам металлов,

---

* Строки 16—24 сверху плохо записаны стенографировавшим лекции. Вероятно в них, как и в строках 1—3 снизу этой же страницы, Д. И. Менделеев вместо слова «платина» применял старое сибирское название платины: «серебрецо». Указанные строки подверглись некоторому изменению, а потому заключены в квадратные скобки. Везде в оригинале вместо платины написано серебро. [*Прим. ред.*].

которые и осядут на платиновые пластинки.] Если же вместо платиновой пластинки взять железную, то того же результата можно достигнуть и без гальванического тока, вследствие того, что железо и медь оказывают друг на друга взаимнодействие и без всякого постороннего влияния. Химический процесс, совершающийся между серебром и медью или серебром и золотом, совершенно аналогичен с процессом, совершающимся между железом и медью. Процессами этими пользуются и в химической практике и в технике.

Таким же способом производится серебрение и золочение; покрытие же медью совершается гораздо быстрее. Мы сказали, что химические процессы могут совершаться также при действии механического удара или света, доказательством последнего может служить существование светокопий или фотографии. Так, при фотографических снимках слой известного химического вещества, покрывающий стекло, изменяется от действия света, отраженного более освещенными частями; изменение получается более полное, чем от действия тех частей, которые, оставаясь темными, не производят ни света, ни химического изменения. Свет газа, лампы или свечи не может производить химических изменений, так как лучи, ощущаемые нашим глазом под именем световых, не возбуждают сами по себе химических превращений; лучи же, их возбуждающие, носят название химических и не видимы нашим глазом. По количеству световых лучей, даваемых источником света, нельзя еще судить о количестве находящихся в нем химических лучей; так, некоторые из них дают неяркий свет, а между тем заключают значительное количество лучей, действующих химически. Солнечный свет заключает в себе весьма много химических лучей, вследствие чего фотографические снимки и производятся при известном напряжении солнечного света. За отсутствием солнечного света химические процессы также возбуждаются действием горящего металла магния, в ярком свете которого заключается кислород и большое количество световых и химических лучей. При его помощи производят в настоящее время фотографические снимки с местностей, не освещаемых солнцем, например, в гещерах. Доказательством химического изменения при помощи световых и химических лучей горящего магния служит следующий опыт. Берут бумагу, пропитанную урановой солью, смешанной с серебряной, и подвергают ее действию света магния, причем с ней происходит химическое изменение, незаметное в первую минуту; по погружении же бумаги

в раствор железного купороса, смешанного с другим веществом, становится ясным, что часть, подвергнувшаяся действию света, химически изменилась, так как она делается совершенно черной.

Нам остается еще рассмотреть переход механических движений в химические. Примером химического процесса, возбуждаемого простым механическим ударом, могут служить ружейные капсули: механический удар курка о пистон производит воспламенение массы, положенной в ружейную капсулю, причем механическое движение возбуждает химическое воспламенение, следовательно, изменение в природе вещества. Подобные опыты можно производить со всевозможными веществами, подвергающимися химическому изменению от действия удара. Так, смесь серы с бертолетовой солью, входящей в состав большинства взрывчатых веществ, дает при ударе слабый взрыв, заключающийся, между прочим, в сгорании серы на счет бертолетовой соли, зависящий также от внезапного образования слишком большого количества газообразных продуктов.

Все рассмотренные нами опыты ясно показывают, что химические движения связаны с физическими и механическими, которые, в свою очередь, могут быть получены при помощи химических процессов.

ЛЕКЦИЯ IV

Все вышеизложенные явления, как и все вообще явления, наблюдаемые естествознанием, подводятся под один общий закон — закон постоянства сил и движений. Закон этот формулируется следующим образом: в какой бы форме ни выражалось движение, будет ли оно электрическое, механическое, световое или теплотное, оно не пропадает ни в каком случае, хотя, повидимому, и прекращается. Он совершенно аналогичен с законом вечности материи: как там вес вещества не изменяется при переходе его из одного состояния в другое, так и здесь количество движения остается то же, а изменяется одна лишь форма.

Так как известно, что трение и химический процесс — только особые формы движения и что образующаяся при этом теплота не развивается из ничего, то понятно, что явление теплоты при этих процессах — не что иное, как особые явления превращения движения из одной формы в другую. Пример такого явления видим мы в паровой машине, когда поршень, двигаясь сверху вниз, приводит в движение колеса и переводит прямолинейное движение в круговое. Совершенно подобным же образом совершается переход движения механического, т. е. движения, совершающегося на заметном для глаза расстоянии, в движение химическое, принадлежащее, подобно движениям теплотным, световым, электрическим и другим, к разряду частичных, или молекулярных движений. Молекулярными же называются явления, происходящие от взаимнодействия тел только при непосредственном их друг к другу прикосновении.

Из сопоставления изложенных нами законов, управляющих как химическими, так и физическими явлениями, видим, что оба они приводят к равенству, к постоянству; один говорит: материя постоянна, не исчезает, следовательно, она вечна; другой же учит, что движения, совершающиеся

с постоянной материей, также постоянны. Значит, ни при каких условиях нельзя образовать материи или движения, можно только обращать одну форму материи в другую, один вид движения — в другой. Но несмотря на кажущуюся безграничность этой возможности полного превращения одних явлений в другие, в природе все-таки существуют для нее некоторые определенные границы. Так, хотя механическое движение и может быть вполне обращено в теплотное, тем не менее теплотное нельзя вполне обратить в механическое, пример чего мы видим в паровой машине: никакими усилиями нельзя все тепло, развивающееся в паровом котле, перевести в механическое движение; часть его все-таки идет на расширение пара, не говоря уже о частях его, выражающихся в передвижении частиц. Так как подобным же ограничениям подвержено совершение химических явлений и под влиянием физических деятелей, то, следовательно, мы видим, что существуют такие формы веществ, которые не подвергаются химическим изменениям ни при каких условиях, так что все тепло, передаваемое подобным телам, идет или на изменение физического состояния, или же на приведение их частиц в известный вид теплоты. Эти-то тела и носят в химии название простых тел. Но по причине ограничений, о которых мы уже говорили и которые зависят от недостаточности наших научных средств, вследствие чего мы можем производить все опыты только до известного предела, является возможность предположить, что мы только не достигли тех условий, при которых возможно и химическое соединение этих тел. Вот потому-то и существует некоторая ограниченность, условность в понятии о простом теле, и до тех пор, пока будем судить о нем с этой точки зрения, представление о нем всегда будет относительно. Во все времена химия неуклонно стремилась отыскать вещества или элементы, входящие в состав всех тел. Прежде подобными элементами признавали воздух, огонь, воду и землю. В настоящее же время все тела признаются состоящими из простых тел, т. е. число элементов, служащих для образования всей материи, сводится к числу известных нам простых тел. Но, если простое тело и не может изменяться химически при всех придаваемых ему формах движения, зато, с другой стороны, оно может образовать с другими простыми телами новое вещество, — сложное тело, способное уже к разнообразным химическим превращениям, между прочим, к разложению вновь на простые тела, вошедшие в состав его. Примером подобного разложения

на составные свои части могут служить уже известные нам окись ртути и углемедная соль в момент нагревания. Разница только в том, что окись ртути распадается при нагревании, как мы уже видели, на металлическую ртуть и кислород, принадлежащие к числу простых тел, так как по сих пор не известна такая пара тел, из которых можно было бы образовать одно из этих тел, или же разложить которое-либо из них приложением каких бы то ни было движений. Углемедная же соль разлагается при накаливании на окись меди и углекислый газ, оба — тела сложные, составленные, в свою очередь, первое — из меди и кислорода, а второе — из углерода и кислорода.

Число известных нам в настоящее время простых тел — 63, хотя, конечно, оно не ограничено, так как новые исследования могут открыть несколько таких тел еще. Но, впрочем, некоторым ручательством тому, что понятие наше о простых телах имеет в себе, кроме случайных и ограниченных представлений, нечто действительно лежащее в существе тела, может служить следующее: большая часть простых тел имеет металлический вид и блеск и носит название металлов. Невозможно же предположить, чтоб простой случай помешал нам разложить все эти тела, имеющие столь много общего как во внешнем виде, так и в своих свойствах; тем более, что не известно ни одного сложного тела, которое обладало бы видом и свойствами металлов. Простые тела, не имеющие металлического вида, носят название металлоидов, т. е. тел, столь же простых, как и металлы. Металлоиды встречаются в природе в различном состоянии, некоторые из них газообразны, как кислород водород, азот, и входящие в состав воздуха в смеси с кислородом; другие жидки, как бром, и, наконец, третьи — тверды, каковы — иод, весьма похожий на металл, сера, фосфор и многие другие. Впрочем, должно заметить, что нельзя провести резкой границы между металлами и металлоидами, так как металлический вид или металлические свойства вещества выражаются известным блеском, способностью хорошо проводить электричество, теплоту и тому подобными признаками, очевидно, не заключающими в себе ничего абсолютного: один металл обладает бо́льшим блеском, нежели другой, так что, последовательно переходя чрез тела, имеющие все более слабый блеск, можно дойти до тел, вовсе его не имеющих; затем, некоторые тела совершенно прозрачны, как сера в кристаллическом виде, другие же просвечивают только в тонких слоях, например золото.

Большинство металлов тверды при обыкновенной температуре, но плавятся при нагревании, одни — легче, а другие — труднее; так, олово плавится весьма легко, тогда как золото, серебро и платина плавятся при температуре, образуемой горящими телами при обыкновенных условиях. Кроме того, встречаем металлы, жидкие даже при обыкновенной температуре, какова ртуть, и, наконец, металлы, обращаемые в пары при нагревании, как мышьяк, ртуть. Хотя, вообще, и не существует точных доказательств невозможности разложить простые тела, но тем не менее существуют, как мы выше заметили, факты, убеждающие в том, что простые тела действительно обладают весьма большим постоянством, хотя и не безграничным. Подтверждением этому служит еще то, что и вне земли, где условия нахождения тел весьма различны от наших, существуют те же самые формы простых тел, как и на земле. Так, в метеорных камнях, телах, подобных земле, только мелких и образующихся при других условиях, часто встречается железо, металл, находимый и на земле только не в том чистом, металлическом виде, как в метеорах, что также служит подтверждением того, что оно образовалось в других условиях, вне земных. Также доказано, что и на солнце существуют, по крайней мере, многие из простых тел, встречающихся на земле. Производимые с этой целью исследования показали присутствие простых тел на солнце при такой высокой температуре, которую невозможно получить на земле, что служит некоторым подтверждением постоянства этих тел, невозможности изменить их ни физическими, ни химическими деятелями.

Следствия, вытекающие из этого понятия о простом теле, весьма многочисленны и в комбинации с двумя вышеназванными законами — законом вечности материи и законом постоянства сил — применяются к дальнейшему изучению всех химических явлений. Прежде всего очевидно, что при существовании некоторого количества простых тел все остальные — тела сложные и при последовательном изменении их можно дойти до получения всех простых тел, вошедших в состав сложных. Вследствие закона вечности вещества вес каждого сложного тела должен быть равен сумме весов всех простых тел, его составляющих или могущих из него получиться, т. е., взяв в первом отношении известные простые тела и соединив их между собой, получаем во втором отношении сложное тело определенного веса, разлагая которое можем получить те же простые тела и в том же количестве. Следовательно, всякий химический

процесс можно выразить равенством, одну часть которого составит вес тел действующих, а другую — происходящих; но так как в состав действующих и происходящих тел входят одни и те же простые тела, то уравнение справедливо не только для всей совокупности действующих и происходящих тел, но и для каждого из этих простых тел, т. е. всякое простое тело, взятое в каком-либо количестве в действующих телах, будет находиться в том же количестве и в происходящих. Очевидно, что применение этого закона облегчает изучение химических явлений и дает возможность узнать не только вес, но нередко даже существование материи, непосредственно не наблюдаемой; так недостаток в весе происходящих тел против действующих указывает на образование какой-либо газообразной материи. Отношение это между действующими и происходящими телами выражается, обыкновенно, языком, имеющим общечеловеческое значение и носящим название химических формул, причем пользуются понятием о простых телах и законами вечности материи и постоянства силы.

ЛЕКЦИЯ V

Из закона постоянства веса следует, что если простые тела не изменяются химически, то они будут входить в состав вещества, вес которого будет равен сумме весов простых тел, послуживших к образованию полученного сложного тела. Но, если мы утверждаем, что такое-то простое тело входит в состав данного сложного тела, — если мы говорим, например, что в красной ртутной окиси заключаются ртуть и кислород, то мы этим не хотим сказать, что кислород, как газообразное вещество, или ртуть, как металл, заключаются в нашем сложном теле, а только хотим выразить те превращения, к которым способна красная окись ртути, т. е. хотим сказать, что из красной ртутной окиси можно получать ртуть и кислород и что она может отдавать его различным другим телам. Следовательно, состав сложного тела есть выражение тех превращений, к которым оно способно. В этом отношении полезно сделать ясное различие между понятием о простом теле, как об отдельном однородном веществе, и о нем же, как о вещественной, но незаметной части сложного тела. Итак, разлагая красную ртутную окись, получим два простых тела: ртуть и кислород. Оттого и говорят, что она из них состоит, но, как мы выше заметили, не ртуть, как металл, и не кислород, в своем газообразном виде, содержатся в красной окиси ртути, — в ней содержится только вещество этих простых тел, как в водяном паре содержится только вещество льда, но не самый лед. В этом-то смысле и должно различать понятия о простом теле и об элементе. Простым, как мы уже знаем, называется вещество, которое, в отдельности взятое, никакими до сих пор произведенными способами не может быть изменено химически и составлено из преобразования каких-либо других тел. Элемент же есть отвлеченное понятие, материя, содержащаяся в простом теле и могущая без изменения

в весе переходить во все тела, получающиеся из этого тела. Понятия эти весьма ясно выражаются, основываясь на законе постоянства материи, химическими формулами, составляющимися при помощи значков 63 простых тел, изображаемых начальной буквой латинских названий этих тел или элементов, их составляющих.

Следовательно, формулой данного тела называется сопоставление значков тел элементов или простых тел, которые в него входят. Под значком подразумевается не только качество материи, но и известный вес элемента; последнее понятие принимаем пока совершенно условно и только впоследствии выведем, вследствие чего выбирается вес, известный для применения его при составлении химических формул.

Следовательно, в прилагаемой таблице против каждого значка тела будет означен и известный вес его, подразумеваемый под этим значком.

Серебро, Argentum	Ag	108
Алюминий, Aluminium	Al	13.5
Мышьяк, Arsenicum	As	75
Золото, Aurum	Au	197
Бор, [Bor]	B	10.9
Барий, [Baryum]	Ba	137
Бериллий, [Berillium]	Be	4.7
Висмут, Fismuthum	Bi	220
Бром, [Bromum]	Br	80
Углерод, Carboneum	C	12
Кальций, Calcium	Ca	20
Церий, Cerium	Ce	46
Кадмий, Cadmium	Cd	56
Хлор, Chlor	Cl	35.5
Кобальт, Cobaltum	Co	58.8
Хром, Chromium	Cr	52.8
Цезий, Caesium	Cs	133
Медь, Cuprum	Cu	63.4
Дидим, [Didymum]	Di	47.5
Ербий, [Erbium]	Er	47.5
Фтор, [Fluor]	F	19
Железо, Ferrum	Fe	56
Водород, Hydrogenium	H	1
Ртуть, Hydrargyrum, Mercurium	Hg	200
Иод, [Jodum]	J	127
Индий, [Indium]	In	37
Иридий, [Irydium]	Ir	99
Калий, или потасий, [Kalium]	K	39
Лантан, [Lantanum]	La	46.4
Литий, [Lithium]	Li	7.5
Магний, [Magnesium]	Mg	24
Марганец, [Manganum]	Mn	55
Молибден, [Molybdaenium]	Mo	48

Азот, Nitrogenium	N	14
Натрий, или содий, [Natrium]	Na	23
Ниобий, [Nyobium]	Nb	97.8
Никкель, [Nikkolum]	Ni	58.8
Кислород, Oxygenium	O	16
Осмий, [Osmium]	Os	99.6
Фосфор, Phosphorus	Ph	31
Свинец, Plumbum	Pb	207
Палладий, [Palladium]	Pd	53.3
Платина, [Platinum]	Pt	187.4
Рубидий, [Rubydium]	Rb	85.4
Родий, [Rhodium]	Rh	52.2
Рутений, [Ruthenium]	Ru	52.2
Сера, Sulphur	S	32
Сурьма, антимоний, Stibium	Sb	127.3
Селен, [Selen]	Se	79.4
Кремний, силиций, Silicium	Si	28
Олово, Stannum	Sn	118
Стронций, [Strontium]	Sr	87.6
Тантал, [Tantal]	Ta	103.3
Теллур, [Tellurum]	Te	128
Титан [Titanum]	Ti	50
Торий, [Thorium]	Th	59.6
Таллий, [Thallium]	Tl	204
Уран, [Uranium]	Ur	60
Ванадий, [Vanadium]	Va	68.6
Вольфрам, волчец, тунгстен, [Wolfram]	Wo	92
Иттрий, [Yttrium]	Y	92
Цинк, или шпиаутер, [Zincum]	Zn	65.2
Цирконий, [Zirconium]	Zr	89.6

Так формула красной окиси ртути, состоящей из ртути и кислорода, составится из значков их и изобразится следующим образом: HgO, а так как пишем эту формулу без всяких придаточных цифр, то это и будет означать, что в ней находится 200 весовых частей ртути и 16 весовых же частей кислорода. Таким образом является возможность выражать весьма кратко всякий химический процесс; кроме того, так как вес реагирующих тел всегда равен весу происходящих, то мы можем изобразить этот процесс в виде уравнения, в первой части которого получаем совокупление всех реагирующих тел, а во второй — всех происходящих; обе части соединены знаком равенства, под которым подразумеваем только равенство весов. Объясним это на углемедной соли $CuCO^3$, которая на 64.4 весовых частей меди Cu содержит 12 весовых же частей углерода, C, и 48 — кислорода, O. При нагревании получаем из нее окись меди, CuO, и углекислый газ, CO^2. Первая составлена из меди и кислорода таким образом, что на 64.4 весовых частей Cu приходится 16 весовых частей O. Углекислый же газ состоит из 12 ве-

совых частей C и 32 частей O; химический процесс этот выражается следующим уравнением:

$$CuCO^3 = CuO + CO^2.$$

Выражение это означает не только распадение первоначально взятого вещества на два, но и неизменяемость в сумме весов как взятого тела, так и полученных. Подтвердить это можно, сложив в первой части равенства весовые части действующих тел, а во второй — весовые части полученных; в обоих случаях получим одно и то же число — 123.4. Подобные равенства выражают также, что простые тела или элементы друг в друга не превращаются, а кроме того они обозначают относительное содержание каждого элемента как в действующих, так и в происходящих телах. Наконец, при помощи этих же выражений могут быть с точностью определены многие свойства тел, например плотность их в парообразном состоянии.

От рассмотрения и уяснения отдельных законов, управляющих химическими явлениями, перейдем теперь к описанию важнейших простых и сложных тел, причем будем иметь случай останавливаться и над общими законами, относящимися не только к рассматриваемым телам, но и ко всем химическим соединениям.

Первое из тел, которое мы будем рассматривать — вода, вещество весьма распространенное в природе во всех трех состояниях. В парообразном виде находится она постоянно в атмосфере, извергается из вулканов, из трещин и отверстий земли и, наконец, испаряется животными. В жидком виде встречается она в виде рек, морей и так далее, а в твердом образует полярные и временные льды. Но во всех этих формах вода никогда не встречается в природе без примесей, как говорится, химически чистой. Даже вода, считаемая в общежитии чистой, годной к употреблению, не абсолютно чиста. Чтобы узнать содержание соли в морской воде или вообще примесей в какой бы то ни было воде, пользуются свойством воды улетучиваться при медленном испарении, которым не обладают твердые примеси, получающиеся при этом в остатке. Остаток пресной воды количественно будет несравненно менее остатка морской воды, но качество его во многих отношениях напоминает этот остаток. Содержание в текучей воде примесей, или так называемых солей, объясняется образованием этой воды чрез собрание дождевой воды, просачивающейся чрез землю. При этом просачи-

вании она растворяет некоторые землистые части, соединяется с ними химически, течет далее и дает начало источникам, рекам и так далее. Одно из наиболее растворимых и легче переходящих в воду веществ — известковое начало, составляющее нередко огромные массы земной коры. Этой-то растворимостью известкового вещества и объясняется значительное его нахождение в воде, так как, если путь течения воды далек, то встречается много точек соприкосновения ее с известковыми началами, и в ней накопляется большое количество растворенной извести. Вот цифры, показывающие содержание твердых веществ в пресной воде некоторых рек и озер:

1 млн весовых частей воды	Содержит твердых веществ
Ладожского озера	47 частей
Невской	55 »
Екатерининского канала	66 »
Донской	124 »
Днепра	127 »
Дуная и Рейна	180 »
Темзы	около 200 »
Иордана	1000 »
Нила	1500 »

Большое количество твердых веществ в воде Нила составляет, между прочим, причину плодотворности его наводнений.

Морская вода содержит нелетучих составных частей больше, чем все виды пресных вод. Объясняется это тем, что притекающие в море воды оставляют свои составные части в морской воде, тогда как с поверхности ее удаляется большое количество воды чрез испарение. Чтобы показать различие в этом отношении, приводим следующие цифры.

1 млн весовых частей воды	Содержит твердых веществ
Каспийского моря	63007 частей
Морей Балтийского и Черного	17700
Мертвого моря	22300 »
Средиземного моря	37000 »
Океана	35000 »

Для практического применения не годится вода, не только содержащая на 1 000 000 весовых частей 1000 частей твердых веществ, но даже вода, в которой на миллион приходится 600 таких весовых частей; всего пригоднее вода, содержащая не более 100 или 200 частей солеобразных веществ. Вещества эти, вследствие неодинаковости почвы,

различаются не только количеством, но и качеством, что и служит причиной качественного различия вод. Вода, содержащая много минеральных составных частей, и, премущественно, много извести, называется жесткой и не годна к употреблению, так как не мылит, не разваривает овощей, изменяет красильные вещества и т. д. Чтобы узнать жесткость воды, употребляют мыльную воду, предварительно составив спиртовый раствор мыла и установив по пробе отношение между содержанием извести в воде и количеством мыльной воды, производящим при взбалтывании пену. Мыльная вода эта при взбалтывании с чистой водой дает пену, при взбалтывании же с известковой — муть, вследствие образования мыльными началами с известковым нерастворимым веществом известкового мыла. При прибавлении же мыла в избытке получается чистая вода, способная мылиться. Чтобы определить относительное содержание извести, лучше всего сделать одну из таких проб искусственно. Возьмем для этого определенное количество воды и положим, что для получения пены нам надо прибавить 5 золотников мыла; если же исследуем неизвестную воду и видим, что на то же количество этой воды требуется для получения пены 10 золотников мыла, значит, количество извести в исследуемой воде вдвое больше, чем в искусственно составленной. Употребление жесткой воды весьма вредно для здоровья, что видно из многих фактов в Англии, показавших, что с заменой жесткой воды — мягкой смертность уменьшается, особенно от некоторых грудных болезней.

ЛЕКЦИЯ VI

Кроме твердых, нелетучих веществ, вода, находясь в соприкосновении с воздухом и поглощая часть его, содержит еще и воздухообразные начала. Подтверждается это следующим опытом: воду в сосуде, наполненном ею доверху и оканчивающемся запаянной трубкой, в бок которой вделана изогнутая трубка, опущенная в стакан, подвергают нагреванию, вследствие чего воздух, содержащийся в воде, поднимается в виде пузырьков и вытесняет воду, которая идет по боковой трубке и собирается в стакане. Но весовой процент содержания воздуха в воде весьма мал, так как в миллионе весовых частей самой холодной и долгое время прикасавшейся с воздухом воды содержится только 60 частей воздуха; следовательно, так как воздух в 700 почти раз легче воды, то на 100 ее объемов приходится 5 объемов воздухообразных начал. Содержание их в воде имеет большое значение в природе как в том отношении, что вода, не содержащая воздуха, мало изменяет твердые породы земли, чрез которые проникает, так и в том, что воздух этот способствует дыханию водяных животных. Кроме того, газообразные вещества имеют еще значение при питании и употреблении для питья, что видно из целебного свойства некоторых минеральных вод, отличающихся от обыкновенной значительным содержанием газов. Искусственно приготовляют эти воды, сжимая газ и заставляя поглощаться водой. Итак, мы видим, что вкус воды зависит также весьма много от газов, в ней содержащихся; например, отварная вода имеет особый характерный вкус недостатка свежести, хоть бы она была очень холодна, что происходит в ней от отсутствия газообразных веществ, содержавшихся в свежей воде и удаленных вследствие кипячения. Доказательством же значения содержания в воде воздуха может служить Гренельский артезианский колодезь в Париже, дававший,

в первое время своего открытия, воду, от которой страдали и люди, и животные. Оказалось, что вода эта не содержит в себе кислорода и вообще [имеет] мало газообразных веществ. Лишь только заставили ее протекать каскадом, она во время своего падения успевала насытиться, или поглотить воздух, и тогда сделалась совершенно годною к употреблению. Из всего вышесказанного видно, что вода не есть одно химическое начало, а содержит подмеси. Для очищения воды ее должно перегонять, т. е. кипятить и собирать охлажденный пар, чтобы отделить от нее нелетучие соляные части, а потом прокипятить, чтобы удалить воздух, растворяющийся в воде при перегонке. Для перегонки воды употребляют медный куб, внутри луженый или прямо оловянный, с таким же холодильником, соединенным с шлемом, закрывающим куб. Холодильник состоит из чана, наполненного водой, существенная же часть его — ряд трубок, погруженных в эту холодную воду. Вода, охлаждая трубки, охлаждает пар, который сгущается и вытекает в виде жидкости из трубок в подставленный сосуд. Холодная вода постоянно наливается в холодильник, а нагретая вытекает чрез трубку, находящуюся в верху чана. Делается это так на том основании, что, во-первых, горячая вода легче холодной и, во-вторых, что пары встречают сначала горячую воду, а затем уже холодную, вследствие чего воды для охлаждения расходуется меньше. В малом виде можно производить перегонку в стеклянной колбе, от которой вместо шлема идет газоотводная трубка, окруженная другой, более широкой трубкой, служащей холодильником. Налитая в нее холодная вода вытекает по мере наполнения; а так как водяной пар встречает верхние части вытекающей воды, то она и будет сравнительно нагрета. Пары из колбы проходят по газоотводной трубке, сгущаются и, обращаясь в жидкость, встречают холодную воду, вследствие чего перегнанная или дистиллированная вода вытекает более или менее холодная. При перегонке воды, кроме воздуха, остается в ней и некоторое количество улетучивающихся подмесей (особенно органических), а также малая часть стекла, разъедаемого водою. Для получения ее чистой, к дистиллированной воде прибавляют марганцовокалиевой соли, разрушающей органические вещества и переводящей их в газы и нелетучие вещества. Полученная в приемнике вода содержит еще воздух. Чтобы удалить его, воду нужно прокипятить в течение долгого времени и охладить после того в безвоздушном пространстве, под колоколом воздушного насоса. Только

очищенная вышеописанными способами вода имеет постоянные физические и химические свойства. Кроме перегонки, воду можно очистить также кристаллизацией. так как при переходе из жидкого в газообразное не все тела одинаково меняют свое состояние, так что, отобрав лед, получим его сравнительно чистым, так как солеобразные начала, находившиеся первоначально во всей массе воды, скопятся теперь в оставшейся воде. Этими двумя процессами, перегонкой и кристаллизацией, пользуются в химии вообще для обращения нечистых веществ в более чистые или однородные. Подобные опыты показывают нам, что соединение химических начал и воздуха с водой весьма непрочно, так как достаточно слабого нагревания, чтобы выделить из нее воздух; достаточно кристаллизации, чтобы выделить из воды растворенные в ней вещества. Но так как при переходе в воду твердые и газообразные начала совершенно рассеиваются в ней и образуют с ней однородное целое, то, очевидно, что здесь все-таки происходит химическое соединение, хотя и отличающееся столь малою прочностью, столь слабым проникновением тел друг другом, что при переходе из одного состояние в другое однородное целое совершенно разрушается. Такой вид химических соединений носит название неопределенных химических соединений, а в частном случае растворения [растворов]. Примером растворяемости твердых веществ водой может служить образование сталактитов и сталагмитов, известковых столбов, из которых первые висят на потолках пещер и суживаются книзу, а вторые находятся на полу и суживаются кверху. И те и другие образуются вследствие испарения воды, содержащей в растворе известь, которая и выделяется испарившейся частью воды в виде сталактита или сталагмита. Но вода производит изменение не только в подобного рода пещерах, а оказывает изменяющее влияние и на почву вообще; так, различие в пластах земли в большинстве случаев зависит весьма значительно от влияния воды. Образование известковых пластов приписывается также ее влиянию, что подтверждается и их внешним видом: они напласто[ва]ны горизонтальными параллельными слоями, в которых попадаются морские раковины или следы многих морских животных. Образование пластов этих объясняют тем, что, вода, попавшая в моря из рек, испаряется в океане, выделяя вместе с тем и воздухообразные начала, вследствие чего в ней уничтожается способность удерживать в растворе известковые массы, которые выделяются и отлагаются на

дне моря. Мы, вообще, рассмотрим явления растворения с некоторою подробностью, потому, между прочим, что и в земле, и в воде, и в растениях, и в животных, и в химической практике постоянно являются процессы растворения и растворы играют важную роль. Всякому известно, что вода растворяет множество веществ. Соль, сахар, спирт и многие другие тела расплываются в воде, образуют с ней однородную массу жидкости, содержащей воду и растворенные в ней вещества. Но смешивание это с водой совершается последовательными слоями. Так, если в стакан положим соли и осторожно нальем воды, то смешивание сначала произойдет в нижних слоях, и, наконец, несмотря на то, что раствор тяжелее воды, спустя некоторое время, произойдет в покое и полное смешение. То же явление замечаем мы и с легким спиртом, который, растворяясь в воде, распространяется в ней совершенно равномерно. Это поднятие тяжелейших частиц вверх, эта равномерность их распределения ясно показывает, что существует притягательная сила между водою и растворенным в ней веществом, — сила, проявляющаяся между каждою частицей воды и вещества, иначе не получилось бы однородности раствора. Другое явление, чрезвычайно характерное для растворов, это предел растворимости, или так называемое насыщение. Так, если прибавить к воде небольшое количество соли, то вся соль растворится, если же прибавлять соли все больше и больше, то дойдем до того, что она не будет более растворяться; на 100 весовых частей воды требуется для насыщения ее 36 весовых же частей соли. Для разных тел растворимость различна, т. е. одни тела легко растворяются, другие же в сравнительно малом количестве. В этом последнем случае должно видеть непосредственный переход к телам, совершенно нерастворимым. Форма одушевленных и неодушевленных тел определяется нерастворимыми телами, к которым принадлежат металлы, землистые вещества, оболочки тканей и многие другие.

Растворимость до насыщения зависит не только от природы тела, но весьма ясно и от температуры. В самом огромном большинстве случаев с повышением температуры увеличивается и растворимость твердых тел в воде. Так, 100 частей воды при 0° насыщаются 13 частями селитры, при 20° — 40 частями, при 40° — 64 частями, а при 100° — 246 частями. Вследствие изменения растворимости тел с температурой состояние насыщенных растворов тоже изменяется при нагревании или охлаждении. Так, в 100 частях

воды при 40° содержится 64 части селитры, если же охладить раствор до 0°, то в них останется только 13 частей,— остальные же 51 часть выделятся в твердом виде, выкристаллизуются. При переходе вещества из растворенного состояния в твердое, однородные частицы располагаются сообразно притяжению, которое выражается правильной кристаллической формой выделяющихся тел, ограниченной несколькими плоскостями, наклоненными под известными углами. Форма эта служит одним из главных признаков для различия тел. Растворимостью пользуются также для отделения одного тела от другого. Для этого смесь нерастворимого и растворимого тела переводят в раствор, в котором получится только второе, которое потом и выделяют в виде кристаллов. Для кристаллизации существует также другой способ — испарение: раствор твердого тела в воде нагревают, вода испаряется, а тело остается в растворе; наконец, вода не в состоянии будет удерживать растворенного тела, вследствие чего часть его выделяется в виде кристаллов. Таким же способом извлекают соль из морской воды.

ЛЕКЦИЯ VII

Вода растворяет не только твердые, но и жидкие и газообразные тела. Количество газов, могущих раствориться в 1 объеме воды, изменяется с природою газа, с температурою и с давлением. Так, 1 объем воды растворяет 0.02 [объема] водорода, 0.04 кислорода, 1.31 азота и 1.80 углекислого газа. Но все эти газы растворимы в воде в небольших количествах, так как вследствие их легкости, веса их, растворяющиеся в воде, весьма малы. К газам, растворяющимся в больших количествах, принадлежат: сернистый газ, выделяющийся при горении серы, и, в особенности, аммиачный газ, с сильным запахом, водный раствор которого известен под названием нашатырного спирта. Едкие свойства его позволяют применять его в медицине, в мазях. Один объем воды растворяет при обыкновенных условиях около 800 объемов аммиачного газа, а при низших температурах, например, при 0° — около 1000 объемов. Вследствие легкости этого газа, на 100 частей воды приходится его около 70—80 частей. Растворимость его в воде очень легко наблюдать. Для этого берут цилиндр, наполненный аммиачным газом, и ставят его в ртутную ванну. Если впустить в цилиндр, при помощи пипетки, воды, то ртуть станет подниматься, так как вода растворяет аммиачный газ. Если столб поднимаемой ртути невелик и количество воды достаточно для растворения газа, то весь газ поглотится водой. Изменения в растворимости газов определяются следующими тремя правилами: 1) газы, легко сгущаемые в жидкости (при охлаждении и сжатии), более растворимы, чем постоянные, не сгущаемые. Это ясно из того, что растворение газа есть своего рода превращение в жидкость, сопровождаемое выделением тепла, вследствие чего газы, легче других превращающиеся в жидкость, и легче растворяются; 2) с увеличением давления количество газа, растворяющегося в дан-

ном объеме воды увеличивается во столько же раз, во сколько увеличивается самое давление. Законом этим объясняются многие явления. Так, многие минеральные источники насыщаются под землею углекислым газом под атмосферным давлением, увеличенным давлением столба воды, находящегося над той точкой, где происходит растворение, так что количество растворенного газа увеличивается во столько раз, во сколько увеличивается давление. При выходе воды на поверхность земли количество газа, могущего оставаться в ней растворенным, при обыкновенном атмосферном давлении будет уменьшено во столько раз, во сколько давление это меньше того, под которым происходило растворение, вследствие чего вода эта кипит и пенится, выделяя избыток растворенного в ней газа. Этим же углекислым газом насыщаются, под давлением, вина и кипучие воды. Они содержат газ, пока находятся в плотно закупоренных сосудах, причем газ этот, скопляясь в небольшом пространстве сосуда, увеличивает давление. Когда же, при открытии пробки, жидкость приходит в соприкосновение с воздухом, имеющим меньшее давление, то часть газа, не могущая оставаться в растворе при меньшем давлении, выделяется с шипением в виде пены. Очевидное следствие этого закона то, что газ, растворенный в воде, выделяется из нее в безвоздушном пространстве. 3) С возвышением температуры растворимость газа уменьшается вследствие увеличения давления газа, растворенного в жидкости, так что большее его количество стремится удалиться из раствора. Но, несмотря на это, растворимость газов все-таки не уничтожается, даже при температуре кипения, хотя кипячением и можно выделить всякий газ [из] раствора. Все до сих пор сказанное о законах растворимости относится к тому случаю, когда один, растворяющийся, газ приведен в прикосновение с водою или другою жидкостью. Если же возьмем смесь газов, то заметим явления другого рода, которые объясняются так называемым законом частного, или парциального давления. Закон этот состоит в том, что растворимость газов, находящихся в смеси с другими, происходит под влиянием не всего того давления, которое имеет газовая смесь, но под влиянием только той его части, которая приходится на данный газ, сообразно объемному содержанию этого газа в смеси. Так, если бы, взять воздух, состоящий, главным образом, из кислорода, составляющего по объему $^1/_5$ его часть, и азота, входящего в состав воздуха в количестве $^4/_5$ частей по объему же, выдели[ть] из него

весь газ азот, то давление кислорода было бы в 5 раз менее давления атмосферного воздуха, следовательно, растворение кислорода из воздуха по удалении азота будет таково, как будто давление кислорода в 5 раз менее атмосферного, т. е. газа этого из воздуха растворяется при обыкновенной температуре и давлении в 5 раз менее, нежели из чистого кислорода. Но в то же время из воздуха растворяется также и азот, и растворимость его такова, как будто давление азота равно $^4/_5$ атмосферного давления. Причина закона парциального давления весьма понятна, если представить себе, что растворение газа зависит от движения частиц его, ударяющихся о поверхность жидкости и тем производящих давление. Ударяясь о поверхность жидкости, часть газа входит в самую жидкость и удерживается в ней до тех пор, пока другие газовые частицы ударяют об жидкость, давят на нее, как говорят. Если увеличить давление, то объем газа уменьшается, число же частиц в данном объеме увеличивается во столько раз, во сколько увеличилось давление, а, следовательно, число ударов, производимых газом на поверхность жидкости, увеличивается во столько же раз. Если же [к] этому газу при том же давлении подмешать какого-либо другого газа, то, следовательно, число частиц первого газа, ударяющихся в известное время о поверхность жидкости, будет уменьшено во столько раз, во сколько газ этот разбавлен другим, посторонним. Значение разбавления другим газом равнозначуще уменьшению [давления или увеличению объема], так как и в том, и в другом случае число частиц, ударяющихся о поверхность жидкости, уменьшается одинаково. Закон парциального давления объясняет многие явления, замечаемые над растворами газов. Так, кипячением газового раствора, так же как и помещением его под колокол воздушного насоса, можно выделить весь газ из раствора. Выделение это происходит от того, что при кипячении на поверхности жидкости образуется пар, обладающий свойствами газа; следовательно, так как парциальное давление газа в атмосфере паров ничтожно, то в растворе и останется весьма мало газа. Под колоколом же воздушного насоса газ выделяется потому, что частицы нерастворенного газа не ударяют уже более об жидкость, не растворяются в ней, а бывшие в растворе по упругости своей выходят из жидкости.

Из всего вышесказанного видно, что при образовании растворов — как из твердых, так и из газообразных тел, — происходят весьма сложные явления. Такого рода химиче-

ские соединения, как растворы, отличаются от других малой прочностью и принадлежат к числу неопределенных химических соединений. Так, если к водяному раствору какой-нибудь соли прибавить воды, то все-таки раствор получится совершенно однородный, так как растворенное тело рассеивается во всей жидкости совершенно равномерно, чего вовсе не замечается в других соединениях. Например, к окиси ртути нельзя прибавить ни ртути, ни кислорода в желаемом количестве, так как для них существует определенное отношение, нарушить которое нельзя. Следовательно, между неопределенными и определенными химическими соединениями существует та разница, что в первом случае можно увеличивать количество, по крайней мере одной из составных частей, тогда как во втором это положительно невозможно. Но тем не менее различие между ними не абсолютное, а только относительное, выражающееся отчасти тем, например, что из раствора легко выделить всю воду простым высушиванием, тогда как из некоторых определенных химических соединений нельзя выделить воды даже накаливанием, хотя и бывают случаи, что химически соединенная вода выделяется весьма легко, что составляет последовательный незаметный переход от явлений одного рода к явлениям другого рода. Когда соль или какое-либо другое растворимое вещество выделяется при испарении или охлаждении из раствора в кристаллическом виде, тогда очень часто часть воды удерживается выделяющимся веществом, и образующиеся кристаллы содержат, кроме растворенного тела, еще воду. Такая вода называется кристаллизационной. Но не всякое растворенное вещество вступает в соединение с кристаллизационной водой. Так, нашатырь и селитра выделяют кристаллы, не содержащие этой воды, тогда как сода, глауберова соль, горькие квасцы выделяются из растворов с содержанием этой воды. Существование этой воды легко доказать тем, что при нагревании она легко выделяется, а в некоторых случаях — даже и без нагревания. Таковы, например, кристаллы соды, которые, будучи выделены из водяного раствора, совершенно прозрачны, но, выставленные на воздух, теряют с поверхности часть своей кристаллизационной воды, вследствие чего лишаются прозрачности и своего кристаллического вида, хотя и сохраняют первоначальную кристаллическую форму. Такой процесс выделения воды при обыкновенной температуре называется выветриванием кристаллов. Но степень связи между кристаллизационной водой и различными телами весьма раз-

лична: так, сода, как мы видели, легко ее теряет; другие же тела, как например, хлористый кальций, напротив того, притягивают водяные пары из воздуха, поглощают их и увеличиваются в весе. Этим пользуются для сушения газов, а также для узнания степени влажности воздуха. С этой целью хлористый кальций, но не в сплавленном, а в простом состоянии, кладут в аппараты, которые и взвешивают; затем пропускают чрез них определенное количество воздуха и снова взвешивают, прибыль в весе и покажет содержание водяных паров в воздухе. Та же сода, о которой мы уже говорили, представляет одно еще довольно замечательное явление. В обыкновенном виде плавится она только при высокой температуре, в соединении же с кристаллизационной водой плавится уже при 30—40° и тотчас, по сплавлении, чрезвычайно легко ее теряет. Связь между телом и водой уже нарушилась, но все-таки строгой границы между соединением и образовавшимся раствором не существует, так как то же самое тело перешло в раствор. Разница только в том, что раствор этот можно равномерно разбавить водой, тогда как в кристаллы соды можно ввести только определенное количество воды. Следовательно, в твердом состоянии кристаллы эти представляют определенное химическое соединение, тогда как в расплавленном обладают всеми свойствами растворов, т. е. неопределенных химических соединений.

ЛЕКЦИЯ VIII

Долгое время воду считали стихией, составной частью, не разлагаемою. Для многих соединений она и есть элемент, не изменяющийся в совокупности своих составных частей, входящий в состав всей своей массой, а не отдельными своими частями. К концу прошлого столетия принадлежит, кроме всех других, и то важное открытие, что вода не есть простое тело, что она составлена из двух веществ, подобно тому, как и множество других составных тел. Разложить ее, между прочим, можно при помощи гальванического тока, но так как вода плохо проводит ток, то пришлось бы употреблять весьма сильные снаряды. Чтобы достигнуть того же результата небольшой гальванической батареей, увеличивают проводимость воды, прибавляя к ней серной кислоты. При этом подмесь остается во все время опыта в том же количестве, в каком была взята. Но тем не менее из этого еще не следует, чтобы подмесь эта не имела никакого влияния, а это значит только, что газообразные продукты не из нее получаются. Погружая в воду, таким образом подкисленную, платиновые пластинки (электроды), сообщающиеся с гальванической батареей, можно видеть появление на этих пластинках газовых пузырьков; это и есть газы, образующиеся чрез разложение воды. Пластинки берутся платиновые потому, что на них не оказывает действия кислота, действующая на многие другие металлы. Прибор для разложения воды устроен следующим образом: берут воронку, в отверстие которой вставляют пробку с двумя проволоками, сообщающимися с батареей. В воронку наливают подкисленной воды, а над каждой из проволок ставят цилиндр, наполненный водой. При прохождении тока, водород и кислород скопляются в этих цилиндрах, причем [кислород] получается на аноде, а [водород] на катоде; при этом легко заметить, что на 1 объем кислорода выделяется при разложении воды

2 объема водорода. Из этого видно, что газы эти различаются между собою по количеству, но они различаются также и по качеству, в чем легко убедиться многими опытами. Газы, получившиеся при разложении воды, одни только и входят в состав ее, что подтверждается обратным получением воды из этих газов. Процесс получения их из воды называется анализом, а образование из них воды — соединением газов, или синтезом воды. Образование это воды чрез соединение кислорода с водородом получается не при обыкновенных условиях, а только при горении, следовательно, при известных определенных условиях.

Разложение воды можно произвести не только гальваническим током, а также действием возвышенной температуры. Но нельзя непосредственно указать разложения воды на ее составные части при действии жара, потому что составные части воды при возвышенной температуре вновь могут соединиться и дать обратно воду. Если пропустить водяной пар чрез сильно накаленную трубку, то вода разложится при этом на свои составные части, и образуется гремучий газ. Но гремучий газ этот, проходя в более холодные части аппарата, вновь дает воду; полученные кислород и водород соединяются между собою при более низкой температуре. Надо быстро охладить гремучий газ, чтобы он остался в газообразном виде и не дал бы воду. Этого достигают, вливая в воду расплавленную платину, которая, приходя в прикосновение с водою, разлагает ее, и при этом получающийся гремучий газ столь быстро охлаждается, что некоторая часть его остается в газообразном виде. Но можно непосредственно разложить воду действием жара, пользуясь различием в физических свойствах кислорода и водорода. Отделение газов производится следующим образом: в печь, дающую сильный жар, вставляют широкую фарфоровую трубку, внутрь которой вставляется другая трубка меньшего диаметра, также из глины, но уже немуравленной, и вследствие того пористая. С краев закрепляют эту трубку внутри широкой посредством глиняной замазки, в которую вставлены на обоих концах две трубки. Во внутреннюю пористую трубку впускают водяной пар, получающийся в реторте или колбе и разлагающийся по причине высокой температуры на водород и кислород. Газы эти имеют весьма неодинаковую плотность, а именно водород в 16 раз легче кислорода, а так как легкие газы вообще проникают чрез пористые поверхности несравненно быстрее, чем более плотные, то водород и пройдет чрез пары трубки в кольцеобразное

пространство с гораздо большей быстротой, чем кислород. Хотя часть кислорода тоже проникает чрез поры трубки, но гораздо меньшее количество, чем водорода, а именно, так как плотность кислорода в 16 раз более плотности водорода, то объем кислорода, проходящего чрез пористую стенку, будет в 4 раза меньше объема водорода, проходящего чрез нее. Это зависит от того, что количество газов, проникающих чрез пористые стенки, тем больше, чем меньше плотность их, и именно обратно пропорционально квадратным корням из плотностей. Выделившийся в кольцеобразное пространство кислород соединяется при некотором охлаждении с водородом; но при этом потребуется на каждый объем кислорода только 2 объема водорода, а на каждый объем кислорода будет проходить чрез пористые стенки по крайней мере 4 объема водорода; поэтому часть водорода остается свободною и будет выделяться из кольцеобразного пространства. Из внутренней же трубки будет выделяться соответственная часть кислорода, оставшегося от разложения воды. Таким образом видим, что как действием жара, так и гальваническим током получаются одни и те же газы и в том же относительном количестве, т. е. на 2 объема водорода 1 объем кислорода. Отношение это выражается в химической формуле воды — H^2O, представляющей 2 пая, или значка, водорода и один кислорода. Но состав, т. е. содержание в ней, определен был гораздо ранее открытия этих способов разложения воды. Для этого пользовались способностью металлов отнимать кислород от воды и образовывать с ним прочные соединения, металлические окислы, причем водород, не будучи связан с кислородом, выделяется в газообразном состоянии. Раньше всех других способов известно было разложение воды при помощи раскаленного железа. Для этой цели кладут в фарфоровую трубку мелкие куски железа и накаливают ее, после чего пропускают чрез трубку водяной пар, который, приходя в соприкосновение с железными опилками, отдает им свой кислород, вследствие чего водород делается свободным и выделяется в газообразном виде. Многие другие металлы оказывают на воду такое же действие, но целый ряд тяжелейших металлов, как медь, свинец, ртуть, серебро, золото и платина вовсе не разлагают воды ни при какой температуре, тогда как металлы легкие, как калий или натрий, производят это разложение даже без накаливания. Так, если взять кусок натрия, или содия, и ввести его в стеклянный цилиндр с водой, опрокинутый над ртутной ванной, то он, будучи легче воды,

всплывает на поверхность и, придя в соприкосновение с водой, разлагает ее, соединяется с кислородом, а водород выделяется в газообразном состоянии. Опыт этот совершается при некотором избытке воды, вследствие того, что образующийся окисел, или кислородное соединение Na способно, в отдельности взятое, соединяться с водой и образовывать с ней чрезвычайно прочное соединение, едкий натр, из которого уже нельзя обратно выделить воду. Этот-то едкий натр и получается в осадке, а водород, как газ, мало растворимый в воде, выделяется. Рассматривая едкий натр, мы видим, что он содержит в себе данное количество натрия, весь кислород воды, вошедшей в реакцию, и половинное количество заключавшегося в ней водорода. Следовательно, едкий натр есть не что иное, как вода, в которой половинное количество ее водорода замещено металлическим натрием:

$$H^2O + Na = NaHO + H.$$

Реакция эта подобна той, которая происходит при опускании в медный купорос железной пластинки, покрывающейся медью, тогда как железо становится на ее место:

$$CuSO^4 + Fe = FeSO^4 + Cu.$$

Только в этой реакции металлическое железо выделило металлическую медь, тогда как в первой металлический натрий выделил, если можно так выразиться, металлический водород. Так как вообще замечено, что все подобные выделения легче совершаются аналогическими металлами, то, для сравнения с другими химическими превращениями, можно представить водород металлом, перешедшим в газообразное состояние, — явление весьма возможное, так как и другие некоторые металлы, как ртуть, тоже способны превращаться в газ, вследствие чего водород можно считать металлом, остающимся газообразным и при обыкновенной температуре. Следовательно, водород, как и большинство металлов, имеет способность легко меняться местом с металлами. Подтверждением этому также может служить разложение воды при помощи железа, так как явление это совершенно аналогично с разложением воды натрием, только совершается оно при высокой температуре. Значит, если вместо медного купороса взять солеобразное вещество, в котором бы только содержался водород вместо меди, и погрузить в него кусок

железа, то водород выделится, а железо станет на его место:

$$H^2SO^4 + Fe = FeSO^4 + H^2.$$

Солью водорода служит в этом случае серная кислота H^2SO^4, имеющая одинаковый состав с медным купоросом $CuSO^4$, только в ней вместо 1 пая меди 2 пая водорода. Но существуют металлы, как золото, серебро, медь, которые вовсе не вытесняют водорода из серной кислоты. Для этого можно допустить то объяснение, хоть оно и не совсем верно, что если какой-либо металл вытесняет другой, то этот другой не будет вытеснять первого; так, если железо вытесняет медь из ее соединений, то можно предположить, что медь не будет вытеснять железа. Объясняется это бóльшим сродством, бóльшим химическим притяжением железа к элементам, соединенным с медью. Для вытеснения водорода из его соединений чаще всего применяют цинк, оказывающий на серную кислоту то же действие, что и железо. Для этого помещают металлический цинк в двугорлую стклянку, в одно горло которой пропущена в пробку воронка, доходящая до дна сосуда, а в другое — газоотводная трубка. Чрез воронку наливают в стклянку серной кислоты, разбавленной водой, которая прибавляется для того, чтобы получающийся цинковый купорос $ZnSO^4$ растворялся в ней и вследствие этого металлическая поверхность цинка оставалась чистой, т. е. доступной для соединения с серной кислотой

$$H^2SO^4 + Zn = ZnSO^4 + H^2.$$

Это один из самых легких способов добывания водорода, так как при этом добывается его значительное количество, реакция совершается при обыкновенной температуре и газ отделяется весьма быстро и легко. Подобное легкое образование газа носит название — его получения. Так, водород образуется при действии натрия на воду, при пропускании водяного пара на раскаленное железо, при действии гальванического тока, но получается он при действии серной кислоты на цинк. Нечистый водород, а именно с примесью окиси углерода, можно, между прочим, получить способом, известным под названием добывания водяного газа. С этой целью на раскаленный уголь направляют струю нагретого водяного пара, причем О воды, соединяясь с углем, дает окись углерода, CO, а водород ее выделяется:

$$H^2O + C = CO + H^2.$$

При этом образуется также углекислый газ, CO^2, от которого освобождаются при помощи щелочи, поглощающей его, но не поглощающей ни водорода, ни окиси углерода. Продукты, получающиеся при этой реакции, газообразны и горючи, вследствие чего водородный газ этот может быть употреблен для отопления и освещения. Газ этот находится в светильном газе, но кроме того встречается в природе весьма редко, а именно только при вулканических извержениях, в метеорном железе, присутствие же его в воздухе весьма сомнительно.

Сам по себе водород представляется газом, на первый взгляд, ничем не отличающимся от воздуха; так, он бесцветен и не имеет запаха как воздух, но, при ближайшем знакомстве с его свойствами, газ этот оказывается совершенно отличным от воздуха. Из физических свойств его упомянем о его легкости — он в $14^1/_2$ раз легче воздуха, — о невозможности превратить газ этот в жидкость, даже при температуре —80° и под давлением бо́льшим, чем 1000 атмосфер. Вследствие несгущаемости в жидкость, водород имеет малую способность растворяться в различных веществах. Но отличительный признак водорода это его горючесть, только так как он легче воздуха, то его надо замыкать, опрокинув цилиндр, в противном же случае он тотчас выходит.

ЛЕКЦИЯ IX

Другую составную часть воды, кислород, также можно из нее выделить, но только не при помощи металлов, а посредством некоторых тел, имеющих совершенно иной химический характер. К числу их принадлежит хлор, Cl, не разлагающий воды, а растворяющийся в ней при обыкновенных условиях, тогда как, если смесь эту подвергнуть действию солнечного света, то мало-помалу происходит химическое взаимнодействие между хлором и водой, водород которой соединяется с хлором, а кислород вытесняется. Та же реакция происходит быстро при пропускании смеси хлора и водяных паров чрез накаленную трубку:

$$H^2O + 2Cl = 2HCl + O.$$

Косвенным путем можно получить из воды кислород при помощи хлорной, или белильной извести, прибавляя к ее раствору окиси металла кобальта, причем хлор соединяется с водородом, а кислород выделяется. Но так как кислород входит в состав огромного числа тел, из которых многие разлагаются и выделяют кислород гораздо легче воды, то тела эти и служат для добывания кислорода. К числу их принадлежит окись ртути, разлагающаяся при нагревании на ртуть и кислород. Но как это, так и все подобные вещества добываются с трудом, вследствие чего ценны и мало применимы в практике. При более или менее сильном жаре или при действии кислоты выделяют также кислород вещества, называющиеся металлическими перекисями, к числу которых принадлежат перекись бария, BaO^2, и перекись марганца, MnO^2, встречающаяся в природе в виде черного тяжелого вещества, известного в минералогии под названием пиролюзита, а в технике под названием черного марганца. В соединении этом на 55 весовых частей марганца прихо-

дится 32 части кислорода, при прокаливании же на 3 Mn остается 4 O, а 2 O выделяются:

$$3MnO^2 = Mn^3O^4 + O^2.$$

В этом случае кислорода в свободном виде выделяется только одна треть, тогда как при нагревании перекиси марганца с серной кислотой выделяется половина находящегося в ней кислорода; другая же часть его образует воду, соединяясь с водородом:

$$MnO^2 + H^2SO^4 = MnSO^4 + H^2O + O.$$

Подобным же образом выделяется кислород и при помощи двухромистокалиевой соли, $K^2Cr^2O^7$, но все эти вещества не употребляются для получения кислорода, так как есть другие, более богатые кислородом, из которых наиболее замечательна хлорноватокалиевая, или бертолетова соль, $KClO^3$, названная так по имени французского химика Бертолле, открывшего это вещество. Она плавится при нагревании, причем разлагается, выделяя кислородный газ. Разложение это кончается тем, что весь кислород выделяется из нее, и остается только химическое соединение калия и хлора, хлористый калий, KCl:

$$KClO^3 = KCl + O^3.$$

В действительности разложение это гораздо сложнее, так как сначала получающийся кислород соединяется с частью $KClO^3$, образуя высшую степень окисления, т. е. соединения с кислородом, $KClO^4$, так что из хлорноватокалиевой соли образуется хлорнокалиева соль, которая хотя и труднее плавится, но тем не менее разлагается. Но сплавленная бертолетова соль при разложении вспучивается, пузырится, а затем, по мере выделения кислорода, застывает, вследствие чего отделение это идет неравномерно и стеклянный сосуд, в котором происходит нагревание, легко может лопнуть. Чтобы устранить это неудобство, обыкновенно к бертолетовой соли подмешивают перекиси марганца, которая легко поглощает теплоту и передает ее хлорноватокалиевой соли, разлагающейся гораздо легче до начала плавления, чем в это время. Способ этот, как чрезвычайно удобный и производящийся в самых простых приборах, и употребляется постоянно в лабораториях. В технике он неприменим вследствие сравнительной дороговизны хлорноватокалиевой соли,

а также потому что она получается при действии [на щелочь] хлора, который, в свою очередь, получается при помощи марганца.

Самым выгодным источником для добывания кислорода может служить воздух, представляющий смесь одной части кислорода и четырех азота, но прямо удалить этот газ из воздуха невозможно, потому что он [азот] не соединяется легко и прямо ни с одним из веществ, а если и соединяется с некоторыми веществами, то вещества эти в то же время соединяются и с кислородом воздуха. Впрочем, есть возможность выделить кислород воздуха, заставив его соединиться с веществом, могущим легко разлагаться, например, от действия жара, и при этом вновь выделять поглощенный кислород. Так, пропуская сухой воздух чрез накаленную докрасна трубку, содержащую окись бария, BaO, заставляют ее соединяться с кислородом воздуха, вследствие чего из окиси бария получается так называемая перекись бария, BaO^2, которая, в свою очередь, при более сильном накаливании выделяет поглощенный кислород и оставляет вновь первоначально взятую окись бария. С этой целью окись бария помещают в фарфоровую трубку, чрез один конец которой пропускают воздух при помощи мехов; при нагревании трубки до темнокрасного каления окись бария переходит в перекись, поглощая кислород, а при более сильном, яркокрасном калении перекись бария отдает весь кислород, приобретенный при темнокрасном калении, и в трубке вновь остается окись бария. Но добывание кислорода таким способом не может продолжаться бесконечное число раз, так как окись бария, поглощая кислород, из простой массы обращается в сплошную, поглощающую мало кислорода. Можно отчасти избежать этого, подмешивая к перекиси бария едкого натра, NaHO, и перекиси марганца, MnO^2. Но способ этот, как не совсем удобный, не употребляется, тем более, что существует другой, нашедший применение и в практике. Последний способ основан на том, что масса равных по весу количеств перекиси марганца и едкого натра, при начале краснокалильного жара, поглощает кислород из воздуха.

Если же после этого пропустить в смесь перегретый водяной пар, то получатся обратно перекись марганца и едкий натр, а кислород, ими удержанный, выделяется.

В технике, для добывания кислорода подобным образом, берут сосуд, наполненный перекисью марганца и едким натром, накаливают его в печи, пропуская в него воздух.

причем образуются марганцовонатровая соль и водяной пар, который и улетучивается. После этого в сосуд пропускают водяной пар, вследствие чего и выделяется поглощенный кислород. Значит, здесь для добывания кислорода из воздуха нужно только топливо и наблюдение за своевременным прекращением доступа воздуха и водяного пара. Итак, есть возможность легко добывать кислород лабораторным и техническим образом, вследствие чего возможно даже техническое применение этого газа. Что касается до физических свойств кислорода, то газ этот не сгущается в жидкость, даже при самой низкой температуре и при самых больших давлениях, каких могли достигнуть; затем, он в 16 раз тяжелее водорода, следовательно, тяжелее и воздуха, который только в $14^1/_2$ раз тяжелее водорода.

Вследствие несгущаемости кислорода в жидкость, растворимость его весьма незначительна, а именно вода растворяет его при обыкновенной температуре только 3% по объему. Значение кислорода в природе весьма велико, и потребляется он в большом количестве, так как играет роль во множестве процессов природы; так, дыхание и горение могут совершаться только в присутствии кислорода, да и вообще можно сказать, что почти половина веса тел в природе состоит из кислорода. Но, несмотря на это, количество его в газообразном состоянии не уменьшается, так как, если существуют процессы, расходующие, переводящие газообразный кислород в другие формы, то рядом с ними идут и процессы, выделяющие его в газообразном состоянии. Таков процесс развития растений, о котором будем говорить впоследствии. Но прежде чем показать значение кислорода в природе, его химический характер, рассмотрим отношение его к водороду. Если собрать газы, получающиеся при разложении воды гальваническим током, то получается смесь водорода с кислородом без всякого химического соединения; ни свет, ни сдавливание не возбуждают реакции в этом случае, а чтобы возбудить ее, надо возвысить температуру, или, как говорят в практике, зажечь тело. Так, иногда горючее тело, горящее при обыкновенной температуре, все-таки не загорается; происходит это оттого, что химический процесс между кислородом воздуха и горючим телом не может совершаться до тех пор, пока одно из тел не получит от теплоты особого, более быстрого движения, т. е. не будет доведено до известной температуры. Для того, чтобы произошло воспламенение водорода, и вместе с тем соединение его с кислородом, достаточно невысокой температуры, около 600°.

Но некоторые тела содействуют горению водорода и при более низкой температуре; так, уголь воспламеняет водород уже при температуре 36° и тем самым заставляет его соединяться с кислородом. Доказательством тому служит следующий опыт: если на кипящую ртуть при 350° направить струю водорода, то он не воспламеняется, если же в эту кипящую ртуть погрузить трубку с углем и, нагрев его до температуры кипения ртути, пропустить струю водорода, то происходит воспламенение. Надо при этом заметить, что подобное действие оказывает только легкий пористый уголь, представляющий остаток от горения дерева, тогда как плотный, механически сдавленный уголь не оказывает ни малейшего действия; следовательно, причина этого особенного действия угля на водород заключается в его пористости. Пористые тела вообще обладают способностью втягивать газы, а при втягивании, как и при сгущении или сжатии, развивается тепло, чем и объясняется весьма просто только что описанное явление. Но иногда для воспламенения водорода, повидимому, не нужно зажигания; так, кусок металлического калия, брошенный на воду, разлагает ее, причем развивается тепло и получается температура, достаточная для воспламенения. Но так как горение водорода в воздухе зависит только от присутствия в нем кислорода, то потому-то водород горит также и в кислороде, и горение это есть просто соединение этих двух веществ, обратное образование из них воды. Подтверждается это весьма простым опытом: над пламенем горящего водорода ставится колокол, стенки которого покрываются при этом потом, который есть не что иное, как водяной пар, сгустившийся на холодных стенках сосуда. Но так как горение водорода есть образование воды из соединения его с кислородом, то ясно, что для этого нужно то же отношение между ними, какое существует при получении их из воды, т. е. там на 2 объема водорода получается 1 объем кислорода, здесь же, при горении, на 2 объема сгоревшего водорода требуется для получения воды опять-таки 1 объем кислорода. К видимым же явлениям, происходящим при соединении водорода с кислородом, принадлежит образование бледноголубого пламени, развитие тепла, некоторое количество света и образование воды. Соединение водорода с кислородом, происходящее быстро, сопровождается всегда весьма значительным отделением тепла, а именно: 1 весовая часть водорода при образовании воды отделяет 34.462 единиц тепла. Если бы количество тепла, передаваемое данному

количеству воды, нагревало ее, положим, на $n°$, то то же количество нагрело бы водяной пар не на $n°$, а менее чем на половину, так как теплоемкость водяного пара вдвое меньше теплоемкости воды. А так как тепло, отделяющееся на образование воды, передается происходящим при этом 9 весовым частям водяного пара, то, следовательно, 34.462 единицы тепла, которые нагрели бы 9 частей воды на 3830°, нагреют 9 частей водяного пара на 8000° (Ц).

ЛЕКЦИЯ X

Из всего вышесказанного можно бы предполагать весьма высокую температуру в бледном пламени водорода, но в действительности она ниже той, какой следовало ей быть, на что существует множество причин. Одна из них заключается в том, что водород горит не в кислороде, а в воздухе, в котором кислород составляет только $^1/_5$ часть по объему; остальную же массу составляет азот, не принимающий участия в этом химическом процессе, а только поглощающий тепло, развивающееся при соединении кислорода с водородом; так как количество азота чрезвычайно велико, то температура и должна значительно понизиться. Кроме того, понижению температуры способствует также и то, что часть тепла будет передаваться лучеиспусканием окружающей среде. Понижение температуры зависит также от того, что окончательное горение происходит не в одной точке, а совершается последовательно, и притом так, что температура не возвышается до предела, за которым разлагается вся вода; следовательно, в том месте, где начинается горение водорода, часть его соединяется с кислородом, вследствие чего температура повышается и накаливает оба газа, которые поэтому не соединяются, а двигаются, в виде накаленной массы, вверх и теряют во время движения лучеиспусканием и другими условиями часть тепла, так что происходит понижение температуры, вследствие чего новая часть водорода соединяется с кислородом. Это объясняет, отчего при горении водорода замечается не точка, а пламя, которое и есть то пространство, где происходит химическое соединение парообразных и газообразных веществ. В середине пламени будет конус водорода, еще не соединившегося с кислородом; в верхних частях будет не только накаленный водород, но и накаленный кислород; следовательно, в средней части пламени будет преобладать горящее тело, а в наружных

и верхних — сжигающее тело. Вследствие этого-то обыкновенно внутренняя часть пламени — восстановительна, а наружная окислительна. Чтобы произвести горение водорода в кислороде, берут два газометра, один с кислородом, а другой с водородом, соединенных с горелкой следующего устройства: она состоит из двух вложенных друг в друга трубок, сделанных из меди и скрепленных между собой. Внутренняя трубка проводит кислород, внешняя же, охватывающая, проводит водород. Газы смешиваются между собой только при выходе, и потому взрыв не может произойти в самом аппарате. При помощи кранов можно регулировать количество притекающих газов. Пламя получается самое короткое и наиболее развивающее тепло только тогда, когда на 2 объема водорода будет ровно 1 объем кислорода. Подобное соединение этих газов носит название гремучего газа. О степени жара легко судить по тому, что в газе, правильно составленном, тонкая платиновая проволока весьма легко плавится. Пламя гремучего газа, хотя само по себе очень бледное, может служить и для освещения, так как, вследствие своей высокой температуры, может накаливать неплавкие предметы, причем накаливание это дает сильнейший свет. Для накаливания употребляется обыкновенно известь, кусок которой, вставленный в пламя гремучего газа, дает яркий, белый свет, известный под названием друммондова света. Если же мы возьмем водород, предварительно смешанный с кислородом, и накалим в какой-либо точке сосуда, то в ней произойдет соединение водорода с кислородом; смесь зажжется, и отделится такое количество тепла, что и соседние части воспламенятся, значит вся масса загорится и получится водяной пар, имеющий весьма высокое давление, так как при нагревании газообразные тела значительно расширяются, вследствие увеличения их упругости. Если опыт будет производиться в закрытом сосуде, то стенки его лопнут, так как не будут в состоянии выдержать такого сильного давления паров; если же сосуд будет открыт, то образующийся водяной пар будет с силой вырываться из сосуда, сотрясет воздух и произведет взрыв, замечаемый при горении гремучего газа. Взрыв этот объясняется весьма легко: водяные пары, образующиеся чрез горение, должны, при такой высокой температуре, занимать пространство гораздо больше того, которое занимал гремучий газ при обыкновенной температуре. Быстрое же расширение должно происходить при горении гремучего газа оттого, что пары будут обладать огромной упругостью. Это

и составляет причину взрыва. Но гремучий газ производит взрыв не только вследствие сотрясения, происходящего от быстрого расширения нагретого пара, получающегося при горении, но также и от того, что тотчас затем наступает охлаждение, превращение паров в воду и быстрое сжатие. Давлением, получающимся при таких взрывах, пользуются для приведения в движение машины, производя взрыв попеременно, по обеим сторонам поршня. Из двигательных машин, устройство которых основано на этом взрыве, наибольшей известностью пользуются машины Ленуара. В них для взрыва обыкновенно берется светильный газ и воздух. Чтобы объяснить явление горения, заметим, что пламя есть не что иное, как место соединения двух веществ, не зависящее от водорода, оно есть соединение горючего тела с горящим, так что, как можно получить пламя горящего водорода, так же точно можно получить и пламя горящего кислорода. Для этого в опрокинутый цилиндр, наполненный водородом, заставим притекать по трубке кислород, который будет гореть в водороде точно так, как горит водород в кислороде. При помощи взрыва и горения водорода можно обратно воспроизвести воду, точно так же, как мы разлагали ее гальваническим током. Как там на 2 объема водорода получается 1 объем кислорода, так и здесь составляем воду из 2 объемов водорода и одного кислорода. Опыт получения воды посредством зажигания гремучего газа при помощи способа, данного Кавендишем, с тех пор постоянно употребляе[тся] в химической практике. В этом случае воспламенение происходит с помощью электрической искры, которое тем удобно, что дает возможность производить его в закрытом сосуде. С этой целью берут стеклянный колокол, в верхний конец которого введены две платиновые проволоки, не сообщенные одна с другой. Взрыв производится при помощи электрической искры, которая получается, если сообщить обкладку лейденской банки с одной, а шарик — с другой проволокой. Вместо лейденской банки можно также употребить спираль Румкорфа. Тотчас после взрыва ртуть из ванны, в которой стоит колокол, поднимается так быстро, что колокол разбился бы, если бы в верхней части его не было оставлено некоторое количество воздуха. Поднятие ртути происходит вследствие того, что жидкая вода, образовавшаяся чрез соединение водорода с кислородом, занимает гораздо меньшее пространство, чем газообразный водород и кислород. При помощи этого способа можно даже определить количество этих газов, входящих в состав

воды. Но кроме изложенных уже способов соединения водорода с кислородом при помощи электрической искры или накаливания, существует еще возможность заставить их соединиться между собой, а именно при действии так называемой губчатой платины. Платину, как и всякий другой металл, можно получить особым приемом в виде губчатой массы, обладающей способностью сгущать, поглощать газы. Этим свойством губчатой платины пользуются в практике при устройстве так называемого водородного огнива. Оно состоит из цилиндра или стакана, на дно которого ставится свинцовая (так как серная кислота не разъедает свинца) поддержка, на дно которой кладется цинк. Цинк покрывается колоколом, а в пространство между стенками стакана и колокола наливается серная кислота, действующая на цинк, который и замещает в ней водород, заставляя его выделиться в свободном состоянии. Серная кислота будет сжимать газ во внутреннем колоколе, так что, если открыть кран этого колокола, то газ станет из него выходить, а серная кислота — заступать его место. Если кран закрыть, то выделяющийся водород станет увеличивать давление газа в колоколе и чрез это вытеснит опять серную кислоту в пространство между стенками стакана и колокола. Таким образом, можно по произволу прекращать или возобновлять действие серной кислоты на цинк и, следовательно, постоянно иметь струю водорода. Если перед этой струей поставить кусок губчатой платины, то она сгущает в себе весь водород, нагревается и производит воспламенение водорода. Значительное нагревание платины зависит также от того, что сгущенный в ее порах водород встречает там же сгущенный предварительно кислород воздуха и в этом сгущенном состоянии они весьма легко соединяются. Таким образом, водородное огниво дает струю воспламеняющегося водорода, когда откроют кран.

ЛЕКЦИЯ XI

Мы уже видели, что кислород, непосредственно соединяясь с водородом, образует воду, но подобное образование может произойти не только при непосредственном их соединении, а и при взаимном действии двух каких-либо соединений, из которых одно содержало бы кислород, а другое — водород. То же самое произойдет, если на какое-либо кислородистое соединение будем действовать газообразным водородом, или же на водородистое — газообразным кислородом. Так, если возьмем шар, наполненный окисью меди, CuO, пропустим чрез него водород, но так как кислород не соединяется с водородом при простом прикосновении кислородного соединения с водородным газом, то накаливаем окись меди в атмосфере водорода, вследствие чего кислород и соединяется с водородом, образуя водяные пары, сгущающиеся в воду в трубке, опущенной в холодильник, а медь получится в виде металла:

$$CuO + H^2 = H^2O + Cu.$$

Подобный процесс будет восстановителен относительно меди, так как мы получаем чистую металлическую медь из ее окиси, и окислителен относительно водорода, так что, строго говоря, нельзя отличить одного процесса от другого, но тем не менее между ними делают различие, принимая во внимание вещества, которые надо получить в данном случае. Так, если получают чистый металл из металлической кислородной руды, то подобный процесс называется восстановлением, т. е. образованием из соединения простого тела. Подобный процесс образования воды из окиси меди и водорода, известный под названием синтеза воды, может служить для определения ее состава; для этой цели надо взвесить окись меди до опыта и после него, убыль в весе окиси меди будет зависеть от того, что

кислород ее войдет в воду. Разность в весе и покажет вес кислорода, вошедшего в состав образующейся воды; Кроме того надо взвесить образовавшуюся воду, и все эти количества дадут возможность определить состав воды. Оказывается, что 9 весовых частей воды состоят из 1 весовой части водорода и 8 весовых частей кислорода. Это же отношение выражается и формулой воды, H^2O; считая знак водорода, H, выражающим единицу весового количества этого вещества, а чрез O выражая 16 весовых частей кислорода, выразим все предыдущее одним химическим знаком воды, H^2O. Эта же формула выражает и объем водорода и кислорода, входящих в состав воды; из нее мы видим, что в состав ее входят 2 объема водорода и 1 объем кислорода.

До сих пор рассматривали мы соединения кислорода с водородом, теперь же обратимся к соединениям с другими простыми телами, известным под общим названием окислов; вода есть также окисел водорода. Существует чрезвычайно большое количество подобных тел, так как кислород принадлежит к числу простых тел, непосредственно и весьма легко соединяющихся со множеством тел. Многие тела горят в нем, подобно водороду, образуя при этом во многих случаях воду, вследствие чего она и считается образцовым или типическим телом в ряду окислов.

Вообще надо сказать, что явления, сопровождающие горение тел в кислороде, чрезвычайно подобны явлениям, замечаемым при соединении кислорода с водородом: точно так же выделяется тепло, образуется во многих случаях пламя, происходит накаливание, выделение света и т. п. Но несмотря на сходство между соединениями различных простых тел с кислородом и соединением водорода с кислородом, между ними существуют и довольно заметные различия. Так, например, если мы будем действовать чистой металлической медью на воду, то она ни при какой степени жара не разложит ее и не соединится с кислородом; если же мы станем действовать на воду металлом натрием, то он разложит ее уже при обыкновенной температуре, отнимет от нее кислород и образует с ним окись натрия, Na^2O, соединение гораздо более прочное, чем окись меди, CuO, так как из нее натрий никогда не восстановляется при действии водорода, тогда как медь восстановляется им из окиси. В данном случае можно объяснить это большей степенью притяжения или сродства между натрием и кислородом, чем между водородом и кислородом; возможность же

восстановления водородом меди из ее окиси объясняется бо́льшим сродством к кислороду водорода, чем меди. Различие это выражается также и количеством тепла, выделяющегося в обоих случаях; так, при соединении натрия с кислородом отделяется гораздо больше тепла, чем при соединении с ним водорода, тогда как при соединении меди с кислородом тепла отделяется меньше, чем при соединении с ним водорода. Вследствие этого можно предположить, что притяжение между частичками меди и кислорода значительно слабее притяжения частичек водорода и кислорода. В прежнее время мнение, что тела имеют различную степень взаимного притяжения, по мере которого и определяется бо́льшая или меньшая степень постоянства образующихся тел и бо́льшая или меньшая степень восстановляемости их, было повсеместно распространено, теперь же доказано, что определять прочность соединений мерой сродства и исследованием количества тепла можно только в некоторых исключительных случаях, так как существует множество фактов, прямо противоречащих подобным заключениям. Так, железо и цинк разлагают воду при накаливании, из чего можно бы заключить о меньшей степени сродства водорода к кислороду, чем железа и цинка; но окись железа, FeO, и окись цинка, ZnO, способны, в свою очередь, при накаливании восстановляться, подобно окиси меди, в струе водорода, в чистое металлическое железо и чистый металлический цинк, вследствие чего можно бы вывести совершенно обратное заключение. Замечательно, что направление реакции в этом случае в противоположные стороны нельзя даже объяснить изменением температуры, как при образовании перекиси и окиси бария, так как были произведены опыты, показавшие, что обе реакции можно получить при одной и той же температуре. Для этого в одну и ту же печь клали рядом две трубки; одну из них наполнили железом и пропускали воду, а в другую положили окись железа и пропускали водород; в первом случае, при действии железа на водяной пар, железо отнимает от него кислород и выделяет водород. При действии же водорода на окись железа водород отнимает от нее кислород. В первом случае в результате получается то, что во втором существует в начале. Действительно, если мы возьмем окись железа и водород, мы получим воду и железо, если же возьмем воду и железо, то получим водород и окись железа. Здесь, видимо, преобладает влияние массы взятых веществ. Если чрез окись железа пропускать

при накаливании водород, то водород, находясь в значительном количестве, отнимет кислород от окиси железа и образует воду и металлическое железо: кислород перейдет от железа к водороду. Если, наоборот, взять металлическое железо и пропускать чрез него при накаливании водяной пар, то получится водород, т. е. кислород перейдет из воды к железу. Следовательно, если будет преобладать металлическое железо, а водород, который начнет образовываться из воды, будет постоянно уходить или уноситься, будет образовываться окись железа. Если же, напротив того, будет преобладать или постоянно приходить водород, а могущая образоваться вода будет постоянно уноситься, то будет образовываться металлическое железо. Если же смесь названных трех элементов, железа, водорода и кислорода, заключить в определенное пространство и взять в определенных количествах, то кислород разделится между обоими элементами, образуется часть воды и часть окиси железа. Часть железа и часть водорода останутся свободными, если количество кислорода будет недостаточно для образования определенных химических соединений с обоими из них. Из всего вышесказанного мы видим, что на химические реакции, кроме физических деятелей, тепла, электричества и других, оказывают еще влияние химическое притяжение, или сродство, и масса действующих тел. Но влияние массы проявляется бóльшей частью между телами однородными, каковы железо и водород, химическое же сродство является преимущественно при соединении разнородных тел в одно целое, новое вещество; так, водород имеет сродство к кислороду; уголь горит в кислороде, следовательно, он тоже имеет к нему сродство. Но сродство это не может быть измерено, так как нет единицы для измерения. Повидимому, можно было бы производить измерение количеством тепла, выделяющегося при химических соединениях, но в действительности это невозможно, так как количество это зависит не от одного химического процесса, а и от ряда физических процессов, происходящих во время реакции. Так, при образовании воды из кислорода и водорода происходит сжатие, которое ведет за собой отделение тепла; иногда же, как при горении угля, твердое тело переходит в газообразное, и тепло поглощается. Но несмотря на значение сродства, температура и масса тел часто изменяют отношения по сродствам, что весьма усложняет многие явления.

По химическим свойствам кислород замечателен тем, что соединяется со многими веществами, образуя различные

окислы; большей частью соединения эти происходят при возвышенной температуре и составляют весьма быструю химическую реакцию, сопровождаемую отделением большого количества тепла. Всякая химическая реакция, сопровождающаяся столь большим отделением тепла, что происходит накаливание, называется горением, Очень многие тела горят в кислороде. Рассмотрим теперь явления горения некоторых тел в кислороде и продукты, получающиеся при этом. В стклянку, наполненную кислородом, опустим уголь, прикрепленный одним своим концом к проволоке и предварительно накаленный в пламени с другого конца. Уголь при этом весьма быстро раскаляется и горит, т. е. соединяется с кислородом, образуя газообразный продукт горения, называемый углекислым газом, о котором приходилось уже несколько раз упоминать. Если вместо угля опустить в стклянку с кислородом кусок зажженной серы, положенный в маленькую чашечку, прикрепленную на проволоке, то сера, горевшая на воздухе весьма слабым пламенем, загорается в кислороде, хотя бледным, но гораздо большим пламенем синеватого цвета. Пламя бледно вследствие того, что количество развивающегося при этом тепла невелико и, кроме того, преимущественно потому, что продукты горения газообразны и сама сера находится в парообразном состоянии. Сожжем теперь третье тело, фосфор. Если положить в чашку кусок фосфора и опустить его в кислород, то он без накаливания весьма медленно соединяется с кислородом; если же его нагреть, хотя бы в одном только месте, то он загорается весьма ярким, ослепительным белым пламенем. Чтобы произвести это накаливание фосфора внутри самой стклянки, проще всего, должно прикоснуться к нему накаленным концом другой проволоки. Продукт горения фосфора есть тело твердое, растворяющееся в находящемся здесь небольшом количестве воды. Но все-таки и в этом случае не получаем при горении землистого вещества, так как землистые продукты горения или ржавчины образуются только при горении металлических простых тел, которые мы и рассмотрим теперь. Начнем с горения железа; горение это можно легко произвести не только в кислороде, но и прямо на воздухе, если только железо будет в виде самого мелкого порошка. Так, в огниве, когда им сильно ударяют о кремень, по сторонам разлетаются мелкие железные осколки, которые горят на воздухе и после охлаждения представляют уже не железо, а соединение его с кислородом. То же самое происходит при ковании

накаленного железа. В кислороде же горение железа совершается гораздо деятельнее, чем в воздухе. Сплошной кусок железа не горит на воздухе, тогда как в кислороде можно легко сжечь железную проволоку или стальную пружину. Чтобы произвести накаливание пружины, к концу ее прикрепляют кусок трута, который и зажигают, после чего проволоку опускают в кислород. Горящий трут накаливает конец пружины, накаленная пружина загорается и при этом накаливает дальнейшие части пружины, так что она вся может сгореть, Горение стали или железа в кислороде, так же как и в воздухе, не сопровождается пламенем, но от горящей части железа разлетаются во все стороны накаленные искры. Продукт горения железа — твердое красно-бурое тело, пристающее в большинстве случаев к стенкам сосуда, в котором производится опыт. Металлический магний, зажженный в воздухе и в нем уже ярко горящий, продолжает гореть в кислороде, причем образуется белый порошок, магнезия, и отделение света еще более усиливается. Если положить в чашечку кусок металлического натрия, расплавить его и зажечь в пламени, то натрий горит в воздухе весьма слабо. Если же погрузить горящий натрий в кислород, то горение усиливается и сопровождается довольно ярким желтым пламенем; продукт горения натрия растворяется в воде. Итак, мы видим, что горение как металлических, так и неметаллических тел характеризуется теми же явлениями, как и горение водорода.

ЛЕКЦИЯ XII

Продукты горения простых тел в кислороде носят, как уже выше было говорено, общее название окислов. Так, водород, сгорая, дает воду, которая и есть его окисел. Есть окислы, которые весьма трудно получить в безводном состоянии при обыкновенных условиях, как, например, натрий, фосфор и многие другие. Вода соединяется вообще с весьма разнообразными окислами, вследствие чего и получила название промежуточного окисла. Вообще о физических свойствах окислов нельзя сказать что-нибудь общее, между ними встречаются тела во всех трех состояниях; так, например, железо и магний дают окисел твердого вида, водород — жидкого, а уголь и сера — газообразного. Но, впрочем, окислы эти различаются не только по физическим свойствам, а и по химическим. Так, одни из них неспособны соединяться с другими окислами или соединяются только с немногими и образуют тогда непрочные соединения, с отделением весьма малого количества тепла; другие, напротив того, вступают в соединения со многими окислами. Окислы, неспособные или мало способные к соединению с другими, называются безразличными. Окислы, способные вступать в соединения, распадаются на две главные группы; члены каждой группы между собой не соединяются, но соединяются с членами другой группы. К одной принадлежат окислы, образованные металлами: натрием, кальцием и т. п.; к другой же — окислы, образованные неметаллическими телами: серой, фосфором и т. п. при горении их в кислороде и вообще при соединении с ним. Окислы металлов, соединяющиеся с окислами металлоидов, называются основными окислами или основаниями, примером может служить известная нам известь. Окислы же металлоидов, способные соединяться с основаниями, называются ангидридами кислот или кислотными окислами; из них мы знакомы уже с угле-

кислым газом. Соединения основных окислов с водой носят название металлических, или основных гидратов; соединения же кислотных окислов с водой называются кислотами, или кислотными гидратами. Гидратами вообще называются всякие определенные соединения тел с водой. Из основных гидратов весьма немногие растворимы в воде. Те, которые растворяются в воде, обладают щелочным вкусом, т. е. вкусом, свойственным щелоку, или отвару золы, и носят название щелочей. Мыльная вода, содержащая, между прочим, подобный гидрат металла натрия, имеет всем известный вкус, свойственный щелочам. Кислые гидраты или кислоты большей частью растворимы в воде и вследствие того обладают кислым вкусом, о котором мы можем судить по вкусу уксуса, лимона, кислый вкус которых зависит от содержания в них кислот. Кроме кислого вкуса, растворимые кислоты обладают отличительной способностью изменять синий цвет некоторых растительных красок в красный. В этом отношении особенно замечателен и часто употребляется лакмус — синяя краска, добываемая из лишаев, употребляющаяся для окраски тканей и дающая синий настой с водой, краснеющий от прибавления кислоты. Бумага, окрашенная лакмусом, или, что еще лучше, пропускная бумага, пропитанная лакмусом и нарезанная на полоски, носит название реагентной бумажки и употребляется обыкновенно для открытия присутствия кислоты. Погружаемая в нее, она тотчас краснеет, и эта реакция может служить для открытия самого ничтожного количества некоторых кислот. Для открытия щелочей употребляют такие же бумажки, только окрашенные в красный цвет; приготовляют их, употребляя раствор лакмуса, чуть окрашенный в красный цвет при помощи нескольких капель кислоты. Для этой же цели может служить желтая бумажка, окрашенная куркумой, которая становится красно-бурой в присутствии щелочи, вследствие чего можно узнать ее присутствие в кислоте, не изменяющей цвета бумажки. Надо заметить, что основные гидраты вообще весьма легко реагируют с кислотами и реакции эти происходят большей частью при обыкновенной температуре и весьма легко и быстро. Так, если возьмем настой щелочи и прибавим к нему настой лакмуса, то он будет иметь интенсивный синий цвет. Прибавление кислоты не действует сначала на лакмус, но, наконец, дойдем до того, что раствор покраснеет; такое изменение в цвете лакмуса есть следствие образования нового соединения. Раствор этот, хотя и произошел из смеси осно-

вания с кислотой, однако, не оказывает на лакмус реакции ни кислоты, ни основания, хотя другие признаки и показывают содержание кислоты и щелочи в растворе. Действительно, по удалении воды из раствора выделяется не кислота и не щелочь, взятые для реакции, а вещество, не обладающее ни щелочными, ни кислотными свойствами, обыкновенно твердое и кристаллическое, имеющее солеобразный вид, — соль в химическом смысле, происшедшая от взаимодействия кислоты и щелочи при определенном отношении. Так, если станем действовать определенным количеством углекислого газа, CO^2, на определенное же количество окиси магния, магнезии, MgO, то получим соль $MgCO^2$; если же будем прибавлять утлекислого газа, то образуется новое тело, углемагниева или углемагнезиальная соль $MgCO^3$. Но, производя реакцию в водном растворе, будем иметь не окись магния и углекислый газ, а их гидраты, так что реакция будет происходить между основным гидратом магния и кислотным — углерода, вследствие чего при реакции и происходит выделение воды. Значит соль, по отношению к гидратам, можно определить как продукт действия кислоты на щелочь, с выделением воды. Возьмем основной окисел, происшедший чрез окисление металла, подобно тому как вода произошла чрез окисление водорода; так как оба эти окисла содержат кислород, то, следовательно, отличаться будут они только тем, что вода содержит водород, а металлический окисел — какой-либо металл. Подобным же образом и соли отличаются от кислот только тем, что в них вместо воды, заключающейся в кислотах, будет содержаться какой-либо металлический окисел, значит, вместо водорода — какой-нибудь металл, вследствие чего и можно сказать, что кислота есть, собственно говоря, соль водорода или же соль есть кислота, в которой водород заменен металлом. Так, серная кислота, H^2SO^4, выделяет с цинком, Zn, водород, H, и образует, как мы уже видели, серноцинковую соль, $ZnSO^4$: $H^2SO^4 + Zn = ZnSO^4 + H^2$. Все эти понятия в сущности тожественны между собой и совершенно опровергают существовавшее прежде мнение о том, что соль есть сопоставление отдельных составных окислов. Так, нельзя думать, что в углемагниевой соли находится сопоставление окислов магния и углерода. Опровергается это также тем, что соль можно получить не только чрез соединение окислов, а и многими другими путями. Примером образования соли различными путями может служить сернобаритовая соль $BaSO^4$, отвечающая серной кислоте: $BaO + SO^3 = BaSO^4$; $BaO^2 + SO^2 = BaSO^4$; $BaSO^3 + O = BaSO^4$;

$BaS + O^4 = BaSO^4$. Свойства солей зависят от соединения находящихся в них элементов, потерявших вследствие взаимного соединения некоторые из своих свойств и некоторое количество тепла, так как при образовании таких сложных тел, как соли, элементы теряют количество тепла, еще больше того, которое выделилось при образовании окислов. Следовательно, в солях осталось мало тепла, а потому и мало склонности к новым соединениям, но зато им свойствен особый род химических реакций, известный под названием двойного разложения. При подобных двойных разложениях металлы, находящиеся в солях, меняются местами. Такая мена металлов происходит в солях в том случае, когда чрез подобную мену может произойти или более летучее, или менее растворимое соединение, если реакция происходит в первом случае при нагревании, а во втором — в растворе. Как водород может менять место с металлами, так и два металла, находящиеся в солях, могут меняться между собой местами, но это происходит уже не вследствие летучести, а вследствие возможности образовать нерастворимое соединение. Для того, чтобы совершались такие двойные разложения, необходимо действовать в растворах.

ЛЕКЦИЯ XIII

Мы познакомились теперь с явлениями быстрого соединения тел с кислородом, т. е. с различными формами горения; но кислород может соединяться с телами не только при накаливании и [не] так быстро, как это происходит при горении, но и медленно. Реакции подобного медленного соединения тел с кислородом называются окислением. Окисление отличается от горения тем, что не сопровождается теми резкими явлениями, которые совершаются при горении, т. е. не происходит ни выделения света, ни заметного отделения тепла, которое в действительности все-таки существует, но не замечается только по незначительности происходящего повышения температуры, что зависит от медленности хода реакции и от выделения чрез лучеиспускание образовавшегося тепла. Примером подобного окисления может служить множество тел; так, если оставить фосфор на воздухе, то он светится оттого, что медленно соединяется с кислородом воздуха, и, кроме того, можно доказать тщательно произведенным опытом, что при медленном окислении фосфора тепла выделяется столько же, сколько и при быстром, только распределяется оно на большее число тел, чем при горении, а потому и не происходит накаливания. То же явление медленного соединения замечается при действии азотной кислоты или крепкой водки на металл, например, на медь. Если облить медь азотной кислотой, HNO^3, то при слабом нагревании выделяются бесцветные пары окиси азота, NO, которые при прикосновении с воздухом становятся красно-бурыми, вследствие поглощения кислорода и перехода окиси азота в азотноватый ангидрид, NO^2, который, в свою очередь, в присутствии воды дает азотную кислоту и окись азота, так что при избытке кислорода и воды окись азота легко вполне превратить в азотную кислоту и таким образом окислить чрез непосредственное

соединение с кислородом. Если не кислород прибавить к окиси азота, а в цилиндр с кислородом пропустить окись азота, то тотчас появляются красно-бурые пары, которые и есть продукт прямого соединения окиси азота с кислородом. Пары эти в прикосновении с водой дают, как мы уже сказали, окись азота и азотную кислоту, которая легко растворяется в воде, вследствие чего объем газа все уменьшается и будет постоянно уменьшаться, если не прибавить окиси азота в избытке. Следовательно, в воде будет находиться в растворе азотная кислота, очень богатое кислородом тело, заключающее в себе весь сгущенный кислород, находящийся в жидком виде; это-то и есть причина того, что азотная кислота весьма легко отдает свой кислород многим телам. Существует вообще много тел, реагирующих при обыкновенной температуре прямо с кислородом воздуха; в иных случаях, как, например, при ржавлении металлов, реакция эта идет довольно медленно, но существует целый ряд тел, твердых, жидких и газообразных, соединяющихся с кислородом воздуха довольно быстро даже при обыкновенной температуре. Так, водная закись железа способна, переходя в окись, поглощать значительное количество кислорода из воздуха, что ясно видно по изменению в цвете; получается эта закись при действии щелочи на железный купорос:

$$FeSO^4 + 2NaHO = Na^2SO^4 + Fe(HO)^2.$$

Водная закись железа, нерастворимая в воде, получается в виде осадка светлозеленого цвета. При взбалтывании ее с воздухом или кислородом происходит поглощение кислорода, и закись эта, окисляясь на воздухе на его счет, изменяется в цвете, становится все темнее, из светлозеленой переходит в темнозеленую и, наконец, в красно-бурую окись железа, Fe^2O^3. Подобное же явление окисления применяется постоянно в технике; так, им пользуются при окрашивании в синюю кубовую краску. Это окрашивание производится в щелочном растворе в присутствии веществ, способных отнимать кислород, вследствие чего эта синяя краска, отдав часть своего кислорода, превращается в белое, бесцветное вещество. Ткань, погруженная в этот раствор, сначала бесцветна, но, соприкасаясь с воздухом, синеет, так как растворенное в воде бесцветное вещество, поглощая кислород из воздуха, переходит в синее, т. е. в первоначальную кубовую краску. Итак, опущенная в такую краску ткань пропитывается ею и прокрашивается столь глубоко, насколько

может жидкость проникнуть в ткань, так что это будет неналоженная краска, а прикрепленная к каждому волоску, из которых состоит ткань. В рассмотренных нами явлениях тела вступали в соединение прямо с газообразным кислородом, но есть много тел, неспособных соединяться с ним при этих условиях; в подобных случаях данное тело соединяют с другим элементом и путем двойного разложения замещают этот элемент кислородом, или берут вещество, легко выделяющее кислород, и приводят с ним в прикосновение исследуемое тело. Вообще тела, прямо не соединяющиеся с кислородом, а дающие с ним соединения косвенным путем, нередко очень легко выделяют кислород, поглощенный или при двойном разложении или в момент вытеснения. К подобным соединениям принадлежат соединения кислорода с хлором, азотом и т. д. Для примера возьмем азотную кислоту и приведем ее в прикосновение с закисью меди, быстро окисляющейся от действия азотной кислоты и переходящей в соль окиси. Переход этот выражается также переменой в цвете, так как соль закиси бесцветна, а соль окиси синего или зеленого цвета:

$$Cu^2O + 4HNO^3 = 2Cu(NO^3)^2 + H^2O + H^2.$$

Еще резче опыт окисления азотной кислотой газообразных веществ; так, если возьмем бесцветный газ, иодистый водород, HJ, составленный из водорода и иода, не окисляющийся на воздухе, а только дымящий, вследствие соединения с влажностью воздуха, и прибавим к нему азотной кислоты, то произойдет окисление водорода в иодистом водороде, так что он отнимается кислородом азотной кислоты и иод получается в виде фиолетовых паров, осаждающихся на стенках сосуда:

$$2HJ + O = H^2O + J^2;\ HJ + HNO^3 = H^2O + NO^2 + J.$$

Подобные процессы медленного окисления при действии воздуха совершаются в природе, в особенности с органическими веществами: мертвыми организмами и полученными из них телами. Такому медленному окислению, известному в данном случае под названием гниения, истлевания, подвергаются трупы животных, дерево, шерсть, травы и т. п. Происходит это оттого, что в состав животных и растительных веществ входят элементы горения, которые, быстро соединяясь с кислородом воздуха, горят, а соединяясь медленно — гниют, тлеют и изменяются, но, во всяком случае, результат обоих явлений состоит в переходе твердых

тел, образующих формы растений, в газообразные вещества, находящиеся при горении в дыме, а при гниении и тлении — в парах и газах, выделяемых гниющими телами. Вследствие этого-то дерево и теряет после гниения свою первоначальную консистенцию; часть элементов, входящих в его состав, обращается в пары; так, например, углерод обращается в углекислый газ, водород — в воду. Как после горения органического вещества остается зола, негорючее землистое вещество, так после гниения животного и растений остаются подобные же пеплообразные вещества, не сгорающие вследствие своей неспособности к окислению; после гниения животных остаются одни только кости. Подобному медленному соединению с кислородом воздуха подвергаются, между прочим, и живые организмы; так, растения в ночное время в отсутствии солнечного или вообще какого-либо света, удаленного каким-нибудь искусственным образом, поглощают кислород и медленно горят, так что если бы растения постоянно находились в отсутствии света, то вследствие сожигания твердых веществ, в них находящихся, они совершенно бы прекратили все жизненные отправления и совершенно сгнили. Для животных явления медленного горения составляют самый важный химический процесс, обусловливающий всю их жизнь; дыхание есть ведь первое условие жизни, а в последней половине прошлого столетия высказано было то простое, но вместе с тем весьма существенное положение, что дыхание есть медленное горение, так как сопровождается, подобно ему, поглощением кислорода, выделением тепла и образованием окисленного продукта. Положение о сопоставлении дыхания с быстрым горением в первый раз было высказано в прошедшем столетии Лавуазье и составило одно из самых важных приобретений для физиологии животных. В содержании кислорода в воздухе и в действии, оказываемом им при дыхании животных, убедились весьма простыми опытами. Чтобы доказать присутствие кислорода в воздухе, пользовались свойством окиси азота давать при соединении с ним красно-бурые пары азотноватого ангидрида, переходящего, как уже было говорено, в раствор в виде азотной кислоты. По прошествии некоторого времени весь кислород, в определенном количестве воздуха, истребляется, появления бурых паров не происходит, поглощения водой также, так как кислорода больше не будет, а остается один азот. Самые простые опыты показали, что азот совершенно неспособен ни окислять, ни поддерживать горение, отчего он и получил свое назва-

ние, которое происходит от греческого слова, показывающего, что это — газ, не поддерживающий жизни. Но не только азот, но и почти все остальные газы, кроме кислорода и немногих других, легко отдающих свой кислород, неспособны поддерживать дыхание. Чтобы убедиться, что кислород — самая существенная часть воздуха для дыхания, проводят чрез газоотводную трубку в стакан углекислый газ, предварительно поместив туда птицу, которая приходит в бесчувственное состояние вследствие того, что процесс дыхания не может совершаться в этом газе; помещенная же в атмосферу кислорода, она быстро оживает. Двадцати процентов углекислого газа в воздухе достаточно для того, чтобы дыхание стало невозможным. Действие кислорода на животный организм состоит в том, что кровь, притекающая в дыхательные органы по одну сторону перепонки, как жидкость, смачивающая ее, всасывает чрез ее тонкие стенки газ; подобный процесс называется диффузией. Так называемая венозная кровь, притекающая по видимым синим жилам, черна; та же, которая уже поглотила кислород, — яркокрасного цвета и рассылается из сердца по бьющимся, или артериальным жилам. Венозная кровь переходит в артериальную в легких, а артериальная идет по артериям, идущим от сердца, распространенным по всем частям тела и кончающимся самыми тонкими волосными разветвлениями, по которым она и переходит в вены. Это — кровообращение в механическом смысле; в химическом же отношении состоит оно в следующем: артериальная кровь идет от легких в сердце и рассылается по артериям во все части тела. В волосных же сосудах происходит просачивание кислорода чрез тонкие их стенки из крови ко всем другим частям тела; результаты же этого горения опять-таки всасываются в кровь, так что в венозной крови, как в дыму, будут заключаться продукты медленного горения тела, расходящиеся в разные его части. Некоторая часть их, а именно водяные пары и углекислый газ, извергается посредством легких. Чтобы убедиться в выделении углекислого газа при дыхании, надо взять жидкость, содержащую в растворе известь; лишь только раствор этот приходит в прикосновение с углекислым газом, жидкость эта мутится, вследствие образования углеизвестковой соли, нерастворимой в воде:

$$CaO + CO^2 = CaCO^3.$$

Достигая этого посредством дыхания, убеждаемся, что в легких находятся продукты горения.

ЛЕКЦИЯ XIV

Количество углекислого газа, выдыхаемого ежедневно каждым человеком, составляет около 2 фунтов, при этом поглощается значительное количество кислорода и переводится в углекислый газ; если же где-либо собирается много человек, то процесс этот идет гораздо быстрее, и воздух приобретает все больше углекислого газа, так что, если не переменять его, дыхание становится невозможно. Содержание 20% углекислого газа в воздухе производит немедленную смерть животных; содержание же 2% его производит смерть по прошествии некоторого времени, а 1% делает воздух тяжелым для дыхания. Подобный воздух чаще всего встречается в глубоких колодцах и подземных пещерах, в которых происходит гниение остатков животных и растительных тел; для испытания такого воздуха проще всего опустить в подобное помещение зажженную свечу, которая гаснет при содержании в воздухе 5% углекислого газа. В жилых же помещениях, где углекислый газ развивается не только при дыхании, но и при горении и вообще при различных процессах, должно постоянно очищать воздух, тем более, что выделяемый воздух становится негодным для дыхания не только вследствие убыли кислорода и содержания углекислого газа, но и вследствие присутствия в нем других посторонних веществ и даже веществ животного происхождения. Чтобы убедиться, что в воздухе, которым дышало несколько человек, содержатся углерод, азот, водород и кислород, вносят в комнату холодный предмет, на стенках которого и осаждается вода, содержащая не только углекислый газ, но и некоторые органические вещества. Присутствие этих-то органических веществ и делает, вероятно, выдыхаемый воздух менее удобным для дыхания, чем тот, в котором содержится один углекислый газ. Вследствие вышеизложенных причин освежение воздуха (замена выдыхаемого свежим) особенно необходимо в больницах,

в школах и тому подобных помещениях. С этой целью производят искусственное очищение воздуха, отводя испорченный и приводя свежий. Такое искусственное очищение воздуха известно под названием вентиляции. Вентиляция, или возобновление воздуха, достигается, в нашем холодном климате, посредством устройства так называемых калориферов, т. е. печей, обыкновенно нагревающих предварительно входящий воздух, что неизбежно необходимо в зимнее время. Лучшее устройство калориферов в этом отношении есть такое, где свежий и холодный воздух проходит чрез ряд каналов, нагреваемых дымом, а самая печь устроена в подвальном этаже. На место приводимого вентиляцией воздуха, должно выводить из жилого помещения часть воздуха, испорченного дыханием и другими процессами, т. е. вместе с трубами для входа воздуха необходимо устроить и трубы для отвода. В обыкновенных помещениях достаточно вентиляции, производимой естественным образом, при топке печей, чрез щели, форточки и разные отверстия, находящиеся в окнах, стенах и дверях, но для общественных зданий, где скопляется много народа, необходимо особенное устройство для вентиляции. Так, смотря по цели и времени действия вентиляции, воздух вводят или с верхних, или с нижних частей помещения. Если нужно ввести в помещение большее количество теплого воздуха, то холодный уводится из нижних частей, а в верхние входит, как более легкий, теплый воздух, нагретый в калориферах. Если же, вследствие большого скопления народа, температура в помещении значительно повышается, то вытягивание должно производить в верхних частях здания, куда поднимается наиболее нагретый воздух, а пополнение его свежим, но тоже нагретым воздухом, так как иначе бы стало дуть, производится из трубы, находящейся в нижней части здания. Средством для очищения воздуха в жилых помещениях может служить не только вентиляция, но и дезинфекция, т. е. искусственное удаление вредно действующих веществ, испаряемых и выделяемых организмами. Вещества, способствующие очищению воздуха, носят название дезинфекционных и оказывают свое действие преимущественно превращением органических веществ и испарений, выделяемых организмами, в новые, нелетучие, безвредные вещества. Средства для дезинфекции воздуха весьма разнообразны; к ним можно отнести, между прочим, вещества, окисляющие и противогнилостные. Между окислителями наибольшей известностью в этом отношении пользуется хлорная, или

белильная известь, служащая также для добывания кислорода. Это то свойство ее легко выделять кислород и встречает здесь применение, так как выделяющийся кислород окисляет вещества, приходящие с ним в прикосновение и тем самым уничтожает вредное их действие. Невыгода употребления белильной извести заключается в том, что она выделяет также газообразный хлор, который вреден для дыхания, даже в небольшом количестве. Далее к этим дезинфекционным веществам относятся марганцовощелочные соли, как легко окисляющие растворяемые в воде вещества, конечно, не летучие, как хлор, и потому действующие медленно и в гораздо более ограниченном пространстве. Другое дезинфекционное средство составляют вещества, которые сами по себе действуют ядовито, но довольно легко убивают низшие организмы, изменяя их и превращая в новые, мало изменчивые вещества. Первое место между такими веществами занимает фенол или креозот, особое вещество, добываемое из каменноугольного дегтя и способствующее сохранению копченого мяса, потому что находится также и в дыме. Фенол вообще слабо растворяется в воде и имеет характерный запах копченых предметов; действие его заключается в том, что он быстро уничтожает тяжелый, удушливый, вредно действующий запах, отчасти оттого, что уничтожает низшие организмы.

Обратимся теперь к определению количества кислорода в воздухе при помощи веществ, способных окисляться и переводить кислород из газообразного состояния в жидкое или твердое. Так, если ввести в воздух фосфор, то кислород воздуха соединится с ним и образует твердую, растворимую в воде фосфорную кислоту, которая перейдет при этом в жидкость; следовательно, процесс поглощения кислорода окончится, что будет заметно из того, что фосфор, светившийся в темноте в обыкновенном воздухе, содержащем кислород, перестает светиться. Понятно, что при этом опыте можно взять определенное количество воздуха и, узнав, сколько остается азота, вычислить количество кислорода. Гораздо более точные результаты дают произвольно произведенные определения в эвдиометре. Сущность такого определения состоит в том, что в эвдиометр вводится воздух, измеряется его объем, узнается давление и температура этого воздуха, а потом определяется объем, который бы занимал воздух при 0° и при давлении в 760 мм. Затем в эвдиометр вводится некоторый объем водорода, определяются температура и давление смеси, а, следовательно,

узнается и объем ее при нормальном давлении и температуре. Разность первого и второго определения покажет объем введенного водорода, который, конечно, должен быть введен сухой. Тогда производят взрыв при помощи лейденской банки, причем из водорода образуется вода, которую и удаляют перед новым измерением, так как иначе давление ее паров окажет влияние на результат. Для этой цели в эвдиометр вводят платиновую проволоку, на конце которой прикреплен кусок хлористого кальция. После высушивания оставшийся объем газовой смеси снова измеряется, определяя и температуру, и давление и переводя замеченный объем к нормальной температуре и давлению. Полученный объем будет меньше второго из наблюденных объемов. Уменьшение объема зависит от того, что кислород с водородом дали воду, удаленную из прибора, и показывает относительное содержание кислорода, если взято было достаточно водорода для полного превращения кислорода в воду. Из трех исчезнувших объемов один принадлежит кислороду и два — водороду: следовательно, одна треть замеченного сокращения показывает количество кислорода, а вместе с тем и процент его содержания по объему.

Тот же анализ воздуха можно произвести при посредстве пирогалловой кислоты и едкой щелочи. Для этого цилиндр, деленный на равные объемы и помещенный в ртутную ванну, наполняют воздухом, и вводят в него раствор или смесь пирогалловой кислоты и едкой щелочи. После взбалтывания или продолжительного действия масса чернеет, вследствие поглощения кислорода. Вообще все исследования, производившиеся над воздухом в различных частях атмосферы, на самых высоких горах и в низменностях, в различных странах, — под тропиками и у полюсов, показали, что количество находящегося в воздухе кислорода остается одинаково и, если даже меняется, то в пределах весьма незначительных; на 100 частей по объему воздуха приходится 20.9 кислорода. Но так как количество другого газа, заключающегося в воздухе, — азота — также постоянно, то можно сказать, что состав воздуха везде и всегда одинаков. Основная же особенность кислорода и азота состоит в том, что, если бы где-либо, вследствие каких бы то ни было причин, изменился состав воздуха, то вследствие известной способности газов смешиваться, проникать друг в друга, нарушение это восстановилось бы в весьма скором времени, что чрезвычайно ясно и просто объясняется постоянным поступательным движением частиц газов. На этом же основании

можно вывести предположение, что атмосфера наша должна меняться своими частицами с такими же частицами всего небесного пространства. Все небесное пространство наполнено некоторой чрезвычайно редкой атмосферой, называемой эфиром, который есть не что иное, как рассеянные частицы газа, не подвергнувшиеся притяжению планеты или небесных светил. Подтверждением существования подобной же атмосферы на других планетах служит отчасти преломление, а отчасти явления, совершающиеся на планетах с такой же правильностью, как у нас появление облаков, туч, зари и проч. Следовательно, и в отдаленных от нас пространствах должна происходить та же диффузия газов, то же постоянное движение частиц, которое совершается в пространстве, наполненном атмосферой. Присутствие эфира в небесных светилах доказывается замедлением в движении их, что было особенно точно доказано для комет.

В состав воздуха, кроме кислорода и азота, входит еще много других веществ. Содержание воды или влажности в воздухе весьма значительно меняется; оно зависит, главным образом, от температуры. Но надо заметить, что в редких только случаях воздух содержит все количество водяного пара, который может поместиться в данном его объеме; в большинстве же случаев воздух содержит только некоторый процент влажности, который может в нем заключаться в парообразном состоянии. Затем, в воздухе постоянно находится углекислый газ, присутствие которого можно доказать, пропуская воздух чрез известковую воду. Для определения же количества его взвешивают сосуд со щелочью до опыта и после поглощения щелочью углекислого газа. Количество этого газа в воздухе весьма незначительно, а именно: в 100 частях воздуха содержится средним числом около 0.04% углекислого газа, но тем не менее значение его в природе весьма велико, так как на его счет растут и питаются растения. Кроме этих веществ, в воздухе заключаются и другие, но еще в меньшем и менее постоянном количестве; к ним принадлежат углерод, аммиак и др. Затем в воздухе находится еще вещество, называемое озоном; хотя количество его в воздухе и невелико, но значение в природе тем не менее немаловажно; для доказательства достаточно указать на различие между воздухом полей и городов, т. е. между воздухом свежим и жилых помещений; различие это происходит от того, что в свежем воздухе количество озона значительно, тогда как в воздухе жилых помещений его очень мало.

ЛЕКЦИЯ XV

Озон, который в сущности есть тот же кислород, только с несколько иными свойствами, отличается многими характеристическими особенностями, не присущими кислороду: так, он обладает способностью окислять многие вещества, как и кислород, с тою только разницею, что кислород, на многие вещества при обыкновенной температуре не действующий, в виде озона действует весьма энергично, например, он окисляет при обыкновенной температуре и весьма скоро ртуть, уголь, железо. Следовательно, мы видим, что в озоне состав тела остается тот же, что и в кислороде, а изменяются только его свойства, его природа; таких случаев вообще весьма много. Общее название для такого случая химического превращения есть изомерия. Значит, изомерностью называется различие в свойствах тел при одном и том же составе, т. е. при одном и том же качестве и количестве. Понятно, что два тела, соединенные в различных количествах и могущие давать несколько различных степеней соединения, дадут в результате и тела различные; точно так же и то, что два тела, взятые в одном количестве, дадут различные результаты, можно тоже объяснить себе тем, что распределение частей этих тел будет различно в полученных телах. Но когда имеем одно простое тело, все части которого химически однородны, т. е. материя оказывается той же самой во всех мельчайших частях, то в таком случае явления изомерии, т. е. различие свойств, могут зависеть и объясняются только более или менее тесным сближением частичек этих однородных веществ между собой. И действительно, то же самое видим мы и в отношении озона к кислороду. Кислород в 16 раз плотнее водорода, а озон в 24 раза плотнее того же самого водорода, т. е. в $1^1/_2$ раза плотнее обыкновенного кислорода. Обстоятельство это прямо показывает, что даже такие однородные частички, как материя кислорода,

могут взаимно соединяться, образовывать как бы сложные тела, т. е. как 2 объема водорода могут соединяться с 1 объемом кислорода, так точно и 2 объема кислорода [соединяются с одним], причем образуется озон. Как при образовании воды, доведенной до парообразного состояния, из 3 объемов, — двух водорода и одного кислорода, — получается только два, т. е. кислород распределяется в массе водорода и происходит сокращение объема, так и при образовании озона 3 объема кислорода сокращаются в два, т. е. третий объем кислорода распределяется в двух его объемах, вследствие чего и получается озон, тело более плотное, чем кислород; хотя и с тем же материальным составом. Результатов этих достигли только путем долгих исследований, что зависит от того, что озон никогда не получается в значительных, а всегда в незначительных количествах, в смеси с кислородом; содержание его не превышает $^1/_{250}$ доли всего кислорода по объему. Озон образуется, между прочим, при пропускании чрез кислород воздуха электрической искры, причем слышится особый, характеристический запах, и давший повод назвать это вещество озоном, что происходит от греческих слов «чувствую запах». Образование озона происходит также при действии кислорода на некоторые тела; так, при окислении фосфора, часть кислорода присоединяется к фосфору, а другая превращается в озон, причем выделяется тот же характерный запах. Но присутствие озона узнается не только по этому запаху, а и по некоторым характерным реакциям, в особенности же по реакциям на некоторые иодистые металлы, как, например, на иодистый калий, KJ.

Так как есть возможность посредством крахмального клейстера открыть очень малые следы свободного иода, то посредством смеси иодистого калия с крахмалом представляется возможность открыть весьма малые следы озона. Кислород не действует на иодистый калий, но озон, пропущенный в раствор иодистого калия, вытесняет свободный иод, а калий получается соединенный с кислородом в виде едкого кали, который остается в водном растворе:

$$2KJ + H^2O + O^3 = 2KHO + J^2 + O^2.$$

Следовательно, мы видим, что в этом случае окислительно действует собственно третий пай кислорода, так что все реакции озона сопровождаются переходом его в обыкновенный кислород. Самым лучшим способом получения кисло-

рода, содержащего наиболее озона, считается способ Бабо: приготовляют много (около 40 и более) длинных тонкостенных капиллярных стеклянных трубок и в каждую из них вставляют сквозную тонкую платиновую проволоку так, чтобы концы ее выходили из трубки. Концы трубок должны быть после того запаяны, т. е. припаяны к проволоке. Пучок таких трубок (штук 40 должны составить пучок, толщиною не более 10 мм) вставляется в общую стеклянную трубку, а концы проволок соединяются в два проводника и выставляются (впаиваются) по концам этой общей трубки. Чрез эту-то трубку и пропускают сухой воздух или кислород для озонирования. Так как озон изменяется от пробок и каучука, то весь прибор должен быть стеклянный. Когда воздух проходит, а чрез проволоки пропускается ток от сильной румкорфовой спирали, то происходит озонирование, особенно сильное, если проволоки нигде внутри трубки не соприкасаются. Если производить опыт в темноте, то вся трубка светится, оттого что в тонких местах проскакивает ряд искр медленных или тихого разряда, т. е. без большого напряжения электричества. Способ этот опровергает все предположения, которые делались относительно образования озона; так, предполагали, не составляет ли он какого-либо особого соединения кислорода с азотом или водородом, так как и с тем и с другим кислород дает такие окислы, которые способны действовать точно так же, как озон; например, они выделяют иод из иодистого калия. Но в опытах с прибором Бабо можно вместо воздуха взять чистый кислород, без всякой примеси азота или водорода, и все-таки при действии электричества получится озон.

Особое соединение кислорода с водородом, о котором мы только что упомянули, называется перекисью водорода и отличается от обыкновенного соединения кислорода с водородом, воды, вдвое бо́льшим содержанием кислорода, т. е. вода содержит 2 пая водорода и один кислорода, тогда как в состав перекиси водорода входят 2 пая водорода и два кислорода. Перекись водорода, H^2O^2, не может получиться прямо из воды и кислорода, а из воды и озона, хотя опыты эти и не строго исследованы. Самый простой способ образования перекиси водорода и средство для ее получения состоит в двойном разложении между кислородом и перекисями некоторых металлов, а именно: калия, кальция, бария. Понятно, что если окиси этих металлов, как мы уже имели случай видеть, дают, в соединении с кислотой, соль и воду, то перекиси этих металлов, при действии кислоты,

дадут соль и перекись водорода. При этом надо только брать кислоты, не столь энергично действующие; так, при действии серной кислоты перекись водорода не получается, так как при этом температура повышается и образующаяся перекись водорода разлагается на кислород и воду. Из всех перекисей легче и удобнее всех получается перекись бария, которую и употребляют, в чистом только виде, для добывания чистой перекиси водорода. Для этой цели на перекись бария действуют, например, хлористоводородной кислотой; в таком случае водород кислоты меняет свое место с барием перекиси, и из кислоты получается баритовая соль, а из перекиси бария — перекись водорода, которая и остается в водяном растворе:

$$BaO^2 + 2HCl = BaCl^2 + H^2O^2.$$

В настоящем случае и баритовая соль, как перекись водорода, остается в растворе; если же возьмем углекислый газ, ангидрид кислоты, действующий в присутствии воды как кислота, только менее энергично, то получим баритовую соль, в воде нерастворимую:

$$BaO^2 + H^2CO^3 = BaCO^3 + H^2O^2.$$

Выпаривая раствор перекиси водорода под колоколом воздушного насоса над веществами, поглощающими воду, можно выделить ее всю, так как она более летуча, чем перекись водорода. Объяснением этого свойства может послужить состав ее: она представляет более сложное соединение, нераздельная частица ее весит более такой же частицы воды; части ее труднее разъединяются, так что она труднее обращается в пар. При нагревании перекись водорода не перегоняется, а разлагается на кислород и воду, вследствие чего французы и называют ее окисленной водой. Следовательно, эта прибавленная часть кислорода так же легко выделяется из перекиси водорода, как из озона. Многие из свойств озона принадлежат и перекиси водорода, да и вообще количество общих признаков для них так велико, что нередко за озон считают только смесь кислорода с перекисью водорода. Так, многие реакции чрезвычайно ясно показывают ту же окислительную способность перекиси водорода, о которой мы уже говорили для озона. Если прибавить смесь крахмального клейстера и иодистого калия к раствору перекиси водорода и затем прибавить еще какого-либо

вещества, способного окисляться, например соли закиси железа, то перекись водорода действует сначала на соль закиси железа, а потом на иодистый калий, выделяя из него свободный иод. Та же окислительная реакция получается при действии перекиси водорода на желто-красный раствор хромовой кислоты. Реакция эта будет еще яснее, если прибавить к раствору эфира; в таком случае чрез окисление хромовой кислоты кислородом перекиси водорода получится высшая степень окисления хрома, окрашивающая эфир в синий цвет, а перекись водорода переходит в воду. Кроме того, перекись водорода окисляет и другие вещества, как, например, сернистый свинец, PbS, образующий при этом серносвинцовую соль, $PbSO^4$:

$$PbS + 2(HO)^2 = PbSO^4 + H^4.$$

На этом действии перекиси водорода основывается ее применение к оживлению старых масляных картин. В масляных красках обыкновенно находится подмесь свинцовых белил, чернеющих по прошествии некоторого времени, вследствие перехода свинца от присутствия сернистых соединений в сернистый свинец. Подмесь черной краски затемняет остальные. Обрабатывая картину раствором перекиси водорода, обращают черный сернистый свинец в белую серносвинцовую соль, и краски выступают, так как исчезло затемнявшее их черное вещество. Из других окислительных реакций перекиси водорода замечательна реакция ее на окись серебра, причем получаются: вода, чистое металлическое серебро и кислород, 2 пая которого получились из соединения кислорода окиси серебра с кислородом перекиси водорода. Кроме того, перекись водорода выделяет также кислород в присутствии угля и серебра.

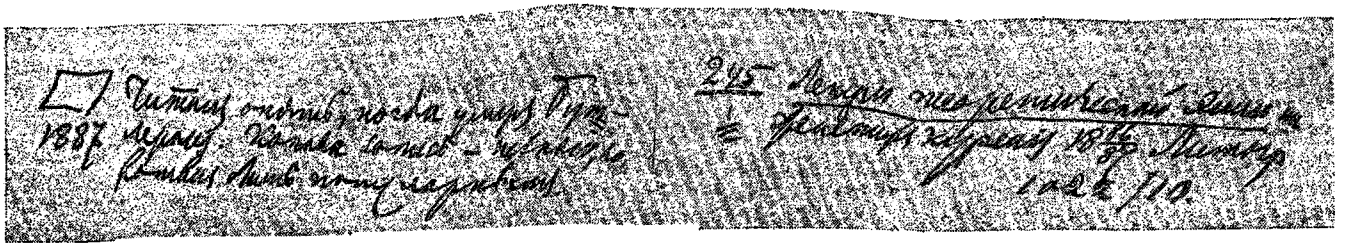
ЛЕКЦИЯ XVI

Азот, в свободном и газообразном состоянии, находится в воздухе в значительном количестве, а именно он составляет около $^4/_5$ (по объему) воздуха. Кислород, как мы уже видели, находится больше в массе земли, чем в воздухе, тогда как азотные соединения в глубине земли совершенно не находятся, кроме только тех, которые проникли с поверхности земли. Обстоятельство это вполне зависит от характера этого элемента, вообще отличающегося химическим безразличием; соединения его, если и образуются, то столь не прочны, что разлагаются при малейшем накаливании, что и служит объяснением отсутствия в массе земли азотных соединений. Вследствие всего этого, азот и считается элементом совершенно поверхностным на земле, не распространяющимся в ее глубь. Но, как бы взамен всего этого, азот входит в состав всех животных и растительных организмов; ни одной растительной или животной клетки, т. е. элементарной формы организма, не существует без содержания в ней азотистого вещества. В теле животных все ткани образованы, так называемыми, азотистыми веществами, в растительных же телах, хотя оболочки клеток и составлены из веществ, не содержащих азота, но зато содержимое клетки, живое и деятельное, содержит, как и ткань животных, азотистые вещества; а известно, что все образовательные процессы, характеризующие растительные организмы, каковы: деление, рост, размножение и образование новых клеток, совершаются на счет этого внутреннего азотистого вещества. Итак, мы видим, что в растениях, сравнительно с животными мало деятельных, отличающихся отсутствием так называемой чувствительности, неспособностью к произвольному движению, количество азотистого вещества весьма мало по отношению к животным, все ткани которых содержат в себе почти исключительно азотистые

вещества. Надо заметить, что органы низших растений в особенности водорослей, приближаются иногда по формам и свойствам к животным организмам; это, так называемые, крупинки размножения, или зооспоры водорослей, или вообще те части, которыми последние размножаются. Выходя из водорослей, зооспоры эти представляют, по способности двигаться, много сходства с низшими животными; кроме того они, повидимому, как бы подчиняются впечатлениям от окружающих предметов, так как приближаются к ним и отходят от них. При этом они и по составу своему вследствие содержания в наружной оболочке азотистого вещества, приближаются к животным.*

---

* Конец найденных записок. [*Прим. ред.*].



Читал опять, когда умер Бутлеров. Какова запись — не знаю, но хотел быть популярным.

1887

245 Лекции теоретической химии на Женских курсах, 1886/87. Литогр[афированные].

1022/10.

Лекціи теоретической химіи

читанныя на высшихъ женскихъ курсахъ

Пр. Менделѣевымъ.

Стенографическое изданіе

18 86/87 г.

[illegible]

[ЛЕКЦИЯ 1]*

Я вступаю на эту кафедру на место столь рановременно утраченного бывшего вашего профессора и нашего общего друга Александра Михайловича Бутлерова... Я в первом слове считаю нужным обратиться к его памяти для того, чтобы рассказать вам все его большое значение для русской науки и вообще для всей науки, т. е. для познания истины и для распространения знаний в нашей стране. Не буду на этом останавливаться, потому что Русское химическое общество на одном из своих собраний в недалеком времени будет излагать все относящееся к этому, но начинаю с этой стороны свое изложение в воспоминание о бывшем вашем профессоре, чтобы сделать ясным в немногих словах, почему память этого человека и его значение так важны. В чем здесь дело? Оно не в том, как может показаться сначала, что человек много работал, что он открыл много того, что до тех пор не было известно, потому что хотя это одно составляет заслугу, но не дает того значения, которое имел Александр Михайлович не только в России, но и во всем научном мире. Что же было особенного в его деятельности? Ведь, в сущности, работать нужно всякому много, а явление нормальное не составляет само по себе заслуги. Но в А. М. было другое. Все время его работы были направлены к тому, чтобы во всем видимом и осязаемом увидеть сторону невидимую, постигнуть и разобрать ее до конца. Вот эта-то сторона не дается всем в большинстве случаев и остается чуждою в обыденной жизни. Обыденная жизнь обращает внимание на те химические явления, где больше всего видимости, видимости того, что главным образом и бросается в глаза. Вот в А. М.

---

* В литографированном издании первые две лекции подписаны Д. И. Менделеевым, на всех остальных листах имеется подпись: «за проф. Менделеева — Ив. Богомолец» [*Прим. ред.*].

Бутлерове и было то, что его всю жизнь освещало стремление проникнуть через видимое в невидимый мир тех химических процессов, которые он изучал. Это стремление направляло его деятельность, и потому изложение химии прилично мне начинать воспоминанием о нем, потому что задача теоретической химии состоит не в описании отдельных частей химии, а, исключительно, в изложении того невидимого, что в химизме проявляется.

Без сомнения, вам уже совершенно ясно должно быть то, что явление химическое есть такое явление, при котором происходит невидимое внутреннее движение в веществе, и вы знаете, что материя остается тою же и в том же количестве, но иначе распределяется вследствие внутреннего движения, которое мы умственными глазами должны ясно себе представить, но непосредственно уловить не можем. Следовательно, химизм сам по себе состоит в движении и относится к разряду явлений, рассматриваемых в динамических областях знаний. Но в то время, когда химических процессов не совершается, имеется ли в действительности статическое—покойное—состояние вещества? Это вопрос, который, собственно говоря, не надо было бы затрагивать, излагая химию и химические отношения и считая статическим состоянием то, в котором химических изменений не будет. Но оставаться при этом — это значит оставаться в темноте и не иметь в самом деле возможности проникнуть в сущность явлений. Очевидно, лишь в общей связи всех явлений можно искать ответ на вопросы, касающиеся сущности явлений. Нет ни одной специальности, которая не была бы назначена для освещения какой-нибудь части знания; возможность постижения одной части знания доступна через совокупность сведений, доставляемых несколькими отраслями знаний. Статическое состояние тел по отношению друг к другу есть то, которое рассматривается в особых отделах физики. Но вы знаете, что статическое состояние не существует ни в одном теле, ни в одном из его состояний. Напомню вам это в одном опыте, конечно, вам уже известном. Если у нас будет масса газа, в которой мы не замечаем внешнего движения, называемого нами ветром или звуком, то эта масса, видимо для нас, — в покое, но, однако, каждая частица этой массы газа все-таки находится в движении, незаметном для наших глаз. Это доказывается тем, что газы проникают друг друга, чего нельзя объяснить иначе, как движением частиц газа, оживотворенных известным запасом сил. Это движение, как и всякого рода движение, может быть пре-

вращено в видимое движение, что можно сделать, заставив газ проходить через пористую, с маленькими отверстиями, стенку. Вы, вероятно, видели тот опыт, когда водород проходит во много раз скорее воздуха через стенку пористого сосуда. Я сослался на этот опыт только для того, чтобы напомнить вам, как легко демонстрируется существование внутреннего движения в совершенно покойной на наш взгляд массе. Так же, как для газов, доказывается существование внутреннего движения для жидких и даже для твердых тел. Напомню вам в этом отношении опыт.

Если взять кристаллы, например квасцов, растереть и бросить порошок в воду, взятую в таком количестве, чтобы в ней оставался нерастворенным порошок квасцов, и оставить такой сосуд на долгое время, не давая H^2O испаряться при комнатной температуре, что, хотя и трудно, но возможно, то окажется, что через несколько лет порошка не будет, а квасцы в воде примут форму правильных кристаллов. Этого нельзя объяснить иначе, как движением. Этот род движения относится к числу [примеров], так называемого, подвижного равновесия. Эти немногие примеры, в которых наблюдается изменение состояния, но в которых нет химического изменения, я привожу вам для того, чтобы показать вам, что тут внутреннее движение легко демонстрировать. Но, с другой стороны, в области чистой физики, т. е. в области знаний, которые касаются света, электричества и т. д., важна, несомненно, сумма доказательств, которые показывают, что световые, магнитные, тепловые и т. д. явления суть не что иное, как особые виды движения, в которые химически спокойные вещества вступают при некоторых условиях и производят те или другие ощущения. Так что никакому сомнению не подлежит то, что материя не находится в состоянии покоя, но она находится в невидимом движении. Следовательно, статика не существует, говоря относительно внутреннего состояния. Чтобы ясно представить себе картину того, что подразумевается под именем химической статики, я употреблю уподобление, которое не есть просто конфигурация; я хочу сказать, что наша солнечная система, как вы знаете, не находится в состоянии покоя. Как само солнце вращается, так и планеты вращаются около него и их спутники вокруг них.

Все это движение удерживается веками, и есть доказательства, что и прежде оно шло так же, как и теперь, и что это есть равновесие, подобное статическому состоянию, в котором находится вещество, когда неизменного покоя нет, но ста-

тика относительная. Чтобы представить себе химическое явление в его сущности, надо представить себе какую-нибудь внешними силами к солнечной системе придвигающуюся другую подобную же систему до соприкосновения с нею (система эта должна быть такая же не статическая, как и солнечная, но такая же равновесная), тогда бы произошла пертурбация, и из двух систем образовалась бы новая система, которая была бы не чем иным, как новым химическим соединением. В сущности и тогда не было бы покоя, и теперь его нет, но в промежутке была пертурбация, и только этот промежуточный процесс и будет в химическом смысле динамическим. Поэтому, разделяя все учение о химических отношениях на статические и динамические отношения, я считал нужным сказать, что здесь понятие о статике есть понятие относительное. Но вникая далее в то, что мы можем сказать о статическом состоянии вещества в химическом смысле, мы увидим, что тогда, когда не имеется вовсе химического превращения, когда вещества остаются тем же, чем и были, все же существует то движение, которое несомненно составляет химическую динамику. Дело в том, что сведения о веществе в том случае, когда оно не изменяется с химической точки зрения, выражаются не чем иным, как понятием о составе и строении вещества, или распределением в нем составных начал в том или другом виде и порядке. Ничего другого о химизме в состоянии покоя мы не можем сказать, и только затем остается изучать стороны статические и динамические в физическом состоянии вещества, находящегося в покое.

Но обе эти стороны познаются не иначе, как из превращения вещества, т. е. и наши статические представления о составе и строении вещества ведут начало от динамических отношений. Следовательно, не должно под именем химической статики подразумевать состояние покоя и неподвижного равновесия; если же можно подразумевать, то — равновесие, подобное тому, в котором находится солнечная система. И я обращаю особенное внимание на то, что представление химического характера о веществе и его отношениях объясняется весьма значительно, когда в голове будет пребывать [э]тот параллелизм между внутренним строением вещества в его незаметно малых частях и строением вселенной в виде строения солнечной системы. Одно бесконечно мало, так что мы не можем его видеть, другое безгранично велико, так что только умственными глазами в состоянии его увидеть. Ни микроскоп, ни телескоп, никакое орудие,

усиливающее внешние органы наблюдателя, не в состоянии демонстрировать виды движения и состояния вещества, которое, несомненно, становится [доступным] умственн[ому] глаз[у], или тому шестому органу чувств, которым снабжено всякое разумное существо. Поэтому все дальнейшее изложение наше будет разделяться на химическую статику и химическую динамику. В статике мы прежде всего коснемся того, что называется составом тел, а затем отношением этого состава к физическим свойствам вещества, а в динамике будет находиться изложение тех процессов или того рода движения, которое совершается в химическом процессе. Я не хочу оканчивать это вступление, не обратив ваше внимание на то, что предмет этот будет читаться в кругу лиц, не посвящающих себя химии, а в кругу лиц, которые желают в этом учреждении получить преимущественно общее образование. Общее образование никогда не ограничивается одним всезнанием, но всегда специализируется. Оно иногда имеет своею ближайшею целью чисто практические задачи, иногда же нет, но практические задачи являются всегда как неизбежное следствие разумного отношения к жизни и как результат образования. Зачем же, спрашивается, — и я старался дать себе отчет в этом, — в таком учреждении, где главная цель есть прежде всего общее образование, специализированное только на факультеты, входить в тонкости научного предмета и излагать особо такой предмет, как теоретическая химия? Мне кажется, что это нужно по той причине, что всякий предмет знаний становится наукой, когда соприкасается с невидимым и бесконечным и когда это соприкосновение становится ясным, тогда получается в чистом виде наука. Вы знаете, что математическая наука начинается в высших курсах именно с учения о бесконечно малом; вы знаете также, что в физике и химии, в тех по крайней мере размерах, в которых она составляет предмет высшего образования, с самого начала приходится обращаться не к одному тому, что мы ощущаем, а переноситься к тем отношениям, где вещество представляется в виде бесконечно малых атомов на бесконечно малых расстояниях и нам приходится в них судить об таких же изменениях, какие мы наблюдаем в наших опытах. Начинается физика и химия с изучения бесконечно малых величин материи и обсуждения тех явлений, которые с нею происходят. В сущности это подобие с тем, что совершается в математике, совершенно ясно: как там мы произвольно делим кривую, так и здесь мы дробим материю

на ряд атомов для удобства; но, во всяком случае, первый главный признак знания заключается в том, что оно не ограничивается одним наблюдением, не сосредоточивается на одном материальном, но стремится к бесконечному на бесконечном расстоянии в бесконечное время и в бесконечных размерах. В курсах опытных знаний это стремление проникнуть в бесконечное сразу, так сказать, забивается обилием фактов, которые представляет экспериментальный курс. Анализируя то впечатление, которое должен производить курс химии, я всегда замечал, что главное впечатление остается от тех внешних явлений, которые здесь представляются в первый раз, а между тем, чтобы вам разуметь науку в собственном смысле, чтобы подражать своему бывшему профессору Александру Михайловичу, для этого единственное средство оставаться на высоте понимания невидимого, и вот для этой цели единственно специальный курс посвящается такой химии, где не будет для вас демонстраций, а где вы будете вспоминать о тех явлениях, которые вы уже видели. Я считаю это чрезвычайно полезным и важным, потому что через это одна из естественных наук приобретает то значение, которое она имеет. Утверждают, что естествознание есть повод, средство к развитию материализма. Есть доказательства совершенно противного: материализм существовал в классическом мире, а естествознания там не было. С другой стороны, если вникнуть во все области естествознания, начиная с астрономии, физики и химии, то мы увидим здесь более всего стремление, не останавливаясь на одном внешнем, проникнуть вглубь, другими словами, естествознание, как целый организм, не состоит из одного внутреннего или одного внешнего, а из комбинации их и если в первоначальном курсе нельзя избежать непонимания внутреннего, то это вследствие богатства тех явлений, которые можно видеть в начальном курсе химии, но эта сторона понимания химии, понимания внутренних процессов постигается при изучений *теоретической химии.*

[ЛЕКЦИЯ 2]

В химической статике на первом месте стоят те основные понятия, которые Лавуазье ввел в нашу науку, а именно: представление о постоянстве и вечности материи, т. е. о том, что она ни при каких изменениях не изменяется в массе, и представление о простых телах. Эти два основания заложены в фундаментах знания о современной химии. Первое из них не подвергалось никаким изменениям с тех пор, как Лавуазье установил его, и благодаря новым исследованиям все более и более укреплялось и до сих пор не подлежит сомнению, что же касается до второго понятия, — понятия о простых телах, то это представление заслуживает рассмотрения, что я и сделаю. Вследствие того, что это понятие со времен Лавуазье подвергалось весьма крупным изменениям и до сих пор возбуждает сомнения, я скажу несколько слов о природе простых тел.

Первоначально понятие о простых телах было чисто эмпирическое. Лавуазье говорил, что, разделяя тела, мы доходим до таких частей, которые разложению не подвергаются, и называем их простыми телами. Он был чрезвычайно осторожен в этом отношении и, хотя ясно видел, что такие землистые вещества, как известь, едкая окись натрия и т. д. представляют собою вещества сомнительные, однако говорил, что их надо считать за простые тела, пока мы их не разложили. Поэтому много лет спустя многие из тел, признанных им за простые, были причислены к сложным. Деви доказал, что многие землистые вещества суть тела сложные, кислородные соединения особых металлов. Над историей этого я не буду останавливаться, потому что это вам вполне известно из курса опытной химии, но хотя в нескольких словах остановлюсь на одном примере, который долгое время представлял повод прямо к эмпирическому представлению о сложных телах, совершенно как

о простых. Дело касалось урана и его соединений, из которых окись урана, которая получается из соединений урана действием восстановителей, например угля, принимали первоначально за металлический уран; затем соединения окиси урана были выражены как соединения вещества, признанного за простое металлическое тело — уран. Впоследствии исследования Пелиго показали, что, накаливая вещество, принимаемое за металлический уран, с углем в струе хлора, получае[м] летучее хлористое соединение, от которого действием Na можно отнять хлор и получить металлический уран, который, окисляясь, дает то вещество, которое первоначально принимали за уран. Следовательно то, что называли простым телом, оказалось телом сложным. Тем характернее этот пример, что эта группа, содержащая истинный металл уран и кислород, принимавшаяся прежде за металлический уран, является как сложный радикал, переходящий из одного соединения в другое. Из всего этого видно ясно, что /одно простое, эмпирическое определение простых тел как тел, которые до сих пор не разложены, представляет повод к сомнениям. Можно сказать, что тела, которые мы считаем за простые, кажутся нам такими только потому, что мы не имеем средств раздробить их на составные начала. Вот та исходная точка, на основании которой держится представление о том, что понятие о простых телах есть нечто искусственное, отвечающее современному состоянию знаний, но не природе. В этом отношении должно обратить внимание на два разряда мыслей, которые существуют. По мнению многих, существует некоторая простая материя, которая далее не разделяется и из которой сочетанием известным образом получаются простые тела. Этот вид понятия более распространен. С другой стороны, существуют понятия о том, что мы только случайным образом имеем известное сочетание простых тел, а существует несколько простых тел, неизвестным сочетанием которых получаются все известные нам простые тела. Вы знаете, что есть возможность подвергать сложные тела целой сумме изменений без изменения в них ядра, т. е. существуют так называемые радикалы. Достаточно взять для примера синерод, аммоний, этил и т. д., чтобы видеть, что подобное сомнение в природе простых тел имеет за себя аналогии в сумме известных химических данных. Таким образом, является невольное сомнение и в основном, исходном пункте химического учения. Все опирается в настоящее время на добытых уже химических сведениях, и так как стремятся

определить природу сложных тел, как определенный продукт сочетания тел простых, то, следовательно, если есть неточности в основании определения простых тел, то и все здание химического строения было бы шатко. Но в действительности дело крепче, чем кажется на первый раз. К этому предмету я еще перейду, но первоначально считаю нужным коснуться того глубокого, важного различия, которое должно стоять между понятием о простом теле и элементе; нередко в словах они смешиваются между собой, а потому нужно понимать их различие. Когда Лавуазье устанавливал основы своих химических понятий, тогда не было известно множество таких законностей, которые были впоследствии открыты. Важнейшую роль в этом отношении играют открытия Дальтона в Англии и Гэ-Люссака во Франции относительно образования определенных химических соединений. Вам, конечно, известен этот закон, установивший отношения, в силу которых и укрепилась та сумма понятий, которая соединяется в общем представлении атомистического строения вещества.

Атомистическое учение было и в древности, но чисто как метафизика. Ум, балуясь, задавал себе задачу о том, что делится ли материя до бесконечности, или нет. Из этих двух допущений следствия будут различны, а потому метафизики древности судили об этом не одинаково. Но современное атомистическое учение не оттуда происходит. Подобно тому, как при анализе механических и физических явлений и при рассматривании геометрических фигур делят сплошную кривую или время, в течение которого совершалось падение или движение тел, умственно, ради удобства анализа, на произвольно малые части, точно таким же образом для удобства представления природы вещества делят его на части. Или подобно тому, как кривую представляют составленною из бесконечно малых прямых линий, так и тело делят на части, называемые атомами. Это такой удобный способ исследования, такой исторически важный, что он и удерживается при исследовании. Так что мы, говоря об атомах, не будем под этим словом подразумевать то, что подразумевали метафизики, не нечто неделимое, а то, что при данных условиях представляется неделимым. Точно так же, при обсуждении солнечной системы, планеты представляются неделимыми и не делящимися при рассмотрении этого явления, хотя мы знаем, как они громадны и в самом деле механически делимы; но мы имеем право при обсуждении этого дела считать их неделимыми, атомами в нашем

смысле слова. Известно, что представление об атомах весьма сильно опирается на закон определенных химических отношений, к чему мне придется еще вернуться впоследствии, когда я буду говорить о растворах и других неопределенных химических соединениях. Допустив атомическое строение вещества, понятие о простых и сложных телах приобретает совсем иной смысл.

Понятие о простом теле будет перенесено на понятие о простых атомах, а тело сложное будет составлено из нескольких различных простых атомов.

Я не считаю необходимым останавливаться на том, что простые тела могут подвергаться изменениям. Уголь, графит и алмаз имеют одну и ту же природу атомов, но не одинаковое сложение; точно так же сера, кислород и т. д. имеют различные видоизменения с различными свойствами благодаря различной группировке одних и тех же атомов. Графит и алмаз суть тела простые, а углерод — отвлеченное понятие об элементе, который содержится в этих телах, или о том неизменном, которое переходит в ряд соединений С. Элемент представляет понятие отвлеченное, это именно то однородное вещество, атомы которого входят в состав как простых, так и сложных тел. И вот лишь только мы на этом представлении остановимся, на этом различии понятий о простом теле и элементе, то вышеупомянутые сведения о способности простых тел к дальнейшему разложению приобретают совсем особый смысл. Все-таки рождается один вопрос: однородна ли материя или разнородна, т. е. атомы, составляющие элементы и простые тела, которые химия признает, суть ли такие, которые различны по своей природе или представляются составленными из одного вещества. Вопрос в том, много ли элементов или существует одна общая материя? К разъяснению этого стремились с разных сторон. И вот в сегодняшней лекции я хочу рассказать о тех попытках, которыми стремились доказать, что материя однородна и понятие о простых телах есть понятие искусственное. Я не стану на этом долго останавливаться, а коснусь только двух родов исследований, которые в этом смысле имеют исторически важное значение, а именно гипотезы Прута и Локиера.

По гипотезе Прута все простые тела суть не что иное, как сочетание атомов водорода.

Когда впоследствии последователи Прута убедились, что такое представление не выдерживает экспериментальной критики, то они готовы были согласиться с тем, что все

простые тела и водород составлены из неизвестной [нам материи. Опирались Прут и его последователи на то численное отношение, которое замечается в величине атомов простых тел. Если мы станем исследовать множество тел, то узнаем, что отношение в весе атомов при тщательнейшем исследовании выражается простыми целыми числами. Так, в воде заключается на одну весовую часть водорода 8 частей кислорода, в глиноземе 2×27 Al на 3×16 O. Весь вопрос в том: есть ли при этих числах дроби или нет? Если они не имеют дробей, то можно сказать, что все простые тела состоят из H. Если же они и представляют дроби, то спрашивается, не представляют ли дроби эти некоторой соизмеримости, например $^1/_3$ и $^2/_3$ или $^1/_2$ единицы? Тогда бы можно было сказать, что простые тела состоят из такой основной материи, вес атома которой $= ^1/_2$ или $^1/_3$ веса водородного атома. Следовательно, вопрос этот подлежит решению. Ведь прием естествознания состоит в том, чтобы сводить вопросы, кажущиеся неразрешимыми с абстрактной точки зрения, на части вопроса, подлежащие точному исследованию. Ум прежде думал, что может выбраться отовсюду сам. Говорят: познай самого себя и все узнаешь. Но естествознание тем и важно, что стремится отыскивать пути во внешней проверке своих положений. Если же мы коснемся проверки гипотезы Прута, то все сводится на величину атомов, а тщательность определения этой величины зависит от совершенно различных обстоятельств, не только от того, чтобы, так сказать, чисто работать — ничего не потерять при взвешивании, принять во внимание поправку при взвешивании на воздух, но и от чисто внешних сторон, как, например, от инструментов, с которыми приходится иметь дело. Для химических целей прежде употреблялись такие же весы, какие употребляются для взвешивания обыкновенных предметов, теперь же есть весы, при которых точность доводится до возможных пределов. Во время Лавуазье можно было определить $^1/_{10000}$ доли только приблизительно, в практике же едва можно было определить $^1/_{10000}$ и $^1/_{1000}$ доли, а в настоящее время точность определения превосходит миллионные доли, а $^1/_{100000}$ наблюдается легко. Следовательно, степень точности для атомных весов есть величина условная, но есть возможность принять во внимание ту возможную погрешность, которая случается. Этот предмет излагается в курсе математики; но вам нужно знать, что есть возможность двойным образом узнать ошибку. Во-первых, [для] каждо[го] из действий, из кото-

рых слагается результат, можно вывести и какая будет погрешность; так, например, при анализе надо знать степень погрешности в осаждении, поправку на взвешивание в воздухе и т. д. Но есть и другой способ, который еще чаще употребляется и состоит в умножении чисел и количества наблюдений и в сличении отдельных получающихся чисел. Если сделать целый ряд наблюдений и в одном числе выйдет погрешность с +, а в другом с —, то в результате, имея много данных, из них мы можем получить среднее, с гораздо меньшею погрешностью. А рассматривая различие в отдельных наблюдениях, есть возможность вывести величину всей погрешности для конечного результата. Таким образом, и в определении атомных весов двумя способами можно узнать ту погрешность, которую мы имеем в данном числе, и можно сказать, что находимые числа заключаются в пределах найденных чисел с плюсом и с минусом такой то погрешности.

Для проверки гипотезы Прута было произведено много опытов, из них важнейшие по достигнутому результату и точности исследования сделаны брюссельским профессором Стасом, который для нескольких простых тел, именно для серебра, калия, натрия, лития, брома, хлора, иода и других делал определения величины атомного веса по отношению к кислороду и водороду и несколькими способами нашел, что, противно гипотезе Прута, величина атомов никаким образом не выражается не только целыми числами, но и соразмерными величинами. Нет никакого простого тела, величиною которого можно бы было выразить атомные веса исследованных им тел; так что с тех пор (это случилось лет 20 тому назад), как это исследование было окончено, мысль о том, чтобы разрешить понятие о природе простых тел тем способом, каким хотел достичь Прут, совершенно оставлена. Я не стану входить в те новейшие попытки, которые в этом отношении были сделаны, потому что существо дела остается до сих пор в том виде, в каком было оставлено трудами Стаса, и обращусь к другому приему, при помощи которого думали доказать, что понятия о простых телах суть понятия искусственные. В 60-х годах родился новый род наблюдений — спектральный, и вследствие того, что спектральные наблюдения дали возможность получить понятие о составе небесных светил, родилась мысль: не воспользоваться ли этим родом наблюдений для определения природы простых тел. Долго были шатки попытки, но лет 10 тому назад в руках Локиера наблюдения эти сложились в целое учение, которое я вкратце

и передам. Вам известно, конечно, что существуют спектры двух родов: во-первых, светящиеся, которые испускаются накаленными частицами тел, и, во-вторых, — спектры поглощения, которые зависят от прохождения света через среду, которая сама по себе испускала бы спектр, если бы была накалена. Кирхгоф показал, что среда, задерживающая лучи известного показателя преломления, при накаливании испускает более всего такие же лучи. Следовательно, среда, испускающая свет, при переходе через нее лучей дает на спектре темные линии, подобные фраунгоферовым и которые могут быть наблюдаемы во многих бесцветных растворах, когда через них смотреть, например, на свечу. В солнечном спектре мы видим темные линии поглощения, зависящие от того, что солнечное ядро испускает хотя и сплошной спектр, как накаленные жидкости и твердые тела, но солнце окружено атмосферой, в которой находятся пары простых тел, задерживающие, [т. е.] поглощающие некоторые линии, почему и являются темные полосы, прямо показывающие на природу тел, находящихся в солнечной атмосфере. Но и о солнечной атмосфере можно судить не только по темным линиям спектра. Если трубу спектроскопа направить на край солнца, то можно получить лучи света, идущие только от атмосферы; и оказывается, что она распространяется далеко за пределы солнца. Слабо накаленная, она видна только при солнечном затмении, когда она составляет те выступы, которые известны при наблюдении солнечного затмения. Можно доказать, что в этой атмосфере имеются такие же простые тела, которые в солнечном спектре узнаются по темным линиям. Рассматривая эти темные и светящиеся линии, Локиер выставил несколько обстоятельств, которые истолковывал таким образом, что они показывают разложимость известных нам простых тел. Я не могу входить здесь в подробности и только резюмирую вкратце. Во-первых, он настаивал на том, что некоторые простые тела, как стронций, кальций и т. д. имеют некоторые линии, тождественные между собой. Дальнейшие исследования показали, что эти линии действительно близки, но не тождественны. Так что только неточность приборов, бывших у Локиера, дала повод ему притти к такому заключению. Вскоре им замечено было обстоятельство, заслуживающее внимания. Он нашел, что, при наблюдении, на солнце, в особенности на краях его разных пятен и выступов, у некоторых простых тел остаются известные линии, а другие исчезают. Ведь спектр многих простых тел состоит из

нескольких линий, а других из нескольких сот видимых линий. Локиер утверждает, и это оказывается справедливым, что при наблюдении спектра солнечного диска некоторая часть [линий] остается, а другая исчезает; в иных же случаях первая исчезает, а вторая остается, а иногда и весь спектр исчезает. Локиер при этом рассуждает таким образом: данное тело разлагается на две части, следовательно, то, что мы называем простым телом, есть не что иное, как тело, состоящее из начал, разложимых при солнечной температуре. Так как мы не имеем такой высокой температуры, которая измеряется не одною и не двумя, а десятками тысяч градусов, т. е. мы не можем делать такие разложения, какие делает солнце, то он и мог предположить, что вещества, нами неразложимые, могут быть разложены на солнце. В этом отношении должно обратить внимание на указания Цельнера. Он исследовал дело не только с опытной стороны, но и со стороны анализа явлений и показал, что световая напряженность, плотность света бывает различна. Ведь, чтобы видеть спектр, надо иметь световое напряжение, иначе мы его не увидим, следовательно, если мы его видим, то это зависит от большей или меньшей яркости спектроскопических линий. Цельнер и показал, что эта видимость линий определяется температурою и толщиною слоя, в котором температура эта удерживается. Кроме того, известно, что одно и то же тело при разных температурах и давлениях имеет далеко не одинаковые спектры. Следовательно, понятно, что на границе солнца, равно как и в его облаках, которые составляют его пятна, температура и толщина слоя будут не одинаковы почему одни линии будут видны, а другие нет. Итак, это одно обстоятельство объясняет то, что Локиер принял за разложимость простых тел.

[ЛЕКЦИЯ 3]

Из того обстоятельства, что звук и свет представляют явления колебания, следует, что, хотя не все, но многие изменения в них будут одного и того же рода, а потому по прямому наблюдению звука и по непосредственному опыту оказывается, что когда звучащее тело приближается или удаляется, то и тон повышается или понижается; точно так же, когда светящийся предмет приближается к наблюдателю или удаляется от него, то показатель преломления тех лучей света, которые тело испускает, изменяется и, следовательно, видимым образом лучи уклоняются в сторону или красного, или фиолетового концов спектра. Вот то предварительное сведение, которое необходимо для того, чтобы понять наблюдения, сделанные над солнечным спектром и первоначально открытые Локиером и наблюдающиеся постоянно, можно сказать, на множестве светящихся небесных тел. Именно, положение фраунгоферовых линий, показывающих присутствие тех или других простых тел в небесных светилах, то изменяется, то занимает то самое положение, которое мы наблюдаем для спектров этих самых простых тел в спокойном состоянии. В настоящее время этот предмет отлично исследован и служит к тому, что при помощи величин отклонения фраунгоферовых линий можно определить скорость движения светящегося тела. Так как скорость света известна, длина волны для каждой линии тоже, то понятна возможность через наблюдение тех отклонений, которые наблюдаются для спектральных линий, судить о скорости такого движения. Конечно, скорость должна быть громадна для того, чтобы можно было заметить уклонения. Предмет этот в настоящее время систематически исследован, и найдено, что, с одной стороны, уклонения идут или вправо, т. е. к фиолетовому концу спектра, или влево — к красному, смотря по тому, куда движется светящееся тело, к нам или

от нас. Такие же уклонения наблюдаются и на солнце. Когда наблюдаются солнечные пятна и те выступы, которые солнце представляет, оказывается, что многие из них, как это можно видеть на краях солнца непосредственным наблюдением, имеют быстрое поступательное движение. Это суть роды извержения, которые существуют на солнце. Солнце находится в том геологическом периоде светил, когда все находится в расплавленном, парообразном состоянии, когда подвижность громадна, как в массах пара, и, следовательно, малейшие изменения в одну сторону переменяют упругость и заставляют газовую массу двигаться, и поэтому замечаются на солнце протуберанции, которые тогда превосходят весь диаметр солнца и только вследствие слабости накаливания мы их не видим простым глазом, но можем наблюдать спектроскопическим путем. Точно так же и во время солнечных затмений, когда солнечный свет прегражден положением луны, можно видеть непосредственно те атмосферические перемены, которые существуют на солнце. Они в сущности подобны тем изменениям, которые совершаются на земной поверхности, с тою только разницей, что земная атмосфера составляет только часть диаметра земли, тогда как в солнце все есть атмосфера. Пятна на солнце суть не что иное, как проекции тех изменений, тех прорывов среди солнечной атмосферы, которые там существуют. Если солнечное пятно наблюдается спектроскопически, то замечается, что часть спектра остается неподвижною, другая же сдвинулась вправо или влево. Вот делая многочисленные наблюдения в этом отношении, Локиер и дал тот самый аргумент, который он выставил для убеждения в том, что простые тела на солнце разложены. Известно с давних пор, что спектр железа весьма сложен, т. е. что он содержит целые сотни спектральных линий, весьма хорошо изученных Кирхгофом. Спектр этот повторяется во всех оттенках на солнечном спектре в фраунгоферовых линиях. Следовательно, присутствие железа на солнце не подлежит сомнению. Локиер заметил, что весьма часто, хотя не всегда, сдвигается в сторону, вправо или влево, только часть тех фраунгоферовых линий, которые принадлежат железу; другая же часть остается на месте. Он и говорил, что это может случиться только при разложении. Одна составная часть подвергается движению, участвует в движении; другая же остается неподвижною на месте. На первый раз такого рода наблюдения кажутся необъяснимыми и требующими некоторой новой гипотезы для того, чтобы их уразуметь. Но дело в сущности гораздо

проще, чем то казалось Локиеру и делается ясным после указаний, сделанных Клейбером. Эти указания основываются на наблюдениях и исследованиях Цельнера, о которых я упоминал, что яркость фраунгоферовых линий определяется температурой и толщиной того светящегося слоя, который дает спектр. Ведь дело в следующем: представим движущуюся газо- или парообразную массу солнца, испускающую свет от своих концентрически наложенных друг на друга слоев. Движение, которое существует и производит извержение солнца или протуберанцию, совершается, как атмосферное явление, иногда в огромнейшем пространстве, иногда же — в ограниченном. Подобно тому, как бури или циклоны, или другое атмосферное явление существуют только на части земной поверхности, так и на части солнечной массы существует атмосферное движение, которое направляется или к нам или от нас и происходит по направлению радиуса солнца. Если так, то мы получим свет, идущий не только от этого подвижного слоя, но и от тел, которые неподвижны. Железо же находится и в глубоких частях солнечной массы и в самых верхних слоях, выбрасываемых при протуберанциях. Следовательно, тот спектр, который мы видим для железа, есть совокупность спектров разной степени яркости, находящихся на разных глубинах. От одного спектра одна спектроскопическая линия будет более яркая, от другого — другая, потому что цельнеровские наблюдения показали, что одно и то же тело представляет разные спектры — смотря по той температуре и давлению газа, при которых мы его наблюдаем. Не только у азота, но и у хлора и других веществ, спектр изменяется, смотря по температуре, в которой находится накаленное вещество. Следовательно, от разных частей солнечной массы, имеющих в разных своих концентрических слоях разную температуру, доходят до нас различные спектры, наложенные друг на друга, и совокупность представляет тот спектр железа, который мы наблюдаем в фраунгоферовых линиях. Следовательно, часть спектра может оставаться неподвижной, потому что она отвечает слою, не находящемуся в движении, а другая часть, отвечающая движущемуся слою, — передвигается. В сущности, как замечает Клейбер, очень важно то обстоятельство, что в некоторых случаях некоторые спектральные линии просто на просто расширяются, т. е. остаются на месте, и в то же время расширяются или вправо, или влево, к красному или фиолетовому краям спектра. Это объясняется тем, что в слое, дающем цветные линии, существует часть слоя в движении,

а часть в спокойном состоянии. Следовательно, и эта сторона доказательства Локиера не может быть основательною, т. е. нельзя признавать на основании смещения части линий железа сложности этого простого тела. Таким образом, я рассказал две главные попытки опровергнуть существующее представление о простых телах. Их нельзя, оказалось, удержать, т. е. следует оставаться при понятии об элементах и простых телах при условиях доступного физико-механическому и во всяком другом отношении делению вещества. Но здесь невольно мысль возвращается к единству материи, т. е. мысль возвращается к тому понятию, что все для нас разнообразно только потому, что мы не умеем этого разнообразия расчленить. Не только во времена господства метафизических понятий, но и во времена господства опытных знаний одна и та же мысль повторяется. Причина этому лежит в той основной мысли, которая находится как в философии самой по себе, так и в естествознании, которое есть не что иное, как вид философии. Философствующая мысль постоянно возвращается к одному и тому же, потому что переходит из созерцания разнообразия в природе к представлению о единстве, и единство есть коренное начало, которое разыскивается всегда и повсюду. Когда мысль разбрасывается на множество частностей, совершенно законно пылко стремиться к единству. Но если, как в естествознании, ныне единство, так сказать, уже во множестве случаев демонстрировано наивысшими способами, когда, например, единство, скажем, хотя бы материи, находящейся перед нашими глазами, в наших руках и всюду во вселенной оказывается несомненно доказанным, когда и в других случаях обобщение об единстве также подтверждается, например как тяготение и падение тел на землю, и причины движения светил оказываются зависящими от одних и тех же законов, когда, таким образом, эта мысль о единстве повсюду подтверждается, из разных сторон выступает и демонстрируется, тогда уже, может быть, пора и время задать себе другой вопрос: ведь, если все едино и едино, то из единства ничего другого не выйдет, кроме единства. Понятно поэтому, что философствующая мысль не может себе представить, чтобы при единстве условий и отношений получилось то многообразие, которое нас поражает; как же разуметь это многообразие по отношению к вещественному миру, когда допустить единство? Единство материи составляет аксиому настоящего времени. Где же корень того разнообразия, которое в мире встречается вокруг нас? Дру-

тими словами: если философская мысль заставляет искать и причину единства однообразия, то она также должна заставлять искать и причину разнообразия. И разнообразие становится возможным, если мы допустим, кроме общего единства, такие степени различий, какие существуют между простыми телами. Признав простые тела, как последние грани делимости вещества, мы понимаем, что, хотя бы простых тел было мало, из них может получиться громадное разнообразие. Химия представляет в этом отношении много примеров; так, достаточно немногих элементов — кислорода, углерода и азота, — чтобы иметь многочисленные органические соединения. Так что мне кажется, что стремление отыскать единство материи, так часто повторяющееся в истории науки, есть не что иное, как остаток той эпохи мышления, когда в единстве нужно было, так сказать, убедить людей, и не было потребности понимать разнообразие. В настоящее время есть потребность понимать разнообразие тел простых. Это достаточно объясняется по отношению к материальному миру. Но если мы допустим даже, как это должно делать на основании всего запаса имеющихся сведений, если мы допустим, что природа простых тел различна, что они не превращаются друг в друга, нам тем не менее совершенно законно и вполне основательно придется искать общих законов, касающихся элементов и простых тел. Это стремление и определяется тем общим представлением, что и в разнообразии должна быть (хотя бы простые тела представляли разнообразные вещества) подчиненность немногим общим законам или понятиям, это разнообразие определяющим, потому что стремление к индивидуализму ведет к отсутствию строгого понимания вещей. Тогда можно сказать, что́ ни индивидуум, — то его закон, т. е. окончательное суждение. Субъект или объект в действительности следуют известным законам, отступать от которых, представляя свою индивидуальность, нет возможности. Это основное требование для простых тел весьма ясно подтверждает их разнообразие. Перейду поэтому теперь к изложению той законности, которую удалось подметить для простых тел и для элементов. Но для того чтобы говорить о законности, отыскать эту законность, нужно некоторые, так сказать, твердые сведения, нужно коренные свойства элементов отделить от случайных, вариирующих, потому что законность есть не что иное, как зависимость, подобно тому, как это выражается математически — функция. Функция есть зависимость двух или нескольких переменных ве-

личин друг от друга. Так, функции кривых линий или поверхностей выражаются такими формами, в которых, по крайней мере, два измерения, если не три. Мы желаем разыскать законность для простых тел, мы, очевидно, должны разыскать два или несколько основных свойств. Пока мы этого не сделаем, наши сведения о простых телах будут недостаточны. Вот я и остановлюсь на тех свойствах, которые должно считать коренными, неизменными, определяющими природу простых тел; между ними на первом месте во всех отношениях стоит то свойство простых тел, которое называется их атомным весом. Мы его рассматриваем в статике, но в сущности он есть данное чисто динамическое, потому что он определяется не иначе как при превращениях вещества. Ведь это [статическое представление], можно сказать, [существует] только по привычке. Мы говорим, что это тело так составлено, что в нем это находится, а в сущности мы об этом судим только через те вещества, которые из него образуются. Но мы будем продолжать его рассматривать, как обыкновенно рассматривают, как статическое данное, выражающее коренное свойство атома, так как всегда легко ориентироваться, когда мы представляем, что имеется у простых тел минимальная делимость. Я не стану останавливаться над теми методами, которыми определяются атомные веса, потому что один этот предмет может составить предмет целого обширного курса, имеющего большое практическое значение, но для этого требуется пройти всю историю каждого из элементов, потому что для одного простого тела определение атомного веса ведется одним приемом, для другого другим. Я напомню только тот основной принцип, который дан был Жераром, умершим в 50-х годах, и развит в 60-х годах итальянским ученым Канницаро, и дал те атомные веса, которыми все ныне пользуются и в которых никто не сомневается. Это начало чрезвычайно просто, и логически возможно его было применить к большей части простых тел; начало это следующее: атомный вес есть наименьшее весовое количество простого тела, входящее в частицу его соединения. Понятие о молекуле вы имеете: вы знаете, например, что объем, занимаемый частицею, молекулою, в парообразном состоянии у всех тел один и тот же и, следовательно, из понятия об объеме частицы, которое выражается плотностью пара или газа, можно непосредственно узнать вес молекулы. Следовательно, во всяком частном случае можно определить молекулу. (Есть, впрочем, случаи, где понятия о молекуле сомнительны). Вообще

говоря, понятие о частице стоит совершенно твердо уже потому, что физическими методами она очень легко определяется. Для этого достаточно напомнить об определении плотности пара, и точно такое же понятие о молекуле может быть выведено из того понижения температуры застывания растворов, которое, повидимому, никакой связи ни в химическом, ни в физическом отношении не имеет с весом частицы, но в действительности есть одно и то же понятие, о той же молекуле. Так что для данного элемента, хотя бы углерода, имея для него много соединений летучих и определяя их плотность пара, легко определить объем, а следовательно, величину частиц этих соединений. Имея много таких частиц для соединений углерода, легко найти помощью анализа весовое количество каждого входящего в них элемента. По закону кратных отношений оказывается, что во всех частицах, заключающих данное простое тело, находится весовое его количество, кратное с тем, которое отвечает наименьшему содержанию простого тела в частице соединения, а потому атомный вес есть наименьшее количество простого тела, входящее в частицу его соединений. Только этим способом удалось утвердить нынешние атомные веса всех простых тел, а было время, когда что ни химик — то новое представление о величине атомного веса элементов. Одни признавали, что атомный вес кислорода = 8 по отношению к водороду, а другие говорили, что он = 16. Ничто не мешало считать его равным 24 или другому количеству, кратному 8. Но это неверно, потому что нет ни одной частицы кислородных соединений, в которых бы входило 4 или 8 весовых частей кислорода по отношению к весу водорода, нигде их не бывает меньше 16 или несколько раз 16. Так что атомный вес кислорода = 16 есть несомненная величина. И вот первое основное данное — атомный вес. Я повторяю, что одно учение об атомных весах элементов само по себе чрезвычайно обширно, но думаю, что общее понятие об этом предмете вы имеете в достаточном запасе из курса опытной химии. Следовательно, если мы установили атомные веса для простых тел, надобно в зависимости от этой величины выразить зависимость других свойств простых тел. Ведь атомный вес не принадлежит, скажем так, графиту, углю; нет, он принадлежит элементу, содержащемуся не только в графите, но и во всех углеродистых соединениях. Следовательно, это есть свойство не простого тела, а элемента, т. е. того абстрактного понятия об элементе, который может быть заключен как в простых,

так и сложных соединениях. Следовательно, нужно и другие свойства выбрать из тех, которые принадлежат элементам. Таких свойств немного, но они есть. Например, всякий понимает, что натрий, хлор и другие обладают совокупностью свойств как элементы, не рассуждая о том, какими свойствами обладают они в свободном состоянии (например фтор мы не знаем в свободном состоянии). Очевидно, свойства совсем иные у металлического натрия и у галоидного хлора, а если мы возьмем мышьяк или кремний, или что-нибудь подобное, то, очевидно, что у него совокупность свойств не такая, как у натрия или хлора. Это не есть щелочной или галоидный элемент, но элемент со своеобразным характером, промежуточным между характером галоида и металла. Сложность свойств подобных элементов совершенно ясно рисуется при знакомстве в химии с соединениями данного элемента, но измерять эти свойства нельзя. Они не подлежат измерению, и их должно познавать наощупь. Только те области знаний перешли в известную степень понимания, которые можно каким-либо образом измерить. И вот то химическое различие металлических и галоидных свойств, которое служит характеристикой свойств элементов, находится в той стадии понимания, когда мы ясно его ощущаем, но не можем измерить, [т. е.] не можем его выразить каким-либо числом. Хотя эти свойства принадлежат коренным свойствам элементов, но они ускользают от измерения, а потому не могут служить для выражения законностей. Вот если мы остановимся на других свойствах, подлежащих измерению, какова способность элементов вступать в соединения, то здесь мы находимся в области таких явлений, которые имеют коренное значение, а с другой стороны, подлежат измерению. Вы уже из экспериментального курса химии знаете, что элементы входят в соединения. В этом отношении достаточно того, что калий, натрий, серебро представляют элементы, которые вступают в соединения с 1 атомом хлора, а кальций, барий и другие — с 2 атомами; железо, золото и т. д. — с тремя, а, например, углерод, кремний, цирконий и олово — с четырьмя. Есть и такие, как ванадий, фосфор, которые соединяются с 5 атомами хлора, а вольфрам и молибден — с шестью; есть [и] такие, которые соединяются с семью, но подобные соединения не принадлежат к точно установленным. Установка этих отношений для простых тел производится точно и несомненно на основании опытных данных, так что в общем не подлежит сомнению, что эта установка возможна. Вы, конечно, знаете, что атомность во-

дорода принята за единицу, а углерода, которого атомный вес = 12, представляет атомность, так называемую эквивалентность = 4, т. е. углерод соединяется с 4 атомами водорода и замещается ими. (Я потом буду еще говорить о законе замещения, а теперь только в виде примера иллюстрирую). Следовательно, для простых тел установлено понятие об их атомности с большою твердостью. (В сущности, когда дело идет о соединениях простых тел с водородом или хлором, но не с кислородом). Твердость этого понятия представляется некоторым исследователям гораздо большею, чем она есть в действительности. Именно это понятие об атомности представляется некоторым как коренное свойство атомов простых тел, по которому они обладают определенным числом сродств при вступлении в соединение с другими элементами. Такое представление лет 20 тому назад господствовало, теперь же оставлено всеми, как такое, в котором необходимо было видеть неполноту наблюдений. В самом деле, никакому сомнению не подлежит, что атом ртути в каломели соединен с 1 атомом хлора, а в сулеме — с 2 атомами; первый ряд соединений (закиси) отвечает одноатомной ртути, а второй ряд (окиси) двуатомной ртути. Также фосфор является в виде треххлористого и пятихлористого фосфора. Было время, когда думали, что пятихлористый фосфор есть молекулярное соединение, подобное соединению с кристаллизационной водой, не превращающееся в пар. Но, когда оказалось, что есть условия, при которых пятихлористый фосфор переходит целиком в пар, не подлежит сомнению, что он представляется таким же телом, цельною частицей, как и треххлористый фосфор, и что фосфор является здесь не трехатомным, а пятиатомным. Но я не стану входить в рассуждения о том, какая степень, можно сказать, развития понятия атомности должна быть принята, как окончательная, но нужно только увидеть, что в этом отношении элементы по способности соединяться значительно отличаются друг от друга, и это выражается проще всего тем, что прочны или переменчивы соединения. Оставим это в стороне. Известно, что все простые тела обладают известного рода атомностью, т. е. соединяются с различными количествами атомов другого простого тела, в одном случае с одним, в другом с двумя, с тремя и т. д. атомами других элементов. Есть еще и другие свойства простых тел, которые так же, как и атомность, подлежат, будучи выражением свойств элемента, тоже измерению и могут выражать сущность характера элементов. С ними мы познакомимся далее, потому что и на рассмотренных нами двух свойствах — атомном весе

и атомности — достаточно можно обосноваться. Если можно говорить о зависимости, касающейся свойств элементов, то можно говорить только об измеримых свойствах. Зависимость бывает двух родов: одна непрерывно изменяющаяся, другая — периодически. Скажем так: время все нарастает и нарастает, следовательно, это будет нарастание непрерывное, тогда как часы дня, или периоды дня, месяца, года, представляют нарастание повторяющееся, т. е. периодическое. Спрашивается, зависимость величины атомного веса от величины атомности простых тел представляет ли функцию непрерывности или периодичности? И оказывается, что в самом деле атомность представляет периодическую функцию или зависимость от величины атомного веса, точно так же и все другие свойства выражают периодическую функцию.

ЛЕКЦИЯ 4

Таким образом, у элементов есть два свойства и два коренных отношения, зависимость которых и может составить законность, определяющую элементы. Одно свойство, или отношение — величина атомного веса, другое — атомность, или способность давать такие или иные формы соединений (потому что атомность иначе понимать нельзя). Обыкновенно при определении атомности исходят из понятия водородных соединений элементов; но число элементов, дающих водородные соединения, в особенности летучие, сравнительно невелико: это немногие галоиды и металлоиды. С кислородом же, напротив, соединяются все элементы, кроме фтора, который, будучи соединен с кислородом, не соединяется с ним или, если и образует соединения, то, вероятно, еще более непрочные, чем соединения кислорода с хлором [см. табл. на стр. 468].

Следовательно, для выражения зависимости форм соединений с атомным весом удобнее кислородные соединения, но необходимы и соединения с водородом. Весьма простое сопоставление элементов по рядам прямо показывает тесную зависимость между кислородными соединениями и величиною атомного веса. Возьмем для примера ряд, начинающийся с натрия: 23 Na, 24 Mg, 27.3 Al, 28 Si, 31 P, 32 S, 35.5 Cl. Ряд этот весь наполнен элементами и пропуска не представляет. Если мы посмотрим на формы их соединений, то увидим простую правильность, именно: 2 атома натрия соединяются с 1 атомом кислорода, 2 пая Mg — с 2 кислорода, глинозема — 2 пая с тремя, кремнезема — 2 пая с четырьмя, 2 атома фосфора с 5 кислорода, 2 пая серы — с 6 кислорода и 2 пая хлора с 7 кислорода. Следовательно, порядок этот есть порядок возрастания количества кислорода по мере возрастания величины атомного веса. Здесь явно, что между величиною атомного веса и способностью давать соединения

Группа	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Ряд 1	. H_1			RH^4	RH^3	RH^2	RH	Водородные соединения
„ 2	Li_7 .	Be_9 .	B_{11} .	C_{12} .	N_{14} .	O_{16} .	F_{19}	
„ 3	. Na_{23}	. Mg_{24}	. Al_{27}	. Si_{28}	. P_{31}	. S_{32}	. $Cl_{35.5}$	
„ 4	K_{39} .	Ca_{40} .	Sc_{44} .	Ti_{48} .	V_{51} .	Cr_{52} .	Mn_{55} .	Fe_{56} $Co_{.8}$ Ni_{59} Cu_{63}
„ 5	. (Cu_{63})	. Zn_{65}	. Ga_{69}	. Ge_{72}	. As_{75}	. Se_{79}	. Br_{80}	
„ 6	Rb_{85} .	Sr_{87} .	Y_{89} .	Zr_{90} .	Nb_{94}	Mo_{96}	— .	Ru_{103} Rb_{104} Pd_{106} Ag_{108}
„ 7	. (Ag)	. Cd_{112}	. In_{113}	. Sn_{118}	. Sb_{120}	. Te_{125}	. J_{127}	— —
„ 8	Cs_{133} .	Ba_{137} .	La_{138} .	Ce_{142} .	Di_{146} .	— .	— .	
„ 9	. —	. —	.	. —	. —	. —	.	
„ 10	— .	— .	Yb_{173} .	— .	Ta_{182} .	W_{184} .	.	Os_{192} Ir_{193} Pt_{195} Au_{196}
„ 11	. (Au)	. Hg_{200}	. Tl_{204}	. Pb_{206}	. Bi_{209}	. —	. —	
„ 12	— .	— .	— .	Th_{231}	— .	U_{240}	— .	
	R^2O	R^2O^2 RO	R^2O^3	R^2O^4 RO^2	R^2O^5	R^2O^6 RO^3	R^2O^7	Высшие окислы RO^4

с кислородом существует простая зависимость, но прежде чем говорить об этой зависимости надо посмотреть, каким образом возможно переходить к кислородным соединениям от водородных. Для того чтобы этот переход явился не как случайное обстоятельство, представляющее первичную форму зависимости, нужно вставить в середину одно замечание, одну лемму или побочную законность, которая всегда повторяется, а именно: если некоторый элемент образует летучее или газообразное соединение с водородом (большинство соединений с водородом суть газы, потому что сам водород есть легчайший элемент и увлекает другие, хотя бы и трудно летучие простые тела), то его частичный состав может быть выражен таким образом, что на 1 атом R находится H^n. Водородное соединение с элементом всегда одно, а соединений с кислородом несколько; от этого и происходит удобство исходить от соединений водородных. Если кислородных соединений много, например, с серою, а водородное — одно, то прочие соединения могут быть произведены из этого исходного соединения. Если элемент дает летучее или газообразное водородное соединение, то из него всегда образуется несколько форм кислородных соединений, и притом гидратные формы заключают столько же атомов водорода, сколько заключает в себе водородистое соединение того же элемента и представляют при этом содержание, кроме водорода и элемента, 1, 2, 3, 4 и никогда не более атомов кислорода. В общем виде гидрат такого состава: RH^nO, RH^nO^2, RH^nO^3 и RH^nO^4, подразумевая под гидратами такие соединения, которые дают соответственный ряд превращений, но не представляют характер перекисей, которые в счет не будут входить. Объясним это простейшим примером: хлор с водородом дает HCl — соляную кислоту, а с кислородом дает: хлорноватистую кислоту (HClO), хлористую ($HClO^2$), хлорноватую ($HClO^3$) и хлорную ($HClO^4$) кислоты. Точно так же фосфор образует соединение PH^3 и дает такие формы соединений: PH^3O^2 — фосфорноватистую, PH^3O^3 — фосфористую, PH^3O^4 — фосфорную кислоты. Словом, высшая форма соединений отвечает водородным соединениям элементов и содержит 4 атома кислорода у всех элементов. Если нам это известно, то можно сейчас перейти от водородных соединений к соединениям кислородным и узнать, как изменяется с переменою атомного веса содержание кислорода. Так что в этой общей схеме соединений подобного рода RH^n будет водородная форма соединений, а RH^nO^4 — высшая кислородная, и чтобы получить из нее вид кисло-

родного соединения — ангидрида, нужно взять $2RH^nO^4 - nH^2O$ и получится R^2O^{8-n}. Следовательно, если n будет возрастать при перемене R, то количество кислорода будет убавляться, и, наоборот, когда количество кислорода возрастает, то тогда количество водорода, соединенного с элементом, будет уменьшаться, т. е., располагая элементы в том ряде, который мы указали вначале, по составу водородных соединений замечаем, что с возрастанием атомного веса количество кислорода увеличивается, а количество водорода уменьшается. В самом деле, кремний соединяется с 4 паями водорода, фосфор с тремя, сера с двумя и хлор с одним, т. е. по мере возрастания количества кислорода способность соединяться с водородом уменьшается. Следовательно, если бы мы пошли в обратном порядке, то имели бы [все] большее содержание водорода [в окислах], но эти элементы, которые идут дальше [кремния], [имеют] металлические свойства, не имеют способности соединяться с водородом и давать летучие соединения.* Таким образом, из этого примера видно, как изменение атомного веса изменяет содержание кислорода и водорода. Раз это становится укрепленным, ясным, периодическая законность выступает в простейшем виде по отношению к зависимости форм соединения с атомным весом.

Число форм, которые дают элементы, сравнительно очень невелико. Обозначим через R элемент, а через X тот другой элемент, с которым первый соединяется, предполагая его одноатомным, т. е. таким, как водород, хлор и т. д. (в соединениях с кислородом каждый атом надо считать за 2X). Принимаем, что в соединениях с X элемента R, X приходится на 1 атом R, потому что все другие соединения с большим количеством R суть только усложнения простейших типов, так как вы знаете уже, вероятно, как из простейших форм соединений, например водорода с углеродом, можно произвести все сложнейшие формы соединения по определенным правилам. Форм соединений, собственно говоря, известно весьма немного, именно около восьми: RX^1, RX^2, RX^3,..., и т. д. до RX^8. В разбираемом здесь ряду (NaCl) все эти элементы дают соединения с 1, 2, 3...$>$X, а так как кислород двухатомен, то на 2R входит указанное количество кислорода. Следовательно, тут нет только формы высшей, заключающей 8X, или, если бы она была с кислородом, то нет

---

* В то время ни LiH, ни NaH, ни CaH^2 не были еще известны [*Прим. ред.*].

элемента, который бы заключал на 2 атома элемента 8 атомов кислорода. Но такие элементы встречаются в VIII группе, но в других рядах, а именно осмий и рутений дают такие соединения. Следовательно, формы, вообще говоря, соединений воспроизводятся в последовательном порядке, распределенном по величине атомного веса. Если же число форм невелико, то очевидно, что они должны повторяться; если число элементов значительно, то, следовательно, по мере возрастания атомного веса будут повторяться те же самые величины атомностей, те же самые формы соединений, и если мы расположили все элементы линейно в порядке их атомных весов, начиная от O, и по этой линии восстановим перпендикуляры, длина которых будет означать атомность, то в первом ряду по мере возрастания атомного веса будет возрастать атомность, во втором ряду точно так же, и так будет повторяться много раз, т. е. получится пилообразная форма и периодическая функция или зависимость. Здесь она видна с чрезвычайною простотою и совершенно ясно, и существование ее связано с тем, что число форм, образуемых при соединениях разных элементов, сравнительно невелико, число же элементов значительно. Если мы от этой зависимости перейдем к зависимостям другим, потому что у элементов есть целая масса других коренных свойств, то увидим соответствие в этой вышерассмотренной зависимости с изменением свойств других элементов. Я остановлюсь теперь на коренных свойствах элементов, не говоря о свойствах простых тел и говоря о свойствах их соединений, [буду] иметь только в виду коренные свойства элементов, как их атомный вес и атомность. Это не есть нечто реальное, наблюдаемое нами, это есть некоторое отвлечение, обобщение, потом уже мы перейдем к реальным, к видимым свойствам простых тел и их соединений. Между коренными свойствами элементов на первом месте надо поставить их способность играть роль основную, с одной стороны, и кислотную — с другой. Вам известно, что абсолютную меру этой способности нет возможности определить в настоящее время: с другой же стороны существует последовательный переход от кислот к основаниям. Что такое кремнезем? Конечно, слабая кислота, но ее кислотные свойства малы, сравнительно с другими кислотами. Глинозем же по отношению к одним элементам играет роль кислоты, тогда как по отношению к другим имеет значение основания; следовательно, он представляет собою вещество переходное. Сама вода есть переходный окисел и способна соединяться как с кислотами, так и с осно-

ваниями. Если таковы свойства коренных законностей, то можно уже выводить следствия, которые должны выражаться в природе тела. Если зависимость атомного веса от формы соединений представляет в самом деле естественную, правильную, общую зависимость, выражающую коренные свойства элементов, то, очевидно, что и другие свойства будут последовательно изменяться по мере изменения атомного веса, т. е. и кислотные, и основные свойства будут изменяться постепенно, периодически, по мере изменения атомного веса. Если придет время, когда можно будет точным весом выразить кислотность или основность элемента, тогда можно будет, расположив элементы по величине атомного веса, восстановить перпендикуляры, выражающие кислотные и основные свойства. Кислоты будут выше оси абсцисс, а основания — ниже ее. На самом деле это и есть. Достаточно указать на то, что все элементы чисто кислотные, или по преимуществу кислотные находятся с одной стороны системы. Вот хлор, бром, иод суть галоиды, удерживающие кислотные свойства; сера, селен, теллур также обладают кислотными свойствами. Идя же от этого кислотного края, мы видим основания. Металлический представитель — натрий дает одну форму окисления и имеет чисто основной характер; магний обладает более слабыми основными свойствами; глинозем представляет собой вещество переходное; кремнезем является с весьма слабыми кислыми свойствами, а у фосфора уже кислые свойства ясно выражены. Так что можно сказать, что это свойство выражается вполне теми же периодами, какими выражаются и формы соединений (атомность). Из других свойств, принадлежащих элементам в корне, я изберу еще одно свойство: распространение их в природе, потому что, если мы имеем дело с естественным законом, определяющим природу элементов, то, очевидно, должна существовать некоторая зависимость между величиною атомного веса и распределением в природе элементов; на самом деле это и есть. Прежде всего обратим внимание на то, что среди окружающей нас природы мы встречаем малое число элементов: большинство же известных нам элементов представляют редкости природы и открываются только в особых условиях, например в трещинах горных пород, и иногда составляют такую редкость, что едва-едва могли быть открываемы. Все же обычные в природе элементы принадлежат к числу легчайших. Водород, кислород, алюминий, натрий, кальций, калий, магний, железо — все обладают сравнительно небольшим атомным

весом; во всяком случае, железо последний (по величине атомного веса) из элементов, значительно распространенных в природе (вам, вероятно, известно из физиологии растений, что растения не могут развиваться в среде, которая не обладает некоторым количеством железа, потому что в зеленых частях растения, как и в крови животных, содержится железо). Остальные же элементы с высшими атомными весами представляют собой вещества редкие в природе. Но есть еще редчайшие, между ними есть ряд, заключающий итрий, церий, дидим, лантан, ербий, которые в обычном обращении* не участвуют и открываются с большим трудом, и эти располагаются точно так же в определенном месте в системе, как я объясню далее. Но я особенно хочу остановиться на том обстоятельстве, что в целом, [наиболее интересным при] изучении природы [является] изучение организмов, а в организмах встречаются лишь, главным образом, даже исключительно, элементы с весьма малым атомным весом. В самом деле, уголь, водород, кислород, сера, фосфор, калий, натрий обладают сравнительно малым атомным весом. Желательно было бы осветить эту сторону предмета. Почему же это так? Я не стану рассматривать, отчего на поверхности земли [не встречается тяжелых атомов] (хотя и это можно осветить с известной стороны, если обратиться к истории происхождения земли, но это бы нас далеко завело), я хочу лишь обратить внимание на то, что такое обстоятельство, как распространение в организмах лишь элементов с малым атомным весом, имеет свой определенный смысл, который будет виден из следующих немногих посылок. Вы знаете, конечно, что по закону Дюлонга и Пти произведение из величины теплоемкости на величину атомного веса есть для всех элементов величина постоянная, а именно близкая к 6. Следовательно, чем легче элемент, чем меньше его атомный вес, тем теплоемкость будет больше, при прочих равных условиях. Если же теплоемкость становится больше, какой смысл этого явления в существе? Это значит, что запас внутреннего движения велик. Ведь теплоемкость есть не что иное, как количество тепла, расходуемое на нагревание тела на 1°. Тот запас, который идет, или тратится при охлаждении, не исчезает. Ведь только при охлаждении до абсолютного нуля этот запас исчезает, тогда только теплотная энергия уничтожается. Очевидно, что у того элемента, который обладает малым атомным весом и большою тепло-

* Круговороте веществ. [*Прим. ред.*].

емкостью, будет иметься больший запас энергии, чем у элемента, который имеет большой атомный вес и малую теплоемкость, а организмы суть носители энергии,* и главная причина их деятельности заключается в запасе энергии внутри их. При малом атомном весе и значительной теплоемкости элементов, образующих вещество, внешние условия будут оказывать меньшее влияние, будут производить меньшее изменение, и поэтому самостоятельности больше будет в организме, когда он составлен из легчайших по атомному весу частиц. Возьмем другое обстоятельство. Известно, что скорость движения газовых частиц будет изменяться или изменяется с плотностью газов. Это видно особенно ясно из того простейшего наблюдения, что скорость вытекания через тонкие отверстия у газов более плотных гораздо меньше, чем у газов, обладающих меньшею плотностью. Водород, будучи в 16 раз легче кислорода, в 4 раза скорее вытекает из тонких отверстий, чем кислород. Вытекание же из тонких отверстий определяется не чем иным, как скоростью движения частиц; плотность же находится в связи с атомным весом. По закону Авогадро — Жерара и Гэ-Люссака плотность в газообразном состоянии будет находиться в явной зависимости от величины атомного веса, т. е. чем атомный вес больше, тем больше и плотность, чем меньше атомный вес, тем меньше и плотность. Следовательно, при малом атомном весе быстрота движения будет больше; и для создания организмов, у которых движение составляет главный объект жизни, нужны, следовательно, элементы, у которых подвижность была бы весьма значительна. Так что и с этой стороны понятно, что сложение таких форм, которые называются организмами, наиболее удобно можно произвести из элементов сравнительно легких. Я нарочно вдался в эту сторону вопроса, чтобы стало сразу ясным, что даже такие, можно сказать, на первый раз чуждые обобщений отношения, как распределение элементов в природе, находятся в зависимости от величины атомного веса. Следовательно, в величине атомного веса мы должны искать причину всякого рода отношений, свойственных элементам; только зависимость, которую представляют эти свойства, представляет функцию особого характера. О характере этой функции я не стану долго говорить, но для того, чтобы сделать этот характер более ясным, для этого предварительно надобно остановиться над теми реаль-

* Из предыдущего ясно, что Д. И. говорит не об энергии, т. е. $m\bar{u}^2$, но о скорости движения $\bar{u}$ [*Прим. ред.*].

ными свойствами, которые легче наблюдать, потому что если мы будем все находиться в абстрактных сферах, как атомность, как распространение в природе, то мы не будем иметь в руках действительного критерия. Вот, если мы перейдем к температуре плавления, к удельному весу, непосредственно наблюдаемым свойствам, тогда у нас получатся свойства, в которые и Фома неверный будет иметь возможность вложить пальцы и убедиться в том, что действительность отвечает той зависимости, которая для абстрактных свойств существует. В следующий раз мы и рассмотрим эти свойства, которые находятся в зависимости от периодической величины атомного веса.

ЛЕКЦИЯ 5

Объем всякого вещества при прочих равных условиях: при той же плотности и т. д., пропорционален весу вещества, что само собой понятно.

С другой стороны, совершенно понятно, что объем обратно пропорционален плотности вещества, или удельному весу его, потому что, чем больше будет плотность при том же весе, тем меньше будет объем. Следовательно, для суждения об относительных объемах веществ совершенно достаточно знания веса и плотности вещества, т. е. достаточно знать частное, получаемое через деление веса вещества на его плотность и, чтобы судить об объемах веществ, действующих химически, совершенно достаточно знать вес атомов и делить их на плотности действующих веществ. Так как плотности веществ в твердом и жидком состоянии почти одни и те же, или весьма мало отличаются, в парообразном же и газообразном весьма отличаются, то должно резко различать законности в отношениях плотностей твердых и газообразных тел. Зная, что существуют совершенно простые законности, касающиеся объемов и плотностей в газообразном и парообразном состояниях, и что частичные объемы в паро- и газообразных состояниях равны, если мы захотим узнать для элементов и их соединений зависимость объемов от атомных весов, или существование или отсутствие периодической изменяемости, то мы должны взять объемы в твердом или жидком, а не в газообразном состоянии. Эти величины отношений между [объемом и весом] для твердых и жидких тел называются удельными объемами. Величина удельных объемов есть величина реальная. Конечно, неудобно наблюдать объемы тел, вступающих во взаимодействие, но, зная их плотности и изменения в объемах, происходящие при химических процессах, и [взяв] прямо простые тела в твердом и жидком виде, и

[разделив] атомные веса, им принадлежащие, на плотность, им свойственную в твердом и жидком состояниях, получим частное, выражающее объем, в котором эти тела вступают в химические взаимодействия. Атомные веса выражают весовое количество тела, вступающее во взаимодействие. Вот, если мы по оси абсцисс отложим атомные веса элементов, а ординатами восставим удельный объем по отношению к простым телам, то получим такую же пилообразную кривую, о какой говорили раньше. Немного примеров достаточно для того, чтобы это иллюстрировать. Я возьму пример из той же самой области, на которой раньше останавливался, и не буду повторять удельных весов, а прямо только удельный объем. Натрий имеет удельный объем 24, магний, который следует за ним по атомному весу, — 14, алюминий — 11, кремний, фосфор — 14, сера — 15, и у хлора, который хотя и газ, но превращается в жидкость, — 27. Точно так же, если мы возьмем другой ряд, начинающийся, положим, с серебра, то увидим: удельный объем серебра = 10, кадмия = 13, индия = 15, олова = 16, сурьмы = 18, и теллура = 20, т. е. порядок относительного изменения в атомных весах выражается и относительным изменением в величине удельных объемов. Следовательно, и для всех простых тел, точно так же, как и для атомностей и других свойств, получим восходящие и нисходящие ветви повторяющейся кривой, т. е. удельный объем находится в периодической зависимости, как и другие свойства, а это свойство есть реальное свойство. Считаю невозможным входить в другие подробности, сюда относящиеся, потому что то же самое нужно сказать о хлористых соединениях, о их солях и т. д., но это завлекло бы нас далеко. Но я считаю необходимым остановить ваше внимание на следующем крупном обстоятельстве, на связи такого реального свойства, как плотность, или удельный объем этой численно измеряемой величины, с такими отношениями, которые понимаются не настолько ясно, но при знакомстве с химическими данными резко выступают. Я хочу сказать о силе химического сродства, которая стоит в ясной зависимости от величины удельных объемов. A priori можно себе представить дело так, что химическая реакция есть результат действия атомов однородных или разнородных друг на друга, и в результате такого воздействия получается проникновение одних атомов другими, или образование нового вещества. Следовательно, те атомы, которые будут представлять значительное друг от друга удаление

будут более доступны химическим изменениям, чем те, которые будут сближены между собою. Каковы бы ни были законы молекулярного движения, во всяком случае, они должны представлять и представляют некоторое сходство с притяжением небесных светил, законы которого имеют значение на большом расстоянии, и по которым сила притяжения прямо пропорциональна массе и обратно пропорциональна квадрату расстояния и весьма быстро уменьшается с увеличением расстояния.

Во всяком случае расстояние между атомами должно иметь явное влияние на ход химического взаимодействия; расстояние же у тех однородных атомов, у которых объем велик, очевидно, будет велико; следовательно, их притяжение будет мало. Если же величина атомов мала, то проникновение их другими атомами будет совершаться легче. Следовательно, a priori мы можем сказать, что те простые тела, которые будут представлять большое расстояние между атомами, будут иметь и бóльший удельный объем, а тогда кубический корень из этой величины будет представлять среднее расстояние атомов друг от друга. Те простые тела, у которых объем велик, будут представлять более легкое воздействие, чем те, у которых объем мал. Наибольший удельный объем в рассматриваемом ряду (Na...Cl) представляют натрий и хлор, и из всех этих простых тел они суть самые легко реагирующие; точно также из других простых тел самые легко реагирующие суть щелочные металлы и затем галоиды, и в самом деле их удельный объем K = 45, Rb = 56, Cl = 27, Br = 27, Li = 26. Самые трудно реагирующие суть благородные металлы, и их удельный объем, следовательно, Pt = 9, Ir = 9, Au = 10, Rh = 9, Ag = 10; наиболее неизменяем углерод и его видоизменения. Когда хотят обозначить знак [который нужно сохранить долго] неизменяемым, то не только печатают углем — сажею, но и в землю насыпают в межевых знаках уголь, потому что уголь неизменяем; [в соответствии с этим] и удельный объем его чрезвычайно мал, всего 3.4. Следовательно, в самом деле априорное заключение о том, что с величиной удельных объемов связано выражение химического взаимодействия, или энергия химического взаимодействия, в действительности оправдывается. А если мы видели в периодическом распределении элементов последовательное изменение свойств, начиная с перемены химических сил, то в удельных объемах будет то же. С другой стороны, этот предмет становится наиболее наглядным, если

мы возьмем какой-нибудь обыкновенный металл: свинец, медь, железо, серебро и т. д. и сличим объем, занимаемый металлом, с объемом его соединений (например хлористое серебро); [мы] увидим, что объем металла меньше объема его соединений, т. е. что при образовании соединений обычных металлов происходит, конечно, изменение, но незначительное: объем металла и объем соединяемого тела входят с сжатием или расширением в общий объем. Совсем не то, когда мы имем такие сильно реагирующие элементы, как калий, натрий и т. п.: объем их соединений, даже большинство объемов их соединений меньше объема самого металла; достаточно взять для примера окись натрия, когда 1 атом натрия входит в окись, т. е. когда мы возьмем $\frac{Na^2O}{2}$, т. е. 23Na + 8O; объем окиси = 11, т. е. из 24 объемов натрия получается 11 объемов его окиси. Это значит, берется некоторый объем натрия, в него входит кислород, перемешивается с ним в пространстве и образует частицу окиси натрия, но при этом вся масса сжимается, и самая материя натрия сжимается и получается не больший объем, а меньший. Точно то же можно сказать и о других подобных соединениях: например, объем калия = 45, а объем окиси калия = 17. Если же мы возьмем кремний и посмотрим, что происходит с ним при соединении с кислородом, то увидим, что удельный объем кремния 12, когда же к нему присоединяются 2 атома кислорода, то получается 23; т. е. объем увеличивается почти вдвое. Следовательно, здесь атомы кремния должны были раздвинуться, тогда как атомы калия от присутствия кислорода сжимаются, сдвигаются, и объем уменьшается. Я остановился на этом только ради того, чтобы показать, что такое реальное свойство, как удельный объем, представляет очевидную связь с коренными свойствами, принадлежащими веществам. Затем из множества других свойств я избрал еще два физических свойства, реально наблюдаемые и прямо, без всякого сведения о периодическом законе, непосредственно находимые, а именно: температура плавления и количество тепла, выделяющееся при химических соединениях. На них точно так же, как и на других свойствах: теплоемкости, температуре кипения, теплопроводности, растяжимости и т. д., повторяется периодическая изменяемость; но о всех их было бы излишне говорить, да и [для] многих имеется неполнота сведений. Говоря же о температуре плавления и о количестве тепла, выделяемого при химических соединениях, мы имеем в рас-

поряжении довольно полное наблюдение, в особенности благодаря исследованиям Карнелли в Англии относительно изменений температуры плавления сложных тел (я беру нарочно не простые, а сложные тела) в зависимости от атомного веса элементов, их образующих. Непосредственное наблюдение дает величину температур плавления. Карнелли считает ее, обыкновенно, числами не от нуля градусов, а от абсолютного нуля, т. е. от —273. Следовательно, для того, чтобы получить настоящую величину, надо вычесть из найденного числа 273. Вы из физики знаете, что такое абсолютная температура нуля и, следовательно, для вас ясно, что теплотная температура представляется в большей простоте, когда температура считается от абсолютного нуля. Карнелли показал, что температура плавления последовательно изменяется за изменением атомного веса, как и другие свойства. Я приведу температуры плавления, взяв их прямо от Карнелли, именно хлористых соединений, в которых количество хлора будет не одинаково, а будет последовательно изменяться:

$NaCl = 1045$
$MgCl^2 = 981$
$AlCl^3 = 304$
$SiCl^4 = 205$
$PCl^3 = 200$
$SCl^2 = 199$
$ClCl = 198$

Последние четыре тела плавятся, следовательно, ниже нуля. Здесь мы имеем постепенно нисходящий ряд по мере возрастания атомных весов, входящих в состав элементов. Приведу еще другой ряд, потому что свойства эти редко циркулируют в руководствах и лучше остановиться на каком-нибудь примере:

$CuCl^2 = 707$
$GaCl^3 = 346$
$GeCl^4 = 260$
$AsCl^3 = 244$
$SeCl^3 = 237$
$BrCl = 229$

Здесь точно также есть ряд, последовательно изменяющийся по величине атомных весов, а ведь температура плавления есть данное, непосредственно наблюдаемое, без всякой зависимости от какого-нибудь химического отношения вещества. Приведу еще сведения, касающиеся периодической изменяемости в величинах, непосредственно наблюдаемых

по мере последовательного изменения атомного веса, именно относительно теплот, выделяющихся при образовании хлористых соединений. Здесь легче можно привести к однообразию непосредственно полученные данные, потому что с хлором соединяются различные элементы в различных пропорциях, как кремний с 4 [паями], а натрий с 1 [паем] хлора и, если, следовательно, все величины количеств тепла приведем к 1 атому хлора, то получим величины, сравниваемые между собой. Полноты наблюдений здесь нет, но данные Томсона дают возможность в нескольких частях системы элементов видеть непосредственно применимость периодической зависимости. Для натрия при соединении его с хлором получается 95 больших калорий тепла, взявши тело в граммах, а воду в килограммах, что удобнее, чем брать в граммах тело и воду, потому что получаются более крупные цифры. Следовательно, если мы возьмем 23 г натрия, соединяющиеся с пайным количеством хлора, с 35 [г] хлора, то при этом разовьется такое количество тепла, которое способно нагреть 95 кг воды на 1°. При химическом соединении Mg с Cl получаются 73 больших калории, Al + Cl = =55 больших калорий, Si + Cl = 40, P + Cl = 23, S + Cl = 12 и Cl + Cl получается нечто, очень близкое к нулю. Я остановился на таких реальных свойствах, как температура плавления, удельный вес и количество тепла, получающееся при образовании химических соединений, именно потому, что они представляют три класса физических свойств, определяемых чисто физическими, можно сказать, инструментами и средствами, и, следовательно, по существу дела не зависящих от химических отношений и представлений, и они оказываются в прямой зависимости от величины атомных весов. Я не провожу этих свойств на всей системе: они видны и из частного примера. Теперь, — видя, что свойства не только такие, можно сказать, отвлеченные, которые мы не можем измерять, или такие, в которых можно подозревать химические предубеждения, но и такие реальные, как чисто физические свойства, находятся в зависимости от периодической величины атомных весов, — возвратимся опять к периодической системе, чтобы видеть некоторые подробности, к ней относящиеся. Если последовательно написать периоды элементов, как это сделано на таблице, то мы легко заметим, что есть такие группы, как начинающаяся с натрия, для которой нет элементов в VIII группе, и есть такие, как у группы, начинающейся с калия, у которой кроме 7 элементов, таких же, как и

в предшествующей группе, имеется 4 или 3 элемента в VIII группе. Вследствие этого становится очевидным, что не все ряды совершенно одинаковы, и легко заметить, что и в этом отношении существует периодическая зависимость. 4-й ряд, 6-й и 10-й имеют VIII группу, а нечетные ряды не имеют. Следовательно, ясно, что один четный и один нечетный составляют вместе с VIII группой один большой период, т. е. если мы начнем с Rb, то в этом ряду будет VIII группа и, следовательно, этот ряд вместе с 7-м рядом, оканчивающимся иодом, составляет один большой период. Чтобы получить реальное представление о том, что здесь замечается, достаточно припомнить те формы сравнений, которые мы употребляли раньше: если обыкновенная периодическая форма представляет собой подобие пилы, у которой зубцы подобны один другому, то, разделяя ряды на содержащие VIII группу и не содержащие ее, мы можем сравнить систему эту с пилою, у которой большой зубец разделяется малым. Тогда ряд, отвечающий большому и малому зубцам, будет соответствовать одному большому периоду. Периодическая повторяемость свойств элементов тут будет очевидна, т. е. Cl, Br, J занимают в больших периодах последние места, а соседние ряды не занимают; точно так же Ca, Sr, Ba занимают в больших рядах соответствующие места, а не перемешиваются, как на таблице с малыми периодами.

Расположение элементов по периодам

R^2O	I		Li= 7	K=39	Rb= 85	Cs=133	—	—	—	—
RO	II		Be= 9	Ca=40	Sr= 87	Ba=137	—	—	—	—
R^2O^3	III		B=11	Sc=44	Y= 89	La=138	Yb=173	—	—	
RO^2	IV	(H^4C)	C=12	Ti=48	Zr= 90	Ce=142	—	—	Th=231	
R^2O^5	V	(H^3N)	N=14	V=51	Nb= 94	Di=146	Ta=182	—	—	
RO^3	VI	(H^2O)	O=16	Cr=52	Mo= 96	—	—	W=184	U=240	
R^2O^7	VII	(HF)	F=19	Mn=55	—	—	—	—	—	—
RO^4				Fe=56	Ru=103	—	—	Os=192?	—	—
	VIII			Co=58	Rh=104	—	—	Ir=193	—	—
				Ni=59	Pd=106	—	—	Pt=195	—	—

R^2O	I	H=1	Na=23	Cu=63	Ag=108	—	—	Au=196	—	—
RO	II		Mg=24	Zn=65	Cd=112	—	—	Hg=200	—	—
R^2O^3	III		Al=27	Ga=69	In=113	—	—	Tl=204	—	—
RO^2	IV	(H^4R)	Si=28	Ge=72	Sn=118	—	—	Pb=206	—	—
R^2O^5	V	(H^3R)	P=31	As=75	Sb=120	—	—	Bi=209	—	—
RO^3	VI	(H^2R)	S=32	Se=79	Te=125	—	—	—	—	—
R^2O^7	VII	(HR)	Cl=35	Br=80	J=127	—	—	—	—	—
Период			1-й	2-й	3-й	4-й		5-й		6-й

с Mg, Zn и Cd, которые, в свою очередь, представляют свою аналогию. Следовательно, в периодической системе элементов нужно различать малые периоды и большие периоды; и действительно, периодическая зависимость относится только к большим периодам. Ряды на таблице расположены так, потому что неудобно бы было делать большие ряды и повторять тот же ряд окислов, который уже являлся здесь. Это нужно заметить, потому что только с большими периодами становится понятною известная сторона, относящаяся к элементам.

Так, например, располагая по большим периодам, можно заметить, что все редкие элементы находятся в одном месте системы, точно также и распространенные в природе находятся в начале системы и обладают малыми атомными весами. Только при распределении на большие периоды становится возможным видеть вперед свойства тех элементов, которые еще не были открыты, когда устанавливалась периодическая система. Дело в том, что каждая законность, открываемая при изучении природы, может обладать характером обобщений известного; это в сущности классификация. Классификация и есть обобщение известного. Но если основное начало взято из действительной природы, то тогда не только можно интерполировать, или распределять то, что известно, но можно узнавать и отыскивать и вне тех пределов известности, которые составляют главный объект классификации, т. е. можно узнать на основании данных законов и то, что неизвестно, подобно тому, как при вере определяется уверенность в невидимом, как в видимом, в желаемом и ожидаемом, как в настоящем. Истинная и единственная проверка точности и понимания знаний состоит в этом роде предсказания. Достаточно для примера взять следующее: наши понятия о движении небесных светил потому имеют уверенность и убедительность, что мы можем предсказать не только год, число, месяц и час, но даже минуты и секунды таких явлений, как лунное или солнечное затмение. Не будь полного понимания всех отношений, которые при этом представляются, конечно, не было бы возможности узнать и расчесть всю эту зависимость. Также точно и здесь справедливость периодической зависимости свойств элементов от атомного веса дает возможность предсказывать свойства неизвестных элементов. Я не стану заниматься такими, которые до сих пор не открыты, но укажу на то, что когда с 1869 или 1870 г. периодическая система стала известна, стало несомненно, что некоторые места не наполнены до сих пор, и можно было бы пред-

угадать свойства неизвестных элементов. Их атомный вес, например, уже ясен, потому что имеются одно-, двух-, трех- и пятиатомные элементы [в данном периоде], а четырехатомного нет, следовательно, место это должно быть занято этим неизвестным элементом. Формы соединений его тоже совершенно определяются из места, занимаемого им в системе. Химические свойства его — кислотность или основность — точно так же определяются прямою последовательностью, потому что свойства изменяются постепенно, и здесь для неизвестного элемента должны изменяться так же, как и для известного. Точно также можно узнать и физические свойства по последовательному изменению удельных объемов. Если бы чего недоставало, мы можем узнать удельный объем и по нему расчесть удельный вес. Зная удельный объем, можно точно так же узнать и температуру плавления его соединений и количество тепла, выделяющееся при химических взаимодействиях, одним словом, все свойства могут быть найдены и выражены, как и для реальных веществ. Для неизвестных элементов были указаны их свойства, и затем до сих пор три элемента подтвердили вполне высказанное о них. В [18]75 г. Лекок-де-Буабодран открыл галлий, и тотчас же можно было видеть и указать на основании периодической системы, что это за элемент, тогда как не было измерено ни одно из его свойств и только было известно, что это вещество представляет некоторую связь с цинком, находится в цинковой обманке и представляет летучие соединения. Можно было предугадать, что этот элемент подобен алюминию и поэтому он вначале был назван экаалюминием, а затем уже галлием. Все его предсказываемые свойства прямо подтвердились. В [18]79 г. Нильсон исследовал очень редкий минерал — гадолинит и, исследуя так называемые гадолинитовые металлы, нашел и подтвердил вполне до тех пор неизвестные свойства металла, который следует за бором и который был назван экабором, а теперь скандием, потому что найден в Скандинавии. В нынешнем году найден и третий из недостающих здесь элементов, следующий за кремнием, которому предварительно было дано название экасилиция. Его атомный вес около 72; открыт он был в фрейбергской серебряной руде и назван Винклером германием. Все предсказанные для него свойства оправдались вполне. Вот эти открытия неизвестных элементов и предсказания заранее их свойств указывают, что в действительности зависимость свойств элементов от величины атомного веса [является] периодической зависимостью. Таким образом, мы в предше-

ствующем изложении познакомились с первою основною законностью химической статики, а именно с периодическим законом, относящимся к простым телам и выражающим множество различных свойств. По этой-то причине, что многие различные причины выражаются периодическим законом, мы можем все остальные сведения, относящиеся к простым телам и элементам, подвести под этот закон, и, следовательно, можем оставить изучение статики прямо [самих] элементов и перейти к статике сложных тел. Но прежде, чем сделать это, я считаю весьма полезным для дальнейшего понимания периодического закона указать еще на два исследования, к этому закону относящиеся, а именно для выражения величин атомных весов. Когда мы располагаем элементы в периодической зависимости и наблюдаем те отношения в изменении свойств, которые существуют с последовательным возрастанием атомных весов, тогда мы руководствуемся лишь порядком, в котором располагаются элементы по величине атомного веса, не обращая внимания на то, каковы в самом деле численные значения атомных весов, выражающие коренные свойства данного элемента. Но если мы теперь обратим внимание на эти числа, то заметим некоторые особенности, которые можно проще всего сгруппировать способом, указанным шведским ученым Ридбергом, с которого я и начну следующую лекцию.

ЛЕКЦИЯ 6

Ридберг занимался многими сторонами периодического закона, составляющими текущий вопрос химического мировоззрения, а потому и заслуживает внимания. Ридберг вошел в новую сторону при рассмотрении периодической зависимости свойств от атомного веса, а именно он остановился на самых величинах атомного веса, предполагая, следовательно, что периодическая зависимость существует, т. е. что в самом деле свойства находятся в известной зависимости от атомного веса. В самом деле, когда мы известную зависимость утвердим в общих основаниях, тогда естественно перейти к подробностям предмета. Не раз были попытки войти в эти подробности, но первая наиболее рациональная и заслуживающая внимания есть попытка Ридберга. Не выставляю вам ее, как окончательное и твердо установленное следствие периодической системы, но указываю на нее для того, чтобы показать направление, в котором движется разработка этого предмета. Прежде всего он отобрал атомные веса легчайших элементов до железа включительно, т. е. тех самых, которые наиболее распространены в природе и, следовательно, изучены более других. Эти элементы, оказывается, с большою вероятностью приближаются к целым числам, сообразно закону Прута. Это давно известно, что атомные веса, хотя в точности не входят в кратные отношения с водородом, но близки к ним. У кислорода атомный вес не ровно 16, а 15.96, т. е. величина, чрезвычайно близкая к круглому числу 16, и так как точность наблюдений близка к тому же пределу, то близость здесь можно допустить, хотя в других случаях целость атомных весов по отношению к водороду принять нельзя. Например, у хлора атомный вес не 35, а 35 с $^1/_3$ или с $^1/_2$. Ридберг задался вопросом относительно величины атомных весов 23 элементов, которые

встречаются в первых рядах до железа, и, замечая, что все наши сведения об атомных весах суть сведения относительные, т. е. [что] мы не имеем абсолютной величины атомного веса, а только отношение [его] к весу водорода [указал, что] если сама [по себе] величина — относительна, то и исследовать можно только [соотношения] относительных величин. Следовательно, исследованию подлежит атомный вес, можно сказать, деленный на некоторое число, для него характерное. И вот, так как в природе, вообще говоря, по крайней мере, легче всего нам удаются в изучении отношения обыкновенно простые, то Ридберг и расположил все элементы, которые взял вначале, на 4 группы: на такие, которые делятся на 4, т. е. представляют некоторую величину, помноженную на 4, затем на такие, которые представляют величины $4n+1$, $4n+2$ и $4n+3$. Следовательно, все должны расположиться в эти группы, и оказалось, что в числе элементов, выражаемых через $4n$, находится 10 элементов из указанных 23, в числе имеющих значение $4n+1$ — 2 [элемента], в числе $4n+2$ — один азот, $4n+3$ опять 10 элементов, т. е. следовательно, здесь элементы распределены почти поровну на такие, которые представляют значение $4n$ и на представляющие значение $4n+3$. Что особенно характерно и замечательно — первые элементы относятся к числу четноатомных, а вторые — к нечетноатомным. Что такое четно- и нечетноатомные элементы — будет ясно из того, что формула окисла [одноатомного] элемента соответствует соединению R^2O, потому что кислород — двухатомный элемент, а формула соединений с одноатомным элементом, — а это и будут галоидные соединения, в которых галоид одноатомен — RX. Следовательно, элемент этой группы будет нечетноатомный: здесь X один. Во второй группе будет RX^2, т. е. четноатомный. Так, хлористый кальций, хлористый магний — четные группы и выражают элементы четноатомные. К числу таких же элементов принадлежат цирконий, титаний, олово, хром, молибден и т. д. Атомные веса четноатомных элементов имеют значение $4n$. Сюда относятся: C, O, Mg, Si, S, Ca, Ti, Cr, Fe. Из нечетноатомных, $4n+3$, будут литий, бор, фтор, натрий, алюминий, фосфор, хлор, калий, ванадий и марганец. Так что прежде всего выступает на вид то обстоятельство, что, выразив в круглых целых числах величины атомных весов легчайших элементов, можно заметить, что четноатомные представляют величины веса $4n$, а нечетноатомные $4n+3$. Затем, и в этой дальнейшей стороне предмета наибольший интерес в исследованиях Ридберга состоит в том,

что, приняв указание, выведенное только из легчайших элементов, а остальные и взять нельзя, потому что большинство атомных весов недостаточно твердо уяснено, приняв указание, что четноатомные $= 4n$, а нечетноатомные $= 4n + 3$, он исследовал все элементы, расчел те отступления, которые представляют величины, действительно наблюденные. Рассчитывал это, например, скажем так. Возьмем натрий, его атомный вес по определению Стаса и других $= 22.995$; приняв $n = 5$, получим $4 \times 5 + 3 = 23$. Следовательно, разница будет очень маленькая, 0.005. Возьмем рубидий: по определениям его атомный вес $= 85$, а приняв $n = 20$, получим $20 \times 4 + 3 = 83$. Следовательно, разница $+2$. Таким образом, величина атомного веса каждого простого тела будет состоять из основного числа, которое определяется вышеуказанным правилом $4n$ для четноатомных и $4n + 3$ для нечетноатомных, плюс та разность, которую представляет действительный атомный вес. Таким образом, для всех известных элементов он выразил величины атомных весов и нашел, что отступления эти и разности, которые я сейчас указывал, изменяются правильно как для четноатомных элементов, так и для нечетноатомных элементов и представляют периодическое видоизменение, т. е. если мы отложим по оси абсцисс величины атомных весов, по ординатам восставим те разности, которые представляют истинные величины атомных весов и найденных тем способом, который указан выше, то получится кривая, ординаты которой будут выше или ниже оси абсцисс. Таким образом, получаются две волнообразные кривые — одна для четноатомных элементов, другая для нечетноатомных. Что характерно, так это то, что волнообразная кривая, возрастающая в своих амплитудах в соответственных частях как для четно, так и для нечетноатомных в некоторых местах представляет неправильности, так что не подлежит сомнению, что в этих рядах есть некоторая погрешность, значение которой можно иметь в виду до некоторой степени; но существует известного рода периодическое изменение в этих разностях, так что не подлежит сомнению, что и нечто естественное в указанном законе существует, так как и эти разности подвергаются изменению, как и другие величины. Здесь возможно в будущем ждать того, что при разработке этой стороны предмета будет достигнута возможность не только на основании общей стороны периодической системы приблизительно с большою уверенностью в крупных чертах судить о свойствах элементов, о величине атомного веса, но будет возможность судить и в точности, т. е. достичь того, что

достигается при детальной разработке предмета, т. е. сперва нужно понять предмет в общих чертах, затем разработать в подробностях, и так как в такой разработке можно достигнуть общих законов, иметь абсолютную точность, то можно надеяться, что с течением времени изучение этого предмета доведет до того, что величина атомных весов будет определяться с большою точностью. Это составляет текущий вопрос времени, что очевидно из множества мемуаров, являющихся в этом отношении. Еще третьего дня в заседании Химического общества здесь в Петербурге поднимался этот вопрос. Недавно было собрание Британской ассоциации и многие другие собрания химиков и натуралистов, и везде поднимается вопрос, сюда относящийся.

Я в своем курсе, так как не могу изложить всего, что теория химии представляет со стороны статики и динамики, предполагаю останавливаться на тех вопросах теоретических знаний, которые состоят, так сказать, в среде вопросов, интересующих наиболее современных ученых. Конечно, все подробности исследований одного хотя бы Ридберга нам изложить невозможно, но буду по крайней мере излагать общие направления, а потому я пропускаю многие стороны химической статики и прямо перейду от статики химических элементов, как наиболее простых форм химического понимания, к статике самой сложнейшей формы химического соединения, а именно к растворам, или, вообще говоря, к неопределенным химическим соединениям. Они занимают в настоящее время внимание самых первоклассных ученых нашего времени, потому что вопросы, сюда относящиеся, как мы увидим, представляются еще во многих отношениях неясными, и между тем всякий знает, что, вступая в лабораторию, рассматривая явления, совершающиеся в организмах и в мертвой природе, мы всегда встречаем растворы. Раствор есть обычный способ химического воздействия, так что прямой практический интерес видел ясно с давних пор интерес в изучении этого предмета. Алхимики формулировали это, как в то время принято было в обычай формулировать краткими афоризмами известную совокупность мнений. Они формулировали так: corpora non agunt nisi soluta, т. е. тела не действуют, пока не разжижены. Ведь растворение есть разжижение, а интерес [к] раствора[м] был громаднейший. Он, однако, исчез и долго пропадал вследствие одного недоразумения, которое господствовало чрезвычайно долго в среде химиков и вообще натуралистов и которое еще продолжает господствовать у многих ученых и в настоя-

щее время, а именно считают нередко, что растворы суть механическое сопоставление или проникновение одного вещества другим. Подобно тому как два газа, всякие два газа, проникают друг друга, смешиваясь между собой во всех пропорциях, можно представить, что и жидкости как бы проникают друг друга, образуя раствор. Но такое представление не отвечает действительности, и есть предвзятое мнение, с которым бороться очень легко, но которое пребывает, живет по той причине, что нужно сказать, что еще истина в целом виде и в крупных результатах по отношению к растворам не достигнута, а потому, можно сказать, всякий и представляет это, как ему хочется. В настоящее время стало очевидным, что такое механическое представление о растворах не отвечает природе дела, поэтому и занялись растворами. Вот в пон[иман]ие этих исследований я и хочу ввести вас, тем более, что растворы представляют совершенно особую сферу изучения, такую, можно сказать, которая доступна каждому. Для изучения определенных химических соединений, особенно таких, которые требуют для хода своего образования высокой температуры или развивают газы, требуется масса приспособлений очень сложных и, можно сказать, возможность заниматься не легка, тогда как растворы образуются чрезвычайно легко, идут тихо, спокойно, без всяких нарушений обычных условий, и изучение их в силу этого доступно каждому. Малого количества вещества достаточно для того, чтобы получить множество разнообразных данных. Обращу же ваше внимание на то обстоятельство, что долгое время изучение растворов было обходимо по той причине, что здесь не выставляется чего-нибудь резкого. Ваша мысль всегда интересуется, главным образом, такими событиями природы, в которых есть нечто резкое, ясное, крупное, а здесь нет ничего выдающегося. Развитие химической силы в ходе соединения водорода с кислородом или хлором громадно; оно выражается в огромном развитии тепла, здесь же развитие химической силы слабо. Мысли [человека] сперва всегда кажется, что на крупном всегда легче можно заметить сущность дела и выразить ее; но по мере ознакомления с этим крупным, выдающимся, переходят во всех областях человеческого понимания к тому, что должны, наконец, признать, что корень изучения в этих слабых проявлениях силы, в этих спокойных явлениях. И я вполне убежден, что (когда уже отношения крупных химических явлений изучены), будущее развития. химии больше зависит от изучения слабо протекающих химических реакций,

характерным пределом которых служат растворы, и изучение их отразится на судьбе всей химии. Оно и понятно при следующем обстоятельстве: результат современного направления химии так или иначе связан с атомистическим представлением о строении вещества, с законом кратных отношений и постоянства состава, а эти законы тут не применимы. При образовании растворов, одного из участвующих здесь веществ, именно растворителя, всегда можно прибавить к раствору, другого же (растворимого) можно прибавить или убавить до насыщения. После насыщения эта часть не входит в однородное целое, но, очевидно, что здесь ни закон постоянства, ни закон кратных отношений не применимы и, следовательно, мы имеем здесь хотя явную химическую сторону предмета (из двух получается одно целое, однородное, следовательно, происходит акт химического соединения), но не подчиняющуюся этим двум законам: постоянства состава и кратных отношений, которые представляют исходный пункт. [Иначе говоря], изучение растворов надо изменить или усовершенствовать в другую сторону, потому что, если существуют несомненные факты постоянства состава и кратных отношений, то, с другой стороны, существуют, на каждом шагу встречаются явления, где эти законы неприменимы, где опровергается другая сторона предмета. Но мы увидим, что тут существует мировая [связь]. Я думаю, распространение изучения растворов поведет ко многим сторонам усовершенствования и общих частей химии. Останавливаясь на растворах, я имею в виду, что по крайней мере некоторые из вас найдут время и возможность отдать этому предмету часть своего времени, тем более, что этот предмет доступен каждому, можно сказать, с большой легкостью. Прежде чем входить в подробности и систематическое описание растворов и в изложение исторических данных, с которыми необходимо познакомиться, чтобы понять задачи наиболее интересные и важные, я предварительно укажу на тот способ суждения, при помощи которого чрезвычайно легко убедиться в том, что при образовании растворов действует особая сила, не механическая, не физическая, а особого рода химическая, которая характеризуется тем, что влечет разнородное к воздействию, именно такая сила проявляется в самом деле в образовании растворов. Это не сразу видно и не сразу вполне удобопонятно и в сущности как будто бы противно тому, что можно себе представить сперва, тем более, что масло растворяет масло, ртуть растворяет металлы, вода — соли и вещества солеподобные,

как будто бы подобное растворяет подобное. Оно в самом деле так и есть, но тем не менее не подлежит сомнению, что в растворах проявляется сила химического рода или сорта, которая проявляется между разнородными веществами. Способ, которым можно в этом убедиться, состоит в динамической стороне. Я говорю о статике, но привожу динамическое доказательство, потому что оно убедительнее всего; существует и сумма статических доказательств, и мы будем к ним возвращаться, но самое, можно сказать, сильное, ясное, убедительное и несомненное есть доказательство чисто динамическое, а именно потому, что о силе можно получить суждение в движениях. Сила есть все то, что движение производит, или видоизменяет его или направление силы, или изменяет напряжение* движения. Следовательно, в движении можно получить понятие о силе, а у нас вопрос в том, механическое ли сопоставление или воздействие химического сорта существует в образующемся растворе. Вот какие динамические опыты, чрезвычайно простые в этом отношении, делались преимущественно двумя лицами, а именно Гэ-Люссаком и в начале этого столетия английским ученым Гремом, которому наука обязана и другими важными [исследованиями], а затем повторялись эти опыты многими. Представим себе условия постоянной температуры, которые будут пребывать [все время]. Когда вопрос рассматривается геометрически или в абстракте, то легко сказать: примем постоянную температуру; но не так легко это сделать на опыте, когда дело идет не о 50 минутах, а о днях и месяцах, удержать температуру очень трудно, и только в особенно благоприятных случаях оказывается такая возможность. В этом отношении исторически примечательны парижские катакомбы или подвалы, в особенности в Латинском квартале, в парижской обсерватории имеются знаменитые подвалы или катакомбы, которые для множества опытов постоянно применялись. Для того, чтобы и с этой стороны дело было понятно, заметим только то, что Париж выстроен из камня, который вырыт снизу, почему и образовались пустоты. Катакомбы эти укреплены, чтобы не повторялись провалы. В старину постройки в Париже делались исключительно из камня, добытого снизу, оттого и образовались подвалы, которые затем были соединены в систему катакомб, а в некоторых местах, как в обсерватории, оставлены самостоятельно. Здесь имеются глубокие подвалы, а идя вглубину,

* Мощность [*Прим. ред.*].

как вы, вероятно, знаете из курса геологии и физической географии, мы встречаем сначала слои, представляющие переменную температуру, зависящую от влияния солнца, далее переходим в слои, температуры которых менее и менее зависят от температуры [поверхности]. Если амплитуда колебаний температуры на воздухе будет 20° или 30°, то на глубине аршина или двух она уменьшается, а на глубине 2 саженей она равна 0°, а на глубине 5 или 6 саженей амплитуда дневных и месячных изменений не существует, так что температура здесь зависит от температуры земного ядра, потому что [снаружи] земля все-таки охлаждается, внизу она более тепла, и повышение температуры весьма значительно при углублении. Следовательно, явление температуры земного ядра выступает, и вследствие этого изменения температуры и нет. Конечно, если бы была тяга воздуха, то тогда бы постоянства температуры было бы трудно достигнуть, но там ради этих опытных целей устроено прегражденне, чтобы не было тяги воздуха. В других случаях, когда нужна постоянная температура, пользуются другими приспособлениями; так, есть для установки нормальной меры весов комната, окруженная водою, с двойными стенками, для того, чтобы можно было регулировать температуру воды и иметь постоянную температуру. В этих вышеуказанных условиях есть возможность достигать постоянной температуры. Это очень важно для того необыкновенно простого опыта, который я сейчас опишу и который ясно показывает химизм растворов, потому что только при этом условии результат опыта будет представляться в самом деле объяснимым. Если же температура будет изменяться, то, ведь, во всякой жидкости при изменении температуры, как легко убедиться, совершается течение, или струи воды восходят и нисходят. Это легко заметить. Краевич это делает, например, так: он посыпает на поверхность нагреваемой жидкости, например, воды, красящего вещества; образуются струйки, которые видны в прозрачной жидкости, и если видно движение, то оно отражается на окрашенных струйках, остающихся за падающей краской. Если же движение будет зависеть от перемены температуры, то оно будет усложнять явление, в котором надобно, чтобы весь результат остался, чтобы все движение происходило от действия сил, телам принадлежащих. Нальем высокий цилиндр водою, в этот цилиндр опустим воронку до дна и нальем насыщенный раствор поваренной соли, который представляет довольно значительную плотность и поэтому ляжет на дно воды. Вопрос будет

состоять в следующем: если есть сила, растворы производящая, то будет проникновение в противность тяжести. Ведь тяжесть заставляет раствор падать на дно вследствие плотности, и если раствор есть механическое проникновение, то никакого повода нет более тяжелому телу распространяться в легкой среде; вот основная сторона вопроса. И опыт показывает, что, если нет никакой перемены температуры, все-таки распространение происходит, и в конце концов получится во всем сосуде совершенно однородный раствор. Этого быть не может иначе, как вследствие того, что существует притяжение между водой и солью. Эта масса воды притягивает к себе соль. Не будь здесь этого притяжения, вследствие чего подымалась бы соль и вследствие чего бы распространилась во всей массе однородно? Но это проникновение, этот акт воздействия образуется силою сравнительно слабою, а потому происходит медленно. Все это явление, называемое диффузией, и составляет динамическую сторону растворов. Оно интересно и может быть нам нужно в статике для того, чтобы применить химизм растворов; кроме диффузии из множества других сторон мы видим химизм растворов. Главное свойство, вам уже известное, составляет насыщение, т. е. предел соединения. Каждому известно, что такое насыщение, и здесь уже видно, что, как в ходе химических явлений, от свойств действующего тела зависит результат явления. В особенности же химизм растворов при первоначальном знакомстве очевиден из того, как различно относятся к явлению растворения различные пары тел. Во всех отношениях у каждой пары своеобразное различие. Я остановлюсь на одной, особенно легко уловимой стороне предмета: если бы растворение представляло механическое проникновение одного вещества другим, то оно было бы подобно происхождению эмульсии, которая есть не раствор, а смесь; миндальное молоко, например, заключает в себе миндальное масло в виде крупинок. Ведь это не раствор, всякий видит, что это совсем иное физико-механическое распределение вещества. В растворе, если бы он представлял такие же свойства, было бы очевидно, что его плотность и удельный вес зависели бы от следующих только трех данных: от плотности растворяющей жидкости, от плотности и удельного веса растворенного тела и от относительной пропорции того и другого. Если мы обозначим через d плотность воды, через D плотность растворенного тела и через p пропорцию в растворе растворенного тела, то, следовательно, пропорция воды $= 100 - p$, и удельный вес

раствора определился бы простым образом. Если бы это было механическое проникновение, то сжатия бы не было, проникновение вело бы к сопоставлению растворимого вещества и растворителя. Объем обратно пропорционален плотности; следовательно, объем [раствора был бы равен объему] воды $= \frac{100-p}{d} + \frac{p}{D}$, [равному] объему растворенного тела. Это была бы сумма объемов растворителей и растворенного тела, которая была бы равна объему происходящего раствора. Если бы не было сжатия, то объем раствора равнялся бы его весу, деленному на удельный вес раствора. Следовательно, достаточно бы было этих трех данных: плотности растворителя, плотности растворимого тела и относительной пропорции того и другого, чтобы знать удельный вес раствора. Никогда этого не бывает, ни один хорошо изученный раствор в совокупности своих данных не представляет этого, т. е. здесь принимает участие особая сила, которая есть не что иное, как сила химическая; она то и видоизменяет удельный вес и делает его обыкновенно гораздо бóльшим. Если, как и a priori можно сказать, существует притяжение, то происходит сжатие, почему и удельный вес бывает больше, но не всегда сжатие бывает, а иногда происходит и расширение.

ЛЕКЦИЯ 7

Так как общие сведения о растворах, конечно, у вас имеются, то я не буду их вам сообщать и прямо перейду к способам изучения растворов, из которых изберу один. Но предварительно считаю не излишним сказать, что такое раствор. Хотя определения в науке имеют малое существенное значение, их делали прежде гораздо чаще и искуснее, чем в настоящее время и чем должно делать для понимания дела, тем не менее определение растворов в настоящее время при современных научных сведениях о природе растворов представляется делом необходимым для того, чтобы не смешивать их с другими близкими и соседними химическими отношениями или составами. Растворы прежде всего надо назвать жидкостями. Если то же самое вещество, если та же сумма веществ, которая образует растворы, находится в твердом или парообразном состояниях, никто не назовет этого соединения раствором.* Растворы суть жидкости, и если они переходят целиком в парообразное состояние, то называются определенными химическими соединениями; если они переходят целиком в твердое состояние, то тоже называются определенными химическими соединениями. Так, например, некоторые растворы соляной, азотной и др[угих кислот], переходят в пар, т. е. перегоняются, они, правда, при этом разлагаются, но разлагаются так же, как, например, нашатырь или серная кислота, потому что они в приемнике опять соединяются. Точно так же растворы, которые переходят в твердое состояние целиком, не выделяя из себя льда, не называются растворами, а составляют в самом деле определенные химические соединения. Достаточно в этом отношении упомянуть соединения с кристаллизационной водой, из которых многие, например глауберова соль, квасцы

* Д. И. Менделеев упустил из виду стекло, так как превращения в затвердевшем стекле еще не были выяснены, хотя Д. И. первый указал на них («Основы химии» 1869 г. стр. 499. [*Прим. ред.*].

и др., способны плавиться, что и называется плавлением в кристаллизационной воде. Но так как соединения с кристаллизационной водой суть определенные соединения, то очевидно, что такое расплавленное тело не будет раствор, а жидкое состояние определенного химического соединения. Если мы возьмем любой раствор, скажем водяной, все равно спиртовой или бензольный и станем охлаждать, то оказывается то, что замечается и во множестве других случаев, что температура кристаллизации жидкости понизилась. При 0° водяные растворы уже не застывают; они застывают только при низшей температуре, подобно тому, как сплавы, например, серебро с свинцом, застывают при температурах низших, чем в отдельности свинец или серебро, т. е. температура плавления для растворов получается не средняя или промежуточная между температурами плавления тела растворимого и растворителя, а некоторая низшая, притом, если раствор слаб, т. е. много воды, то он выделяет кристаллы льда.* Далее, при рассмотрении динамики растворов, я коснусь всей важности этого явления не только для определения природы растворов, но даже и для определения частичного веса. Исследования Рюдорфа и Рауля указали на прямую зависимость температур выделения льда из растворов не только от содержания растворенного вещества, но и от частичных весов тел, в растворе находящихся. Переходя к обычным в природе фактам, припомним, что морская вода, застывая, дает пресный лед; плавающие горы также состоят из пресного льда; в то время, когда в морской воде и в полярных странах образуется лед в больших количествах, тогда температура этой воды ниже 0°, вследствие содержания поваренной соли. Если мы будем увеличивать содержание поваренной соли, температура будет понижаться, но, если будем все более и более увеличивать содержание соли, [а] это можно сделать тоже холодом, вынимая лед, то мы дойдем, например в поваренной соли, до того, что образуется соединение с кристаллизационной водой. Поваренной соли соединяется 1 пай с 2 паями воды. Но это не есть определенное соединение, которое переходит в жидкое и твердое состояние, в расплавленном состоянии оно распадается. Но речь идет о том, что если мы после этого дойдем до раствора поваренной соли не при обыкновенных условиях, а на холоду, именно при —23° по Цельсию, то получим определенный

* В то время сплавы с кристаллической растворимостью не были известны [*Прим. ред.*].

раствор поваренной соли, застывающий целиком, и непосредственные наблюдения мне показали, что при этом образуется определенное химическое соединение и что оно целиком переходит в твердое и жидкое состояние. Если взять сконцентрированный раствор поваренной соли, концентрация которого сейчас выразится формулой [$NaCl \cdot 10H^2O$], застудить его при —23°, затем дать расплавиться, то крепость его в расплавленном виде и в твердом получится та же самая, т. е. тело переходит целиком из одного состояния в другое. Точно также Гутри и другие показали, что и в других случаях образуются подобные растворы, которые имеют определенное содержание веществ. Для поваренной соли это есть не что иное, как определенное химическое соединение, содержащее $NaCl + 10H^2O$, не что иное, как определенное химическое соединение в расплавленном состоянии, но в то же время и раствор.

Только тогда, когда он дает криогидрат, только тогда это не будет по той номенклатуре, которой теперь держатся, раствором. Я оттого на этих сторонах останавливаюсь, чтобы ясно было видно, как много представляется ясных переходов между истинными растворами и настоящими определенными химическими соединениями, потому что основная идея, которую я хочу в вас поселить, есть та, что растворы не суть механически составленные тела, а истинные химические соединения. Итак, растворы прежде всего суть жидкости, не газы и не пары, а жидкости. Но этим определяется только одна сторона дела. Растворы суть жидкости такие, в которых по крайней мере одно (а бывает два или несколько) из составных веществ — жидкость при образовании раствора. Это очень важное обстоятельство. Если скажем, например, натрий с калием оба — тела твердые при обыкновенной температуре, плавящиеся все же при температуре, ну, там 60, 70°, но они образуют сплав, который жидок при обыкновенной температуре. Нельзя сказать, что такой сплав есть раствор натрия в калии, потому что ни калий, ни натрий при той температуре не составляют жидкости, следовательно, и этот разряд тел изъемлется из круга понятий о растворах. Подобные случаи являются на каждом шагу, и всякий знает, что некоторые сплавы, например содержащие сурьму, висмут, олово, свинец, цинк (металлы сравнительно трудноплавкие при 200—300°), дают многие сплавы, так называемые легкоплавкие, которые при 100° становятся жидкостями и даже есть сплавы Розе и др., которые — жидки при 70—80°. Здесь явление такого же рода, как при калии

и натрии, и это весьма сложный случай образования сложного вещества, но тем не менее эти сплавы никто не называет растворами, потому что естественное состояние растворов есть жидкое, а не твердое. Напротив, натрий, растворенный в ртути, или серебро в ртути при малом содержании металлов представляют жидкость, подобную ртути, и всякий назовет это раствором, тогда как натрий с той же ртутью способен образовать твердое тело; если натрия будет содержаться около 4%, то получится тело твердое, и никто не назовет это вещество раствором. Итак, растворы суть жидкости, образованные из таких веществ, из которых по крайней мере одно есть жидкость само по себе, и этого жидкого тела можно прибавлять неопределенно большое количество, а покуда нет насыщения, то и убавлять; оно называется растворителем. После прибавления любого количества растворителя, естественно, само по себе, с большею или меньшею быстротою, наступает совершенная равномерность. Если мы возьмем какой-нибудь раствор, насыщенный или нет, то к нему всегда есть возможность прибавить растворителя; например, к водному раствору всегда можно прибавить воды, и это характеризует растворы как случаи неопределенных химических соединений. Неопределенные химические соединения составляют [частое] явление [среди] всех химических соединений, являющихся в природе. К этому классу химических соединений принадлежит кроме растворов целая сумма других, столь же важных и столь же часто встречающихся на наших глазах явлений или отношений. Так, например, твердая земная кора составлена из кремнеземистых соединений, в которых, если мы их станем непосредственно анализировать, не найдется определенных химических пропорций, свойственных определенным химическим соединениям. В твердых горных породах всегда находятся изоморфные подмеси, например часть калия, часть натрия, часть глинозема, часть окиси железа, и все в неопределенных отношениях, т. е. с видоизменением весового отношения, так что здесь является неопределенное химическое соединение. Достаточно упомянуть о сплавах, которые, как всякий знает, представляют обыкновенный случай применения металла в практике, потому что практика не может пользоваться чистыми металлами, не только потому, что их добывание очень трудно, но и потому, что свойства их не подходят к практическим применениям. Так, медь сама по себе мягка и быстро тускнеет на воздухе, поэтому употребляется ее сплав с оловом или с цинком, представляющий тоже неопределенное химическое соединение; такие случаи встречаются на

каждом шагу. Перехожу теперь к истинным определенн[о] химическим отношениям. Если сплавить олово с медью и заставить их остывать, они располагаются в слои и всегда выделяют в большем или меньшем количестве определенный сплав олова с медью, а в некоторых случаях они очень хорошо кристаллизуются и представляют вещества с некоторыми [определенными] свойствами, как показали исследования американца Кука над сплавами, заключающими цинк. Так что растворы являются случаем неопределенных химических соединений, и если мы будем рассматривать этот случай неопределенных химических соединений, то будем иметь в виду, можно сказать, не индивидуальную сторону, а совокупность признаков класса соединений, называемых неопределенными химическими соединениями. Важность их в смысле химических отношений понятна. Происходят растворы легко, встречаются на каждом шагу, а между тем не подчиняются основным требованиям атомического состава, который характеризует определенные химические соединения, и где понятно, как из двух тел образуется новая частица с новыми свойствами и новыми отношениями. Здесь надо что-нибудь одно: или изменить атомическое представление, или так или иначе уразуметь причину возможности существования неопределенных химических соединений рядом с определенными химическими соединениями. Тут переход постепенный. Я упомянул об определенных химических соединениях и нарочно указываю на них для того именно, чтобы указать, что, действительно, законы, определяющие происхождение определенных химических соединений и неопределенных, совсем одни и те же, и в сущности нельзя коренного истинного различия здесь видеть. Если можно определить растворы, как механические смеси, то только вследствие того, что не распространены обобщения, сведения о неопределенных химических соединениях, хотя, нужно думать, весьма скоро будут распространены. Я далее скажу, как сделать эти обобщения, но прежде еще закончу определение растворов.

Итак, раствор есть жидкость, содержащая некоторую жидкость, которую можно прибавлять в любом количестве к раствору, не нарушая его однородности, и если производится разбавление раствора, то оно наступает равномерно, само по себе, в силу тех химических сил, которые определяют раствор. Здесь, следовательно, подразумевается сила диффузии, которая составляет ясный процесс химических растворов. С какой же стороны можно изучать растворы?

Я буду говорить только о растворах, не касаясь других неопределенных соединений, лучше немногое знать, но концентрированное, чем бросаться в ширину и только узнать общие стороны предмета. Как же можно изучать растворы, с каких сторон? — Как всякие химические соединения: со стороны статической и динамической. Здесь это различие совершенно ясно и может быть полезно и в других случаях химических соединений. Изучение статики будет именно такое, в котором раствор берется как образованный: не случай его образования или разложения, не случай химического в нем превращения, а случай, когда он остается тем, чем был. Изучение динамики раствора будет такое, где раствор или образуется, или распадается. Упомяну некоторые отделы изучения, чтобы было яснее, в чем дело. Выделение тепла при образовании растворов есть не что иное, как наблюдение над количеством выделяющегося тепла, развивающегося в момент образования раствора; следовательно, это динамическая сторона. Точно также насыщение растворов, изучение растворимости, т. е. весового количества вещества, нужного для насыщения, есть, конечно, сторона динамическая, потому что, если мы возьмем насыщенный и ненасыщенный растворы, — никакого различия внешнего не будет. Различие можно заметить тогда, когда мы прибавим растворимого вещества и станем наблюдать, где оно будет переходить в раствор и где не будет; следовательно, очевидно, что насыщение относится к динамической стороне; точно также кристаллизация, выделение паров относятся к стороне динамической. Соль, ведь, не имеет паров, а вода имеет, а изучение изменения упругости паров, точно так же, как температуры образования льда в растворах, относится к стороне динамической, как и многие другие. Статическая сторона растворов будет также понятна от определения удельного веса, показателя преломления, отношения оптической вращательной способности у сахарных растворов, и, вообще, отношения к свойствам растворов тех веществ, которые их образуют и составляют статическую сторону предметов. Но статика в химическом смысле не есть неподвижность в подлинном смысле, а есть только относительная статика, т. е. отсутствие химического изменения. Далее я изложу в нескольких [словах] некоторые сведения из статики растворов. Но если мы станем распределять и разбивать все свойства растворов, то можно сказать, что в общности этой потеряем нить понимания, поэтому я ограничусь только одной стороной понимания, которая наиболее доступна и наиболее

разрабатывалась, а также имеет огромное практическое значение, да и в теоретическом смысле представляет наиболее расследованную сторону предмета, а именно, об изменении плотности или удельного веса раствора, в зависимости от отношений в составе и пропорции, здесь существующих.

Но если я буду останавливаться над этим предметом, то вовсе не ввиду того, что этот предмет может исчерпать всю природу растворов. Никакому сомнению не подлежит, что изучение всякого предмета может быть названо сколько-нибудь полным и совершенным только тогда, когда он будет с разнообразных сторон рассмотрен, т. е. когда я приведу различные динамические и статические данные, поэтому, рассматривая удельный вес растворов, я буду, по возможности часто, переходить к другим сторонам растворов, т. е. показывать то, что при изучении естествознания [про]является, а именно, что все отношения и свойства находятся во взаимной связи, а не в разрозненности, которая в людях иногда встречается. В природе натура явлений гораздо цельнее и последовательнее, и совершенно ясна связь всех отношений, статических и динамических, так что изучение одной стороны ведет к разрешению других сторон. Но так как я имею в виду то обстоятельство, что изучение растворов удобно, что оно может быть производимо во множестве случаев даже без помощи лаборатории и больших химических учреждений, то я здесь, хотя в немногих словах, остановлюсь на методике предмета, т. е. над способами наблюдений для того, чтобы при тех сведениях, которые имеются из физики, и при тех упражнениях в физике, которые вы производите, получилась возможность внести каждому лицу в запас данных, нужных для изучения предмета, совокупность новых наблюдений, потому что здесь, как можно будет видеть из дальнейшего изложения, на каждом шагу встретится масса таких вопросов, для разрешения которых нужен ряд наблюдений, требующих аккуратности, внимательности, но не каких-либо дорогих приборов, дорогих приспособлений, так что каждый у себя дома может вести наблюдения этого рода, израсходовав на приборы самую незначительную сумму. Рублей 10—15 достаточно, чтобы приобрести весы, при помощи которых можно определить удельный вес с точностью, необходимой для решения некоторых вопросов, не решенных потому, что не собрано достаточно данных. Оттого-то я и хочу сказать о методах наблюдений, что удельный вес считается самой простой работой, наблюдаемой волчком, так что это явление считается обыкновенно столь

пустячным, что не требуется внимательно отнестись к собиранию данных этого рода, а между тем это не так, и из-за этого пропадала масса наблюдений, уже сделанных, но недостаточно обставленных при производстве и, по крайней мере, при опытах; поэтому я и остановлюсь на методах, причем изберу только два способа определения удельных весов. Не стану говорить о подробностях, которые вам известны из физики. Так, например, то, что волчки-ареометры неточны, потому что существует капиллярное притяжение около шейки, и оно заставляет неодинаково втягивать при разных составах жидкости, так что ареометр, отлично показывающий в жидкости одного рода, в другой — показывает недостаточно хорошо, так что ареометр, назначенный для растворов соляной кислоты, не будет годиться для сахарных растворов, и наоборот, потому что капиллярность неодинакова; кроме этого, сохранить температуру в ареометре практически чрезвычайно трудно. Здесь есть два метода, а именно: способ сосудов или флаконов и способ гидростатический. В сущности здесь нечего останавливаться, я характеризую только те данные, которые надо принять во внимание, изучая плотность растворов. Все равно, сосуд ли с узкой шейкой или флакон, все равно поправка в гидростатическом способе нужна: с одной стороны, мы имеем наружный объем, с другой — внутренний, хотя, во всяком случае, дело здесь идет об определенном объеме жидкости, в одном случае, не осредственно на олняющей, а в другом, вытесненной, а так как потеря веса авна весу вытесненной жидкости, то, следовательно, в гидростатическом определении всегда поправка наблюдается. Следовательно, поплавок или сосуд, во всяком случае, представляет определенный объем до известной черты, до которой он наполнен испытуемой жидкостью. Следовательно, нужно этот объем знать не только при определенной температу е, но и при различных других температурах, при которых совершается определение удельного веса. Эта температура — одна из важных сторон, очень часто опускается, и от этого $^3/_4$ данных должно отбросить, потому что нет ни достаточных температурных указаний или достаточных предосторожностей при принятии во внимание температур. Если сосуд или поплавок стеклянный, то можно сказать, что мы имеем дело с кубическим расширением стекла, хорошо известным из действительных наблюдений. Но стекла представляют различные коэффициенты расширения, в особенности хрустальное, содержащее свинец, и калийное представляют довольно значительное различие (почти

в $1^1/_2$ раза) в коэффициенте расширения. Поэтому нужно что-нибудь одно: или знать тот сорт стекла, из которого приготовлен сосуд, или поплавок, т. е. нужно знать физические свойства, анализ этого стекла или то, что определяет коэффициент расширения этого стекла или сосуда. Это сравнительно легко делается в флаконах, если флакон имеет значительный объем, если есть возможность взвесить ртуть в большом количестве, но, впрочем, ртуть можно взвешивать и по частям. Так что стоит наполнить ртутью при 0° флакон до черты, взвесить количество ртути и затем нагреть его до температуры обыкновенной или выше обыкновенной, до тех пределов температуры, в которых будет производиться определение удельного веса. Так как коэффициент расширения ртути известен, следовательно, плотность будет известна при различных температурах, то при этом легко вывести коэффициент расширения сосуда по формуле из физики, так что я не буду останавливаться на этом, но упомяну о предосторожностях, которые здесь надо иметь в виду, а именно: если сосуд или флакон представляет тонкие стенки, то от наполнения ртутью объем его расширяется, и если у него дно выгнуто, подобно колбе с вытянутой шейкой, то при наполнении ртутью объем весьма значительно меняется, и легко можно убедиться в том, что величина эта весьма значительна, так что при таких условиях определять неудобно. Вот что надо делать: так как изменение формы происходит от давления столба ртути, наполняющей сосуд, то стоит только флакон погрузить в другой сосуд с ртутью, и тогда к атмосферному давлению будет прибавлена извне высота такого же столба ртути, и выпрямление дна не произойдет. Я упомяну еще о том, что коэффициент расширения воды очень хорошо известен, так что водой можно пользоваться для определения кубического коэффициента расширения стекла. При этом я укажу только в виде намека на то, что легко в приборе, имеющем узкую шейку, как это бывает в пикнометрах всякого рода, наблюдать температуру, при которой объем, помещающийся в флаконе, будет наименьший, и определить самый этот объем; затем еще легко наблюдать, при какой температуре объем воды, кажущийся в флаконе, равен тому объему кажущемуся, который занимает вода при 0°: стоит только заметить положение мениска воды при 0°, затем нагревать; объем будет уменьшаться, но наименьший будет не при 4° (температура наибольшей плотности воды), а при несколько большей температуре — около 6° или 7°, потому что плотность воды при нагревании до 4° увеличивается, а сле-

довательно, объем ее уменьшается быстрее, чем увеличивается объем сосуда. Продолжая нагревание, мы найдем температуру, при которой объем воды будет равен объему, занимаемому водою при 0°. Этих данных для нахождения коэффициента расширения стекла совершенно достаточно. Но так как коэффициент этот с температурой изменяется, то только в том случае, если дело идет об определении изменения в четвертой децимали, можно ограничиться этими данными для нахождения коэффициента расширения стекла, из которого сделан флакон. Что же касается до гидростатического взвешивания, то нужно узнать коэффициент изменения емкости того поплавка, который погружен сперва в воду, а потом в раствор. В этом отношении самый простейший способ определения коэффициента расширения стекла состоит в том, чтобы взвешивать поплавок в воде при различных температурах. Достаточно иметь эти числа, полученные при взвешивании, чтобы, имея таблицу расширения воды, узнать коэффициент расширения или изменения объема при разных температурах, а для того, чтобы делать все эти переходы, нужно помнить еще одну элементарную формулу, а именно ту, о которой уже приходилось говорить и к которой придется еще возвращаться постоянно, а именно: $\frac{P}{s} = v$, вес, деленный на плотность, равняется объему. Следовательно, если мы узнаем вес поплавка и потерю веса поплавка в воде, то эта потеря будет отвечать весу равного объема воды, а из таблиц, которые заключают удельные веса воды при разных температурах, можно будет узнать объем, отвечающий этому весу. Я еще коснусь до практической стороны предмета, чтобы с следующего раза начать теоретическую сторону предмета. Итак, первое, что нужно сделать — это изучить объем сосуда или поплавка и их изменение с температурой; второе — изучить предварительно, это должно непременно помнить, всегда должно изучить ваши весы и гири, потому что погрешность в гирях может казаться погрешностью человека, и вследствие того часто делаются большие погрешности, что гири не сличены; затем термометры, потому что всякое показание удельного веса надо знать [к какой] температуре воды или жидкости [его отнести]. Обыкновенно принято две температуры писать в виде дроби: $\frac{t^1}{t^2}$; t^1 = температуре жидкости и t^2 = температуре воды, к которой относится удельный вес. Например такой-то удельный вес $= \frac{10}{4}$; значит, жидкость при 10° отнесена к воде

при 4°; вот это правильное отношение часто и не делается в исследованиях, тогда исследование пропало, потому что оно ничего [надежного] не может внести. Очевидно, что наблюдение должно быть составлено весьма ясно и определенно; термометр должен быть изучен, а затем надо иметь в виду еще сторону, из-за которой множество наблюдений пропадает, а именно: надо делать поправку на взвешивание в воздухе, она может быть сделана после окончания наблюдения, если только принято будет следующее замечание. Вес кубической меры воздуха изменяется, как вы знаете, с температурой, давлением и содержанием влаги, но он изменяется лишь постепенно, так что в течение одного дня в обычных условиях его изменение будет сравнительно мало, и нужно делать так, чтобы все данные, нужные для удельного веса, были сделаны друг за другом. Тогда, когда это будет сделано, можно будет получить удельный вес, поправленный на взвешивание в воздухе, вовсе не зная той истинной плотности воздуха, который был в деле, потому что в обычных условиях плотность воздуха меняется мало, а потому при вычислении можно вводить некоторую среднюю поправку. В числитель войдет вес жидкости, а в знаменателе будет вес или объем воды, а так как раствор представляет плотность, сравнительно близкую к воде, то, следовательно, если поправка на взвешивание в воздухе окажет влияние на числитель, то та же поправка и для знаменателя, и вся поправка будет незначительная. Вот иное дело, если при взвешивании раствора воздух будет одной плотности, а при взвешивании воды — другой, тогда поправка будет значительна, и тогда даже за третью децималь нельзя ручаться. Если же оба взвешивания будут следовать вскоре друг за другом, поправка будет применяться чрезвычайно легко, когда требуется точность удельного веса в четвертых десятичных: например, 0.9993 с точностью + 0.0001 и — 0.0001. Но если требуется точность в пятой децимали, тогда нужно поправку производить, можно сказать, в каждом взвешивании и надо наблюдать температуру, барометрическое давление и даже степень влажности.

ЛЕКЦИЯ 8

Приступая к изложению той стороны истории растворов, которая существенно важна,—к известному химическому воздействию тел, находящихся в растворе, исследуемому при помощи изучения удельных весов растворов, я считаю необходимым предварительно сообщить две стороны предмета, а именно: грубую, так сказать, демонстрацию того, что в самом деле химизм имеет место при образовании растворов (это можно доказать при помощи удельных весов), и с другой стороны, познакомиться с историей тех воззрений, при помощи которых предмет этот старались обобщить и постигнуть или понять. Легко можно видеть, что химизм действует при образовании растворов, из тех примеров, которые имеются уже в достаточном количестве и, когда в противность механическому смешению, прибавка более легкого вещества не уменьшает удельного веса раствора, а увеличивает его. В самом деле, если бы растворы представляли собой механическое смешение, этого не могло бы быть, и если даже мы представим себе, что имеется два рода молекул, уподобим их двум сортам зерен, например, гороха и ржи, смешаем эти два рода молекул или зерен, то объем смеси, очевидно, не будет равен сумме объемов действующих веществ, потому что, вообразив молекулы шарообразными, мы в состоянии вместить в данный объем известное число шаров; отношение объема шаров к объему пустот то же самое, какие бы ни были диаметры шаров. Если бы к шарам данного объема приложить шары меньшего объема, то меньшие зерна или шары поместятся в промежутке больших шаров известным образом, и тогда сокращение объемов можно легко демонстрировать. Но оно может быть сравнительно чрезвычайно мало, в особенности, если мы сопоставим молекулы растворимого тела и растворителя; а мы можем иметь понятие об отношениях объемов молекул воды и

растворимого вещества, потому что стоит только частичный вес (а он известен) разделить на удельный вес вещества и, следовательно, тогда должно быть так, что если бы объем молекул растворенного вещества был бы более объема растворителя, то тогда не должно быть сокращения, а оно бывает. Следовательно, механическое представление, даже в таком варианте, который сейчас изложен, не может удовлетворить, в особенности это разительно в тех примерах, где от прибавления более легкого вещества получается объем меньший, или удельный вес больший. Так, за последние годы [стало] известно следующее явление: если мы возьмем нормальную серную кислоту и прибавим немного воды (вода гораздо легче, удельный вес серной кислоты 1.84, а воды — 1), то должно ожидать уменьшения удельного веса, но происходит не уменьшение, а увеличение, но оно [наблюдается] только до прибавления известных процентов воды, а именно около $2^1/_2{}^0/_0$ воды, и мы тогда имеем не уменьшение, а увеличение удельного веса. В чем здесь дело — можно легко видеть. Если водный раствор серной кислоты испарять, как это делается заводским образом, то получается не моногидрат, т. е. не однородная* серная кислота состава H^2SO^4, а содержащая $2^1/_2{}^0/_0$ воды. Больше сгустить ее нельзя, т. е. остальная масса серной кислоты притягивает воду и задерживает ее; если производить перегонку такой кислоты, то она при перегонке разлагается, подобно тому как нашатырь и другие. Она переходит в отдельные частицы ангидрида и воды; но явление это имеет вид перегонки по той причине, что в самой реторте происходит распадение на ангидрид и воду, в приемнике они вновь соединяются, и получается кислота первоначального состава. Следовательно, этим способом и нельзя получить моногидрат. Мариньяк исследовал этот вопрос и вот что нашел. Он искусственно приготовил чистый моногидрат. Его легко приготовить, только надо взять крепкую серную кислоту и к ней прибавлять постепенно серного ангидрида, анализировать кислоту, определяя в ней содержание всего серного ангидрида, и остановиться, когда прибавка дойдет до того, что следует по составу моногидрата; оказывается, что это — действительно однородная* серная кислота, [и] представляет вещество совсем других свойств, чем та крепкая кислота, которую прежде считали моногидратом. В самом деле, серная кислота, получающаяся сгущением, ни на

* Т. е. чистая [*Прим. ред.*].

каком искусственном холоду не замерзает, даже при температуре —80°, и переходит в пар при температуре 320°. Достаточно этих свойств, чтобы отличить ее от моногидрата; около — 15° он превращается уже в твердое тело, плавящееся при +10°, следовательно, этот моногидрат весьма легко кристаллизуется, а при нагревании даже немного выше обыкновенной температуры он разлагается, выделяя ангидрид, т. е. безводную серную кислоту. До Мариньяка не имели этого моногидрата в чистом виде; и оказалось впоследствии, что (я буду говорить еще о серной кислоте, там и исторические подробности будут) этот моногидрат имеет и удельный вес меньший, чем та серная кислота, которая получается через сгущение. Действительно, моногидрат имеет при 15° удельный вес = 1.837, при содержании 98% моногидрата при 15° [удельный вес] = 1.841, т. е. прибавка первых порций воды не уменьшает удельного веса, а увеличивает; и это становится понятно из того обстоятельства, что в моногидрате Мариньяка нет той связи молекул серного ангидрида и воды, которая имеется в обыкновенном моногидрате. Этот последний есть, очевидно, самый прочнейший и, следовательно, между молекулами, образующими раствор, существует наибольшее химическое притяжение. Явно, что здесь играет роль химизм. Нужно дополнить, что в моногидрате имеются частью молекулы ангидрида [SO^3] свободными и как бы растворенными в этом простом гидрате [H^2SO^4]. Следовательно (и это очень важно), в растворе имеются частицы различного, можно сказать, рода и порядка соединения. Итак, мы здесь видим, что прибавка более легкого не уменьшает, а увеличивает удельный вес; то же повторяется и во многих других случаях, а именно, например, [в растворах уксусной кислоты]. Я избираю еще один пример для того, чтобы было видно, как это явление сравнительно обще и как оно первоначально в самом деле упускалось из виду, потому что о растворах имеется грубое представление, не допускающее таких явлений. Именно: удельный вес уксусной кислоты = 1.047, т. е. уксусной кислоты нормального состава $C^2H^4O^2$. Если к ней прибавить воды, то удельный вес не уменьшается, и плотность увеличивается, пока не дойдет до содержания 71% уксусной кислоты, тогда получается удельный вес 1.068, а этот состав отвечает содержанию частицы воды. Не только определенность состава, которая здесь, можно сказать, совершенно явная, но и химическое представление об отношении уксусной кислоты к другим химическим соединениям, вызывает понятие о том, что кислоты, подобные уксусной кислоте,

должны существовать. Так как я хочу с первого раза установить у вас представление совершенно ясное, что в растворе есть химизм, то я и на этом примере остановлюсь. Ведь все органические соединения представляют ясное отношение к углеродистым водородам. Углеродистые водороды, как выразился Лоран, составляют первообраз, из которого составляются самые сложные органические вещества. Вы знаете из курса первоначальной и органической химии, как можно из углеродистых водородов произвести процессами относительно простыми всякие сложнейшие органические вещества. Следовательно, для ясного понимания веществ органических нужно брать исходным пунктом углеродистые водороды. Вот, если мы возьмем углеродистый водород, отвечающий уксусной кислоте, то мы будем находиться в ряде этана, т. е. $C H^6$. Очевидно, что мы здесь имеем дело при образовании кислородных соединений с явлением замещения, а само явление замещения представляет на первом месте замену водорода водным остатком. Оно так удачно и явно совершается столь простым образом и выражает отношение спиртов к углеродистым водородам, что, можно сказать, не подлежит никакому размышлению и сомнению, что существует замещение подобного рода. Следовательно, представим себе в углеродистом водороде совершающимися эти ряды замещений, эти последовательные замещения всех водородов водным остатком. Вследствие возможности существования таких продуктов и вследствие того, что первые продукты существуют, как: $C^2H^5(HO)$ и гликоль $C^2H^4(HO)^2$, мы имеем право продолжать этот ряд и представить себе, что размещение совершается и далее, то есть, что и другие 4 пая H замещаются водным остатком. Но при этом должно заметить, что непосредственное исследование, как вы это знаете из органической химии, показало, что замещение H водным остатком совершается не более, как то число раз, сколько углеродных атомов содержится в частице, т. е. в этане могут заместиться две частицы H двумя водными остатками, дальнейшие же продукты замещения не существуют в отдельности: они распадаются с образованием ангидридов. Так как здесь есть группа HO и водород, то, понятно, может легко образоваться вода, и потому дальнейшие продукты замещения распадаются с выделением воды. В этих продуктах замещения $C^2H^3(HO)^3$, $C^2H^2(HO)^4$, $C^2H(HO)^5$ и $C^2(HO)^6$ может удержаться лишь такое количество водных остатков, которое не превосходит число атомов углерода, [поэтому] все эти продукты распадаются, чтобы осталось не более

двух водных остатков. Какого же рода распадения должно ждать от такого рода веществ? Разберем два случая. Из $C^2H^3(HO)^3$ получится H^2O и $C^2H^4O^2$, следовательно, формула $C^2H^3(HO)^3$ отвечает гидрату уксусной кислоты. Таким образом, гидрат есть не что иное, как продукт замещения, который идет от этана через замену атомов водорода водными остатками. Это объяснение есть не искусственное, а чисто арифметическое объяснение, основанное на том небольшом сжатии, которое существует при соединении уксусной кислоты с водою. В другом случае в $C^2(HO)^6$, в силу того обстоятельства, что этой группировкой могут удерживаться только 2 водных остатка, этот последний гидрат будет распадаться, и, таким образом, из 6 водных остатков 2 остаются, а 4 образуют 2 частицы воды, и получается $C^2H^2O^1$ и $2H^2O$, а это отвечает кристаллическому гидрату щавелевой кислоты; щавелевая кислота с трудом получается в безводном состоянии, и из водных растворов выделяются кристаллы, содержащие 2 частицы воды. Формула $C^2(HO)^6$ есть не что иное, как формула кристаллического тела, и если в уксусной кислоте мы должны по удельному весу говорить о существовании в ней определенного гидрата, то здесь же в щавелевой кислоте можем самый гидрат иметь в свободном состоянии в виде кристаллического тела. Следовательно, здесь мы не только видим, что растворы подходят к определенным соединениям, но что они представляют не что иное, как соединения, подобные соединениям с кристаллизационной водой, а это соединение есть химическое, хотя и слабое. Итак, подобно тому, как в серной кислоте в одном роде идей или понятий, и здесь в другом роде идей или понятий оказывается с фактической стороны, что прибавка более легкого вещества может увеличивать более легкий удельный вес в противность механическому представлению о растворе, а с другой стороны, следует, что такие явления связаны с химизмом, свойственным телам, о которых идет речь. Следовательно, приступая к изучению удельных весов растворов, мы указываем тот путь, [с помощью которого] можно начать разрешение вопроса о растворах, а именно химизма растворов. Не так, однако, поступали при рассмотрении растворов. Я уже упоминал о том, что тот блеск, который представляет изучение определенных химических соединений, и господство атомического представления, настолько легко к ним прилагаемого, затмили первоначально весь интерес, представляемый растворами, и заставляли смотреть на растворы, как на механическое сопо-

ставление веществ, образующих раствор. По отношению к удельному весу это выразилось целой суммой понятий. Наиболее резким выражением этого рода представлений служат исследования, сделанные в [18]54 г. Мишелем и Крафтом. Они вовсе не для теоретических целей, а чисто для практических или заводских потребностей, изучали вопрос об удельных весах растворов, потому что по удельному весу растворов определяется количество растворенного вещества, а удельный вес определяется легко волчком. Мишель и Крафт изучали растворы, если не ошибаюсь, 24 тел в воде, и пришли к заключению, которое, если бы было справедливо, как раз отвечало бы механическому понятию о растворах, и очевидно, что они к нему пришли, руководясь теми, господствовавшими в то время, представлениями о растворах, против которых говорят вышеуказанные факты совершенно ясно, а именно вот что они* пишут. Я говорю — пишут, что сделали, потому что их мемуары очень кратки и подлинного описания работ нет, следовательно, относительная степень точности всех их исследований еще не могла быть испытана и проверена. Они растворяли одно и то же вещество в различных пропорциях в воде, всегда так, что брали литровую колбу, и в литр помещали различное весовое количество вещества, т. е. брали, например, поваренную соль (несколько сот граммов), растворяли в небольшом количестве воды и добавляли воды так, что при 15° образовывался ровно литр раствора, определяли удельный вес раствора и знали содержание в литре раствора количества растворенного вещества; затем то же самое они делали и с раствором другой крепости, с другим содержанием растворенного вещества, и определяли опять удельный вес. Назовем этот переменный удельный вес s_1. Он оказывается равен $s_0 + kr$, где s_0 значит удельный вес воды, k — постоянный коэффициент, характеризующий вещество, а r обозначает содержание вещества; то есть это значит, что [если мы] отложим на оси абсцисс содержание соли на литр раствора, а на ординатах удельный вес, мы получим кривую в виде прямой линии, выражающую плотность и удельный вес. Например, в литре воды содержится поваренной соли 263.157 [г], и удельный вес тогда при 15° = 1.171169, а когда содержание соли в литре было = 318.479 [г], то удельный вес = 1.207148, откуда в первом случае коэффициент k = 0.00065044, а во втором 0.00065043, [т. е.] в обоих слу-

---

* Мишель и Крафт [*Прим. ред.*].

чаях один и тот же, или постоянный [коэффициент]. Они дают коэффициенты и для растворов других солей. Я не распространюсь на этих опытных данных, потому что их определения недостаточно хорошо еще описаны, и потом основной их вывод неверен; очевидно, что лишь с предубеждением можно найти подобного рода заключения, потому что в натуре этого в самом деле нет. За разрешение такого предвзятого представления и такого понятия о простом удельном весе растворов, которое вытекало из исследований Мишеля и Крафта, взялся Кремерс; первая известная его работа явилась в [18]55 г. Вот с какого элементарного опыта начал Кремерс, и этот принцип прямо указывает, что исследования Мишеля и Крафта в основах своих неверны, и, следовательно, во всех своих последствиях несправедливы. Кремерс поступал таким образом: он взял узкогорлый сосуд, на нем сделал возможно точную тонкую мерку, представляющую как бы литровую колбу, еще сделал метки для обозначения объемов и наливал туда некоторое количество воды, примерно половину, затем опускал воронку до дна и наливал с большой осторожностью раствор, например, раствор поваренной соли, имеющий такую же температуру, как и вода и окружающая температура. Он ее сводил к нормальной температуре 19° Ц. Вы, вероятно, знаете, из обыденной жизни, что при этих условиях, например, если сахар растворить в воде, или варенье положить в воду и не размешивать, то вследствие медленности диффузии сперва виден слой раствора и воды, вследствие различия показателей преломления этих двух жидкостей. Затем, прибавляя воды, он доводил объем при 19° до черты, затем встряхивал, смешивал и всегда оказывалось сокращение, т. е., другими словами, — не только тело, растворенное при смешении с водою, изменяет объем, но и раствор, уже раз образованный, при новом разжижении тоже изменяет объем, следовательно, слабый раствор есть не что иное, как крепкий раствор в воде.

Следовательно, той простоты, того постоянства удельных весов, которые дали Мишель и Крафт, не существует. Это дело исследовано Кремерсом; у него есть много опытов, имеющих большое значение. Изменение объемов при растворении всегда существует, всегда есть сжатие, уменьшение объема или увеличение его. Что касается до увеличения объемов, то это еще до сих пор недостаточно хорошо исследовано в тех немногих случаях, в которых оно известно. Но известно, что если взять поваренную соль в твердом виде или хлористый калий и растворить в некотором коли-

честве воды, то происходит явное значительное сокращение объема, происходит сжатие; если же взять твердый нашатырь, то происходит расширение; раствор же нашатыря, в воде растворенный, дает сжатие. В чем же здесь дело? Считать это вполне решенным нельзя, но есть возможность утверждать, что здесь все дело зависит от того отношения, которое представляет свойство нашатыря, а именно, вы знаете, конечно, что нашатырь перегонке не подвергается, а хотя представляет соль летучую, но при улетучивании разлагается, т. е. что связь между аммиаком и хлористым водородом в частице нашатыря невелика и разделение их происходит сравнительно легко. Весьма многочисленные и с разных сторон проведенные опыты показывают, что и растворы нашатыря представляют сравнительно малую крепость.* А обратим внимание (и это составляет очень важную сторону растворов) на следующее обстоятельство: превращение в пар есть не что иное, как удаление центров частиц, близких между собой; этого удаления частицы нашатыря, можно сказать, не выдерживают. А ведь образование растворов есть тоже удаление частиц, это есть своего рода испарение, разжижение, удаление центров частиц друг от друга: следовательно, немудрено, что явление при образовании растворов будет такое же, которое представляется при образовании паров. В самом деле, многие опыты показали, что раствор нашатыря выделяет из себя аммиак, следовательно, подобно тому, как мы сейчас видели (я нарочно выбрал такой пример) с серной кислотой, что молекулы серного ангидрида могут пребывать в присутствии молекул гидрата серной кислоты при образовании совершенно определенного соединения, так точно молекулы аммиака и хлористого водорода могут пребывать друг подле друга рядом в растворе, образуясь из твердого нашатыря, подобно тому, как они образуются при переходе нашатыря в парообразное состояние. Следовательно, если в нашатыре имеется явление разложения, а для хлористых калия и натрия такого явления разложения представить нельзя, то и понятно будет то различие, которое совершается при растворении хлористого калия или натрия. Этот последний раствор не разлагается, а нашатырь разлагается, а если он разлагается, то при разложении, естественно, происходит увеличение объема. В самом деле, если мы себе представим и найдем расчетом плотность растворов хлористого водорода и аммиака, то и понятно будет (так как аммиачный

* Т. е. прочность [*Прим. ред.*].

раствор легче воды), что удельный вес будет уменьшаться и произойдет увеличение объема.

Кремерс нашел общее явление сжатия при смешении растворов, и если существует явление расширения, то оно представляет собой явление относительно редкое. Заслуга Кремерса, по отношению к изучению растворов, в том ясно выражается, что он, хотя химизм растворов в явности не выражал, но всегда принимал его во внимание и при помощи его старался самый состав растворов узнать. Весьма важно, для того чтобы понять историю развития понятий о растворах, остановиться на тех способах выражений, которые выражают состав растворов. Обыкновенно состав выражается процентами. Если говорят 10 %-ный раствор поваренной соли, это значит, что на 90 частей воды 10 частей соли. Но этот способ употребляется сравнительно редко: гораздо чаще прибегают к другому выражению, и для того, чтобы освоиться с пониманием его, я рекомендую вот какого рода упражнение: выразим раствор какой-нибудь соли M в воде, и пусть частица ее веса $= m$, и дано, что этой соли содержится в растворе p %. Очень часто выражается раствор на 100 весовых частей воды сколько будет соли, еще чаще на 1 весовую часть соли сколько содержится частиц воды. Чтобы узнать, сколько в 1 л раствора граммовых частиц соли, надо узнать удельный вес, а потому те, которые захотят принять участие в этом упражнении, должны принять s уже известным и выразить состав раствора таким образом: в определенном объеме раствора содержится то или другое весовое количество соли. Выражения, которые принимают разные исследователи для обозначения одного и того же раствора, бывают различны, и одна из причин, по которым эта сторона растворов оставалась без внимания, есть то, что очень трудно без привычки сличать расчеты одного наблюдателя с расчетами другого. Я впоследствии буду прибегать только к двум обозначениям, буду обозначать или процентами или подобной формулой 100 $H^2O\,mM$.

ЛЕКЦИЯ 9

История разработки вопроса о химическом строении растворов началась, как я уже сообщил в прошлый раз, с исследования Мишеля и Крафта. Они взглянули на растворы с чисто механической стороны, представляя, что в растворе имеется аггрегат, или смешение частиц вещества растворенного с частицами вещества растворяющего. Такого рода представления не выдержали и первого приступа критики к этому предмету, и Кремерсу, как я уже упомянул, принадлежит демонстрация таких опытов, которые явно показывают несправедливость подобного рода представлений. Кремерсу наука обязана обширным рядом исследований, относящихся к растворам и касающихся именно химизма растворов. Он показал, что должно сравнивать между собой не такие растворы, которые механически составлены одинаковым образом (т. е. скажем, например, на 100 частей воды заключают одинаковое процентное число растворенных солей), а такие растворы, которые составлены химически эквивалентным образом, т. е. на эти 100 частей воды заключают эквивалентное количество растворенных солей. Только при таком сравнении оказывается, что объемы растворов аналогических солей, например, хлористого кальция, хлористого бария, стронция (а объем всегда можно найти, деля вес раствора на плотность его) представляются или одинаковыми или увеличиваются вместе с возрастанием атомного веса. Если, например, в соединениях магния, цинка и кадмия мы сравним эти аналоги при равном содержании по весу, то не будет замечаться в разных группах никакой правильности. Если же мы сравним такие растворы, которые содержат одинаковое число эквивалентов, то окажется, как я уже сказал, или равенство объемов, или возрастание объемов вместе с возрастанием частичного веса. Сверх того Кремерс исследовал множество растворов разных солей, и эти исследования характеризуются сравнительно большою точностью. Но надо

заметить, что изложение Кремерса до такой степени кудряво и сложно, что разобраться и понять сущность того, что он наблюдает, и того, что он выводит, представляет такой труд, который не окупался и не окупается полученными выводами, а потому исследования Кремерса несмотря на то, что представляют важный вклад в науку, до сих пор остаются почти без внимания. За Кремерсом пошли, ведая или не ведая, все другие исследователи. Многие совсем и не узнали того, что сделал Кремерс, но уж, так сказать, по духу времени, именно 50-х годов, следовали тем идеям химизма растворов, которые уже начал прилагать Кремерс. Таким образом, целый ряд исследователей занялся этим предметом, и я кратким образом характеризую самое выдающееся из истории его до последнего времени. Герлах исследовал массу растворов опытным путем и показал, что то, что выведено Кремерсом, прилагается и к таким растворам, которые он не исследовал, т. е. представляет весьма большую общность. Но самостоятельных оригинальных выводов у Герлаха нет, хотя его труд и по сих пор представляет важнейшую и полнейшую совокупность до сего времени имеющихся данных. Затем Вальсон сперва один, потом с Фавром, а под конец Бендер работали над растворами, сравнивая эквивалентные растворы, т. е. растворы, содержащие в данной массе воды эквивалентное количество солей или в данной массе раствора эквивалентное количество солей. Тут, в этих двух понятиях, есть некоторая разница, правда небольшая, потому что они брали слабые растворы. Сравнивая такие эквивалентные растворы, Вальсон и другие два автора нашли, что существует правило модулей. Вы должны знать, что в 50-х годах весьма большое внимание в теории химии заслужило исследование еще ныне действующего гейдельбергского профессора Коппа, который исследовал множество физических свойств химических соединений и выставил закон, пользовавшийся долгое время большою известностью. Но этот закон, называемый законом равноостаточности, собственно говоря, может быть рассматриваем, как первое приближение к истине, а не как полное ее выражение. Сущность этого закона состоит в следующем. Если мы сравним физические свойства аналогических соединений веществ, различающихся между собой, например, металлом или какою-нибудь другою составною частью, например, водород заменяется хлором или водород — метилом или метил — этилом и т. д., то при одинаковой разности в составе получится одинаковая разность в свойствах, например, одинаковым образом возрастет

температура кипения, одинаковым образом изменится теплоемкость и т. д. Вот в чем сущность закона равноостаточности, и с этой точки зрения было исследовано множество физических свойств, как самим Коппом, так и его последователями. Я не буду иметь больше случая останавливаться подробно на этом предмете в нашем кратком курсе, а потому теперь считаю полезным и уместным обратить ваше внимание на то, что при беспристрастных и сколько-нибудь совершенных данных, руководящих исследованием, закон равноостаточности оказывается совершенно не удовлетворяющим природе дела, а может быть рассматриваем только как первое грубое приближение. Закон равноостаточности может быть выражен правилом модулей. Модуль это есть та разность свойств, выраженная теми или другими единицами, употребляемыми для измерения, которая отвечает известной разности состава. Например, нам известен объем вещества, содержащего водород. При замене водорода калием, натрием и т. д. изменяются свойства всегда известным образом и, следовательно, можно иметь модули калия, натрия и т. д. при замене их водородом. Таким же точно образом это правило модулей, известное время применявшееся в науке, применено Вальсоном и Бендером для плотностей растворов, а именно при сравнении равноэквивалентных растворов, т. е. содержащих одинаковое число эквивалентов на данную массу воды или раствора, — с раствором той же эквивалентности аммиачной соли, а именно нашатыря, всегда оказывается увеличение плотности. Раствор нашатыря представляет наименьшую плотность между всеми растворами, заключающими то же число эквивалентов других солей. Даже соли лития тяжелее, нежели растворы аммиачных солей, содержащих то же самое число эквивалентов, а уж нечего говорить про калий, натрий или какие-либо тяжелые металлы. Пускай по опыту дано следующее, как было у Вальсона. Возьмем литр воды и к нему прибавим 53.5 г, т. е. 1 эквивалент нашатыря. Удельный вес такого раствора при 15°, отнесенный к воде также при 15°, равен 1.015. Теперь, если мы возьмем растворы солей калия, лития, натрия, или какого-нибудь другого элемента, заключающие тоже 1 эквивалент в литре воды, то мы из опыта найдем те модули, которые принадлежат этим металлам, т. е. разности между плотностями этих растворов и раствором нашатыря; так, для Na — 0.025, Li — 0.010, K — 0.0284, $\frac{1}{2}$Mg — 0.020, $\frac{1}{2}$Ca — 0.026, Ag — 0.105, $\frac{1}{6}$Al — 0.019. Точно так же по отношению к хлору определяются следующие модули галоидов: Br —

0.034, J — 0.064, $^1/_2SO^4$ — 0.020, NO^3 — 0.015. Словом, для каждого металла получается соответственный модуль для равноэквивалентных растворов. Бендер расширил это правило и распространил его не только для одноэквивалентных, но и для многоэквивалентных растворов, т. е., если встречается многоэквивалентный раствор, то нужно только модуль помножить на то число эквивалентов, которое содержится в растворе. Но исследования Бендера, сравнительно недавно произведенные, показали ясным образом, что правило модулей на сей раз, как и во всех прочих случаях, есть только первое грубое приближение. Но во всяком случае оно полезно в том отношении, как и весь закон равноостаточности, что показывает до некоторой степени ту схему, по которой составлены растворы и по которой вообще физические свойства представляют зависимость от состава. Из самого существования правила модулей и закона равноостаточности ясно, что существует один общий план, пускай даже приближенный, по которому физические свойства веществ зависят от их состава. Несомненное убеждение в этом представляет хотя бы и грубое приближение закона равноостаточности, а это дает, во всяком случае, уверенность в том, что дальнейшее исследование предмета должно дать истинные законы — законы зависимости свойств от состава, а следовательно, и для растворов — закон отношения плотностей растворов к составу. Эту-то законность и стремились выразить разнообразнейшим образом, потому что вся задача науки, главным образом, сводится на то, чтобы иметь возможность по общему закону, найденному как действующий в природе — найти и знать то, что еще не было под названием и чего исследователи еще не видали, т. е. предугадать факт раньше его наблюдения. Но прежде чем перейти к этим законам, которыми стремились формулировать зависимость плотности растворов от их состава, я считаю полезным для характеристики истории этого предмета сделать заметку, касающуюся, так называемых, объемно-химических наблюдений, имеющих чрезвычайно большое историческое значение, но так же, как и закон равноостаточности, не представляющих в себе ничего законченного, ничего такого, что бы давало надежду, продолжая исследования этим путем, найти в самом деле решение вопроса о химизме строения растворов. Объемно-химические исследования начаты уже давно. Уже Герлах и Кремерс и, особенно, Рейоль их делали, а в последнее время этим предметом больше всего занимался Оствальд, ныне профессор политехникума

в Риге. Сущность этих объемно-химических исследований можно характеризовать в следующем опыте. Возьмем некоторый слабый раствор едкого натра и потом приготовим слабый раствор кислот и притом так, чтобы они титром были одинаковы с едким натром, т. е., чтобы равные объемы друг друга насыщали. К одному, скажем, литру раствора едкого натра прибавим литр раствора серной кислоты или литр азотной и всяких других кислот. Доведем опыт до первоначальной нормальной температуры. Спрашивается, что произойдет: сокращение или увеличение объема? В какой связи это сокращение или увеличение будет находиться со свойствами кислот и как при замене одной щелочи другою, одной кислоты другою изменяются эти объемные отношения? Объемно-химические исследования показали, что в разбавленных растворах всегда происходит для всех обыкновенных щелочей, при насыщении щелочи кислотою, расширение, т. е. увеличение объема, но не сжатие, как можно a priori предположить. Только одни аммиачные соли представляют в этом отношении изъятие. Для них и в слабых растворах происходит сжатие. Эти исследования для нас чрезвычайно важны в том отношении, что дают возможность, как показали в особенности наблюдения Оствальда, сопоставить величину тех изменений объема, которые при этом наблюдаются, с теми сведениями, которые имеются относительно количества тепла, образующегося при взаимодействии щелочей на кислоты. Другими словами, это маленькое изменение объемов, которое может быть наблюдаемо с точностью тщательным определением удельного веса или непосредственным наблюдением изменения объемов, — эти маленькие числа изменения объемов представляются пропорциональными тем количествам тепла, которые выделяются при образовании солей и, следовательно, находятся в соотношении с химическим сродством тел, действующих при химическом реагировании. Оствальд даже предлагал этот путь для измерения относительной энергичности кислот и показал, что он* в самом деле очень сходен со всеми другими способами, которыми есть возможность получать сведения об энергии кислот по отношению к щелочам. Не входя в подробности этого рода исследований, чрезвычайно обширных, я только укажу на следующие факты, которые явно показывают, в чем здесь дело, отчего происходят изменения объемов? Для объемно-химических

* Путь [*Прим. ред.*].

исследований берут очень слабый раствор, притом одинаковой эквивалентности кислоты и щелочи. Но ведь можно взять иначе, например, можно взять вдвое более слабую щелочь и прибавить туда крепкой безводной, т. е. не разжиженной водою кислоты или распределить воду неодинаково между кислотою и щелочью или взять при другой концентрации. Из наблюдений, сюда относящихся, которые легко можно видеть из литературы этого предмета, оказывается следующее: чем крепче будут растворы, которые взаимно смешиваются между собою для насыщения, тем возрастание объема становится меньше, и если мы возьмем совершенно безводную кислоту и безводную щелочь, то заметим уже не расширение, а сжатие, т. е. объем кислоты плюс объем щелочи в безводном состоянии будут представлять величину бóльшую, чем объем воды и разность, которая получается при этом. Или если возьмем, например, безводную окись натра или безводную серную кислоту, то сумма объема серного ангидрида плюс окиси натра будет больше, чем объем происходящей сернонатровой соли, т. е. происходит при отсутствии большого избытка воды не расширение, а сжатие. Следовательно, проходя логику рассуждений, которую каждый легко может воспроизвести в себе, очевидно, что объемные химические исследования не представляют исследований действительных отношений растворенных тел между собою и отношений этих растворенных тел к воде. И в самом деле это так. Возьмем самый грубый пример: едкий натр и слабую серную кислоту. Если станем испарять слабый раствор едкого натра, то вода будет улетучиваться и, наконец, останется едкий натр, который связывает воду весьма энергично и не выделяет ее без разложения. То же самое и с серной кислотой. Если слабый раствор ее испарять, то выделяется вода, но остается водная серная кислота, которая только при разложении выделяет воду. И там, и тут нужна температура выше 200°, чтобы выделить всю воду. Получается сернонатровая соль, раствор которой выделяет воду даже при обыкновенной температуре. При 100° испаряется вся вода, и получается безводная сернонатровая соль. Ясно, что до насыщения связь воды с растворенными веществами была иная, чем после насыщения, именно, связь ее с составным началом была до насыщения крепче, чем после насыщения. Отсюда и ведет начало расширение, которое замечается при объемно-химических наблюдениях над явлениями насыщения. Что касается аммиачных солей, то здесь явление видоизменяется.

Из курса экспериментальной химии вы знаете, что аммиачные соли характеризуются тем, что они разлагаются прямо непосредственно водою. Если испарять твердый нашатырь, то он разлагается на аммиак и хлорный водород, а при охлаждении эти последние опять соединяются, — образуется вновь нашатырь. Но растворение в воде есть также известного рода разъединение частиц, как и испарение и, следовательно, немудрено, что растворение ведет к тому же разложению, как и испарение. В самом деле, если раствор аммиачных солей кипятить, то выделяется аммиак, и получается раствор кислоты. Вообще говоря, аммиачные соли в растворах разлагаются и, следовательно, отношение воды к аммиачным солям будет совсем иное, чем то, которое было указано по отношению к другим солям. Значит, объемно-химические исследования ясно показывают, что при обсуждении объемов растворов или их плотностей играет важнейшую роль то химическое отношение или сродство, которое имеют растворенные тела к воде. Это составляет главное основание для понимания природы растворов и их строения.

Сделав это замечание по отношению к объемно-химическим исследованиям, я скажу теперь о тех попытках, которые существовали в истории предмета и были делаемы для нахождения элементарного закона зависимости плотности раствор[ов] от их состава.

Попыток этих очень много, и я рассмотрю из них только самые элементарные и простые. Вперед скажу, что все эти попытки неудачны, и мы, главным образом, остановимся на том обстоятельстве, отчего они неудачны, отчего столь простое явление, как растворение, подвергавшееся в особенности за последнее время множеству спекулятивных попыток, до сих пор не поддается этим спекуляциям и не выражается в простых алгебраических формулах, которые бы наверное существовали, если бы растворы представляли не что иное, как механический аггрегат, как на них первоначально и смотрели. Среди этих попыток для выражения зависимости плотности от состава должно цитировать попытку англичанина Юра, который в 20-х годах этого столетия исследовал много растворов кислот. До сих пор в химических руководствах цитируются результаты Юра (Ure), представляющие наблюдения, конечно, неудовлетворительные при современном положении предмета, но во всяком случае аккуратно и чрезвычайно тщательно для своего времени сделанные. Юр не ограничился одним простым наблюдением над фактами, например, единовременным наблю-

дением над плотностью серной кислоты известной концентрации и ее составом, но он хотел узнать ту законность, которая наблюдается между изменением плотности и состава, т. е. он старался найти функцию, выражающую зависимость плотности от состава, и предложил, как первую попытку, вполне достаточную для того времени, следующую весьма простую зависимость, которую можно выразить таким образом: $\log s = 0.3515\,p$, где s — удельный вес, 0.3515 — постоянная величина, а p — процент серной кислоты.

Для тех данных, которые он нашел, т. е. для серной кислоты, формула эта в самом деле оказалась очень близкой к действительности. Но если ее проверить при современном запасе данных, то оказывается, что то, что Юр вывел, было совершенною случайностью и более точному наблюдению оно не удовлетворяет. Что это не есть вовсе естественный закон природы, — ясно видно уж из того, что ни для какого другого раствора, кроме серной кислоты, такого рода зависимость не отвечает природе дела, даже в грубом приближении. Второю попыткою, уже более успешною, охватить совокупность всех до сих пор бывших сведений о плотностях растворов и зависимости их от состава должно признать гиперболическую зависимость удельного веса растворов от состава растворов. Чтобы проще себе это представить, возьмем такой раствор: $n\,NaCl + 100\,H^2O$. Переменная здесь будет n. Оно есть число частиц растворенного вещества. При перемене концентрации будет меняться n [и] удельный вес s. Та гиперболическая зависимость, которую многие исследователи, в особенности Томсон, Гроссганс и другие, стремились оправдать для растворов, будет следующая: n переменная, деленная на разность удельных весов раствора (s_i) и растворителя (s_0), равна некоторой постоянной A + некоторой другой постоянной B, помноженной на n. $\frac{n}{s_i - s_0} = A + Bn$; отсюда плотность раствора s_i будет равна

$$s_i = s_0 + \frac{n}{A + Bn}.$$

Приложение этой формулы к растворам множества веществ было сделано особенно Гроссгансом, голландцем, еще ныне действующим, характерным тем, что он юрист и занимается химиею, не оставляя своего юридического поля действия в Голландии. Приложение этой формулы показывает, что плотность растворов весьма многих солей хорошо ею выражается. Рассмотрим, что значит эта фор-

мула. Прежде всего, когда $n=0$, мы должны получить $s_0=s_i$. В самом деле $n=0$; следовательно, второй член этого последнего равенства и будет 0, потому что помножен на 0. Теперь пускай n будет равен бесконечности, тогда вода будет выражаться в ничтожно малом количестве, против растворенного вещества, т. е. s_i должно изображать плотность растворенного вещества. Спрашивается, как это выразится в этих постоянных A и B? Ясно это можно видеть из следующего: если n равно бесконечности, то A сравнительно с Bn, как бы мало B ни было, будет ничтожно мало, т. е. в этом случае $A+Bn$ можно считать равным Bn, а тогда будет сокращение. Следовательно,

$$s_i=s_0+\frac{1}{B}.$$

s_i есть величина, которая зависит от плотности растворенного вещества. Понятно, что когда мы имеем раствор, то его плотность будет зависеть, во-первых, от переменного n, во-вторых, от плотности растворителя, т. е. воды — она здесь и входит в виде s_0, — и от плотности растворенного тела — она здесь входит в виде $\frac{1}{B}$, которая есть не что иное, как плотность вещества минус плотность воды. Что же должна выражать та постоянная A, которая встречается в этой гиперболической формуле? Это A и будет именно выражением того химического взаимодействия, которое видоизменяет плотность раствора и которое представляет причину того, что плотность раствора не может быть найдена по плотности растворенного вещества и растворителя. Следовательно, в A должно искать характеристику раствора и его значение. Легко демонстрировать и над частными случаями и общим рассмотрением, что чем больше будет химическое притяжение, тем соответственно меньше будет величина A, т. е. $\frac{1}{A}$ будет представляться пропорциональной тому химическому отношению, которое существует между водою и растворенным веществом. Вот сущность этой попытки выразить плотность раствора в гиперболической формуле. Я должен прибавить, что если сделать наблюдение над поваренною солью, т. е. над плотностями ее растворов, по отношению к составу их, то окажется, что гиперболическая зависимость их выражается с сравнительно большою точностью, а именно почти с тою точностью, с которой

могут определиться удельные веса растворов. Так, при $\frac{20°}{4°}$ плотность раствора поваренной соли выражается

$$s = 0.9983 + \frac{n}{43.666 + 1.013\,n},$$

где 0.9983 есть плотность воды при $\frac{20°}{4°}$. Если принять n равным 4 (11.5%), то плотность вычисленная будет равна $s = 1.084$, что отвечает и действительным наблюдениям. Но всякий знает, что соленая вода испаряется даже при обыкновенной температуре до конца и оставляет безводную соль. Следовательно, здесь имеется дело с весьма слабым сродством между растворителем и растворенным веществом, а потому можно поставить положение, что при слабом сродстве между растворителем и растворенным веществом, отношение между плотностью и составом в достаточной степени может быть выражено гиперболическою зависимостью, которая есть простое элементарное выражение существующего явления при растворении по отношению к плотностям. Но для того, чтобы испытать общность этой формулы, нельзя ограничиться растворами, подобными растворам поваренной соли, а нужно непременно обратиться к растворам солей, во-первых, представляющих большее сродство к воде, чем поваренная соль, которая даже при обыкновенной температуре не дает соединений с кристаллизационной водой, а во-вторых, таких, у которых растворимость больше, чем у поваренной соли. Шкала растворимости поваренной соли очень невелика. Растворимость ее, или то наибольшее количество n частиц ее, которое выделяется в насыщенном растворе, близко к $n = 11$, ($100\,H^2O + 11\,NaCl$), между тем, как серная кислота, спирт и много других веществ представляют полную шкалу растворимости, т. е. можно в самом деле вполне перейти от воды до самого растворенного вещества, и тогда представится очень важное обстоятельство. Сделав в этой формуле, которую вы здесь видите, $n =$ бесконечности, можно определить величину B, потому что s_0 есть плотность растворителя. Следовательно, останется только выразить или найти из наблюдений величину A. Если бы для таких случаев, как соединение спирта или серной кислоты с водою, подходило бы гиперболическое сравнение, то достаточно было бы одного только среднего или промежуточного раствора, чтобы узнать плотность растворов всех остальных соединений с водою. Но это

никогда не оправдывается. Будучи довольно хорошо применено к растворам таких веществ, которые мало растворяются в воде, гиперболическое сравнение совершенно не подходит к растворам, представляющим большую растворимость и в которых сродство растворимого вещества к воде значительно. Следовательно, гиперболическая зависимость не может быть рассматриваема как естественное выражение явления природы, и она, как и правило модулей и как многие другие естественные законы, может быть рассматриваема разве только как первое грубое приближение для понимания предмета.

Я не стану приводить еще других попыток, в этом направлении сделанных, упомяну только, что наиболее смелая попытка в этом направлении принадлежит Томсону, которого термохимические исследования составляют весьма важный вклад в науку. Не останавливаюсь на этом более потому, что это отвлекло бы нас далеко в сторону. Формулу дает он сложную, исходя из некоторых предположений о живых силах, свойственных веществам, находящимся в растворах, и заключение он делает из некоторых примеров. Но если возьмем другие примеры, то его заключения окажутся не подходящими, т. е., другими словами, они никакой общности не имеют.

Не упоминаю о некоторых других подобного же рода попытках, чтобы не усложнять предмета.

И вот является в истории этого предмета вопрос совершенно неизбежный, совершенно очевидный. Припомнив совокупность научных выводов, оказывается следующее: как только начнут изучать явление, как только поставят вопрос правильно и обставят его с экспериментальной стороны сколько-либо точно, так всегда получаются новые сведения о законе природы, почти всегда простом. Например, много ли было известно о составе тел в кратных пропорциях до Дальтона? Ставит человек вопрос правильно, делает правильные эксперименты, принимается, так сказать, за дело, и сейчас же является закон природы чрезвычайной важности и необыкновенной простоты. Точно также и до Гэ-Люссака было много сведений об объемных отношениях газообразных тел. Но только что человек ставит вопрос, экспериментирует правильно, и он находит простой правильный закон. То же самое и в физике, например, для газов, для многих жидкостей можно находить законы необыкновенной простоты почти при первом приступе к предмету. Здесь же, в нашем предмете, о растворах имеются отличные данные,

исследование предмета кажется необыкновенно просто, особенно если смотреть на растворы с той обычной точки зрения, с который люди привыкли смотреть на них, т. е. как на простое сопоставление тел растворимых с растворителями. Но эти на первый раз кажущиеся просты[ми] явления на деле оказываются сложными до такой степени, что соответственные сходные формулы не отвечают совокупности явлений.

В чем же тут дело? В чем видеть причину того, что столь простые явления оказываются не поддающимися простым отношениям?

По моему крайнему разумению, никакого другого толкования этому явлению дать нельзя, как только то, что растворители и растворенные тела образуют раствор только в силу их химического между собой соединения, т. е. в силу того химического воздействия, которое существует между растворителями и растворенными телами и притом в разнообразных пропорциях, как я это впоследствии и разъясню. И вот, чтобы ближе уразуметь этот предмет, чтобы взвесить его с разных сторон, надобно избрать не всю совокупность имеющихся данных, а лишь некоторые определенные примеры, на которых яснее всего можно видеть, что растворители и растворенные тела в самом деле многообразно химически между собой связываются. Если только представим себе, что в растворах имеется химическая связь между молекулами вещества растворенного и растворителя и что между растворителями и растворенными телами образуются разные соединения, вроде различных соединений тел с кристаллизационной [водой], то понятно станет, почему простое механическое сопоставление, простое алгебраическое изображение не может выразить всей совокупности имеющихся явлений. Химические явления по существу представляют такие отношения тел — или отношения молекул или химических единиц, — при которых являются новые молекулы, новые химические отношения, зависящие от свойств этих единиц, или молекул. Другими словами, если химические отношения между растворителями и растворенными телами многообразны, то никак нельзя ожидать, чтобы растворы могли выражаться простым образом алгебраически.

ЛЕКЦИЯ 10

Я уже объяснил в прошлый раз, что ближайшее знакомство с растворами вследствие неполноты изучения этого предмета не может быть достигнуто в кратком изложении иначе, как чрез рассмотрение какого-нибудь отдельного типического примера. За такой типический пример я возьму серную кислоту, так как это вещество хорошо изученное, всем известное, часто употребляется и, кроме того, представляет растворимость во всех пропорциях, тогда как другие вещества представляют в большинстве случев лишь ограниченную растворимость. Притом в истории ее существуют особенности, которые ясно указывают на то, что, разбирая этот пример, мы можем в самом деле уразуметь природу растворения, здесь ясно выступающую. Я не стану описывать всю историю серной кислоты, а отмечу только некоторые, самые крупные черты. Первоначальный способ получения серной кислоты состоял в разложении железного купороса и в получении, следовательно, более или менее дымящейся серной кислоты, не чистой и дорогой и содержащей ангидрид в избытке. В Англии началось приготовление в огромных размерах камерной серной кислоты, и ее практическое применение развито в громадных размерах, как всем известно из общего курса химии. Во всех почти технических производствах, прямо или косвенно, серная кислота идет в таком большом количестве, что были даны попытки определить степень развития промышленных сил страны по количеству серной кислоты, страною приготовляемой, и если в Англии она начала получаться в огромном количестве, то и немудрено, что там родилась первая потребность узнать отношение между плотностью серной кислоты и содержанием в ней действующих веществ, т. е. гидрата или ангидрида. И в самом деле, в Англии, не говоря о Дальтоне или Деви, которые делали первые определения, — яви-

лась первая система определений, сделанных Перкинсом. Его определения и до сих пор имеют свое значение, так как совокупность чисел, приводимых им, в самом деле оправдывается всеми дальнейшими исследованиями. Но нет сомнения, что Перкинс имел в руках не вполне чистую серную кислоту, а работал предпочтительно для целей техники. Он брал такую серную кислоту, которая приготовлялась камерным образом, заводским путем, и, следовательно, всегда, вероятно, содержала некоторые подмеси солей, в особенности солей свинца, азотной кислоты и некоторый избыток воды, который всегда остается, как бы мы ее ни испаряли.

Вследствие этого ни норма, ни качества серной кислоты, которую употреблял Перкинс, не могут служить для окончательного твердого суждения об изменении плотности серной кислоты с изменением содержания воды или серного ангидрида.

Пропуская массу других исследований, необходимо остановиться на Юре, также англичанине, который сделал другой ряд определений, несомненно, с более чистой серной кислотой и еще более тщательно, чем Перкинс. Но и в его время, как и до 50-х годов, вообще не имели в руках вполне чистой серной кислоты как исходной точки. Прежде чем сказать о чистой серной кислоте, надо упомянуть о том, что Мейснер в 30-х годах, для целей практики, исследовал применение ареометра. (Поучительно, что здесь, как во множестве других вопросов, вопросы живой практики непосредственно связаны с вопросами чисто [теоретическими], и эта живая связь проходит везде через все знания). Он определил отношение между содержанием действующих веществ и показанием ареометра во множестве растворов. По отношению к серной кислоте он заметил следующий чрезвычайно характерный факт, который до нашего времени оставался не объяснеиным и который состоял в следующем: он взял, во-первых, серную кислоту камерную, сгущенную до последней крайности, и, во-вторых, кислоту, которую он приготовлял через подбавку к почти дымящейся серной кислоте такого количества воды, чтобы получилась серная кислота как раз того самого удельного веса, какой он имел, взяв серную кислоту камерную. Имея две таким образом приготовленные серные кислоты, он их разбавлял одинаковым количеством воды и нашел, что первая серная кислота представляет всегда раствор меньшего удельного веса, чем вторая. Я не привожу здесь чисел, потому что не нахожу в этом надобности, — это отняло бы только время. Повто-

рив эти определения, он убедился, что это не есть исключительное явление, а что оно всегда однообразно совершается. В 50-х годах затем Герлах повторил исследования Мейснера и нашел то же самое. Перед глазами химиков стоял следующий факт: есть два рода серной кислоты; одна дает растворы большей крепости, другая — меньшей. Так как факт этот стоял уединенным, то даже стремились объяснить его существованием двух изомерных серных кислот, полагая, что как во множестве органических веществ является масса случаев изомерности, так и здесь является характерный случай изомерности. Например, если возьмем сахар кристаллический и сахар превращенный, т. е. тот, который получается после действия на кристаллический сахар серной или соляной или другой кислоты, — получится особый изомерный сахар инвертированный, и плотности растворов, при одинаковом содержании сухого вещества, будут различны. Предполагалось, что то же самое происходит и здесь, но это неверно. Мы сейчас увидим, что это в настоящее время объясняется самым простым образом.

Дальнейший важнейший момент в истории серной кислоты составляет наблюдение, сделанное еще ныне живущим женевским химиком Мариньяком, которому наука обязана множеством превосходных во всех отношениях, по точности, исследований. Он показал, что если взять серную кислоту, разбавленную водой, и испарять ее, то всегда остается серная кислота с содержанием $2^1/_2\%$ излишка воды против моногидрата или против нормальной серной кислоты, так что этим путем невозможно получить моногидрата или нормальной серной кислоты. Если производить перегонку этой кислоты, то точно также нельзя получить моногидрата, и всегда получается некоторое определенное стойкое соединение, содержащее около $2^1/_2\%$ воды в излишке. Для того чтобы получить нормальную серную кислоту, нужно взять это стойкое, $2^1/_2\%$ излишка воды содержащее соединение, и прибавить к нему серного ангидрида в такой пропорции, какая нужна по составу и по количеству избытка воды. Тогда получится в действительности определенный моногидрат, характеризующийся особым свойством, при помощи которого его весьма легко очистить, хотя обращаться нужно очень тщательно, потому что серная кислота, особенно нормальная, жадно притягивает влагу воздуха. Тем не менее, оказалось, что эта нормальная серная кислота, при сравнительно слабом охлаждении — до минуса нескольких градусов холода — способна кристаллизоваться, тогда как та, которая содержит $2^1/_2\%$ излишка

воды и получается через сгущение, даже на холоду, минус 30—40°, не застывает. Кристаллизацию моногидрата можно получить в вполне чистом его состоянии, которое характеризуется определенностью состава, именно отвечающего нормальной серной кислоте в формуле H^2SO^4.

Третий замечательнейший факт, разъяснивший затем уже все в истории этого предмета, состоял в том, что Мариньяк показал, что этот нормальный моногидрат при обыкновенной даже температуре, а тем более при слабом нагревании, выделяет из себя серный ангидрид, т. е. если возьмем нормальную серную кислоту, то она через потерю серного ангидрида опять переходит в ту наиболее прочную серную кислоту, которая содержит $2^1/_2\%$ излишка воды. Точно также, исходя из более слабой серной кислоты или из более крепкой, мы имеем в виду соединение, заключающее моногидрат плюс $2^1/_2\%$ воды, соединение, наиболее стойкое и прочное, при нагревании сохраняющееся и, тем не менее, перегоняющееся, хотя это есть не перегонка, а разложение, как показывает плотность паров.

Теперь становится очевидным, что даже та серная кислота, которая составляет во всех отношениях вещество нормальное и образцовое, есть не более как вещество распадающееся, содержащее в себе серный ангидрид и воду, т. е., следовательно, не может быть рассматриваемо само по себе, как единица, а если там есть молекулы серной кислоты, то есть там и молекулы серного ангидрида, единовременно пребывающие и легко выделяющиеся из этого вещества. О серной кислоте, ведь, мы имеем понятие не только из всей совокупности химических сведений о ней, но прямо из того, что это вещество реальным образом кристаллизуется и представляет определенное твердое тело с определенными свойствами. Это и составляет действительный намек на то, что совершается в растворе. В растворе, следовательно, надо видеть и понимать не только существование определенных соединений, но и существование диссоциационных систем при системе распадений. Я под конец разъясню это, а теперь буду продолжать историю этого предмета, останавливаясь на главнейших чертах ее, поскольку это имеет отношение к серной кислоте.

Продолжая исследование, Мариньяк определил плотность этой нормальной серной кислоты. Но он, по случайности, конечно, не обратил внимания на плотность той серной кислоты, которая получается через испарение и которая заключает в себе $2^1/_2\%$ излишка воды. Если бы он сделал это определение, как это сделал Кольрауш, то он увидел бы сейчас,

что эта нормальная серная кислота, полученная им в первый раз, имеет удельный вес меньший, чем та кислота, которая содержит $2^1/_2{}^0/_0$ излишка воды, т. е., несмотря на прибавку лишнего серного ангидрида (ибо с прибавкою его или вообще серной кислоты, удельный вес растет) удельный вес уменьшается, а не увеличивается.

Нам теперь это станет ясным, если зададимся тем представлением, о котором я выше уже сказал. Ведь плотности веществ, находящихся в растворе, зависят не только от содержания этих веществ, но и от той химической связи, которая удерживает в растворе находящиеся вещества между собой. Серный ангидрид, прибавляемый к этой наиболее прочной серной кислоте, удерживается, очевидно, слабо, следовательно, связь здесь слаба, тело получается рыхлое, и плотность, несмотря на прибавку, становится меньше. Дальнейшее исследование, много раз подтвержденное, явно показывает, каковы здесь в самом деле плотности. Я упомяну только некоторые числа, пропуская мелочные разноречия. Упомяну, что нормальная серная кислота H^2SO^4 имеет удельный вес при 15°, относя к воде при 4° в безвоздушном пространстве, 1.8371; а та кислота, которая представляет содержание $2^1/_2{}^0/_0$ воды, имеет удельный вес (который не столь твердо установлен) 1.8418, тоже при $\frac{15°}{4°}$, т. е., последняя имеет больший удельный вес. Начиная от наиболее крепкой серной кислоты, через дальнейшую прибавку воды, удельный вес будет уменьшаться, но первая прибавка воды к норме будет увеличивать удельный вес. Всего характернее и всего важнее при этом заметить следующее: если мы изойдем от воды, положим, удельного веса [равного] единице, и все время будем прибавлять серного ангидрида, то достигнем $2^1/_2{}^0/_0$ [воды], что отвечает наибольшей плотности. Прибавляя еще серный ангидрид, получим наиболее легкую кислоту. Прибавляя затем серный ангидрид, получим дымящуюся серную кислоту, нордгаузенскую, — удельный вес опять будет увеличиваться. Другими словами, эта нормальная серная кислота отвечает минимуму удельного веса, и прибавка к ней маленького количества воды и какого угодно количества серного ангидрида увеличивает удельный вес.

В истории серной кислоты нужно еще остановиться на том факте, который вам известен из элементарного курса, что серная кислота представляет способность соединяться с водою. С первыми паями воды она дает вещество, которое представляет такой состав: $H^2SO^4H^2O$. Это вещество кристаллизуется еще легче, чем моногидрат, выделяется в отлично образован-

ных огромных кристаллах, которые плавятся при температуре выше 0°, и оно может быть получено в любых количествах. Это явление указывает, что мы имеем здесь дело с совершенно определенным химическим соединением серной кислоты с водою, как, например, соединение с кристаллизационной водой. С другой стороны, надо остановиться на том факте, который известен из прямого опыта и из измерений, многократно повторенных, в особенности из измерений, сделанных Фавром и Зильберманом, а потом Томсоном, что смешение воды с серною кислотой выделяет определенное и притом огромное количество тепла. Это выделение огромного количества тепла находится, очевидно, в связи с тем, что серная кислота обладает большим сродством к воде, и в таких условиях теплота выделяется в значительном количестве. Если это так, то мы из указанных фактов должны признать существование определенных соединений серной кислоты с водою. Последняя черта, на которой я остановлюсь в истории этого предмета, состоит в том, что Ландберг исследовал предмет раствора серной кислоты в воде с следующей стороны. Он думал, как думают многие и как невольно рождается в уме при знакомстве с этим предметом, — думал концентрировать всю историю раствора серной кислоты с водою следующим представлением. Серная кислота с водою дает некоторые определенные соединения, подобно тому, как некоторые соли дают с водою некоторые определенные соединения, например, глауберовая соль соединяется с 10 и 7 паями воды. Исходя из этого, можно представить себе, что и серная кислота соединяется с некоторым количеством воды, кристаллизуется, и полученное вещество, так сказать, распределяется механически в воде, т. е. что водяной раствор серной кислоты содержит уже не нормальную серную кислоту, а содержит соединение как бы с кристаллизационной водой, — с водою, с нею уже ближе соединенною. Это так сравнительно легко в уме концептируется, но, с другой стороны, ведь это представляет парадокс такого рода. Мы имеем серный ангидрид, который, соединяясь с водою, сперва дает моногидрат, затем дает еще какое-то соединение с водою и затем он еще распределяется в воде, т. е. в растворе серной кислоты, следовательно, надобно предполагать воду, так сказать, трех родов: моногидратную, в которой H способен замещаться металлом, воду кристаллизационную, или более плотно соединенную, и воду, служащую для раствора. Но как же эти воды друг от друга отличаются? Как представить себе умственно это

искусственное представление совершающимся на деле? Оно может быть подвергнуто испытанию, и Ландберг это сделал. Его заслуга состоит в том, что он, сделав такое испытание, прямо указал, что действительность не удовлетворяет такому представлению. Его испытание состояло в том, что он брал растворы серной кислоты по плотностям, которые уже раньше были (некоторые он сам написал), и старался найти столь слабый раствор серной кислоты, который, смешиваясь с водой, не давал бы сокращения объема, потому что крепкие растворы серной кислоты дают сокращение объема. Оказалось, что подобно тому, как тепло выделяется при смешении каждой серной кислоты с водою, так же точно и сжатие происходит все время, как бы слаба ни была серная кислота. Другими словами, если существует механическое соединение или распределение серной кислоты с каким-нибудь количеством воды, то это распределение обладает таким же свойством производить сжатие и выделять тепло, какое относится к первоначальному количеству воды, вступающей в соединение с серной кислотой, т. е. это количество воды так же относится к предшествующему более крепкому раствору серной кислоты, как и вода к нормальной кислоте. Все время отделяется тепло и происходит сжатие. Следовательно, можно составить себе это искусственное представление, но факт нисколько не согласуется с ним и не дает возможности различать эти разные количества воды, с серной кислотой соединенные.

В чем же, спрашивается, здесь дело? Как разобраться в этой массе являющихся фактических данных? Конечно, можно разобраться только при помощи подробного изучения предмета, как это бывает везде и всегда. Один, так сказать, набег мысли, одно желание ничего не значат. Необходимо подробное изучение, которое обладает свойством наводить, делать индукцию мысли. Оттого я и останавился на некоторых чертах истории предмета что они наводят на некоторые мысли, а подробное исследование, предмета с фактической стороны индуцирует и целое представление достаточно уясняющее предмет. Чтобы сделать эту индукцию над одним примером (а останавливаться над многими нет никакой возможности), я возьму следующий способ: сперва я остановлюсь над указанием связи свойств растворов серной кислоты (по крайней мере двух-трех ее свойств) с изменением ее плотности. Нужно, чтобы родилось представление о том, что то, что мы выводим по отношению к плотностям, не есть что-нибудь только к ним относящееся, а есть нечто

такое, что отвечает природе всего раствора, т. е. что отвечает всяким другим свойствам. Затем я рассмотрю ход изменений удельного веса серной кислоты на основании совокупности существующих фактов.

Из свойств растворов серной кислоты я возьму прежде всего количество отделяющейся теплоты при образовании различных сернокислых растворов, тем более, что и вся современная химия показывает, как вообще химизм тесно связан с термическими явлениями, химические процессы сопровождающими. Когда образуется определенное прочное соединение, тогда количество тепла, выделяющееся с наибольшею силою, стремится к известному равновесию в том отношении, чтобы количество выделяющегося тепла было наибольшее из всех возможных при данном сопоставлении двух разных тел. Словом, термохимические данные имеют коренную связь с своим химизмом, происходящим между телами. В этом отношении имеются отличные данные Томсона, которые весьма легко можно нанести на кривую таким образом, чтобы по оси абсцисс была отложена тем или другим способом выраженная серная кислота, например процентный состав, тогда кривая будет конечная от 0 до 100% серной кислоты, или содержание воды на серный ангидрид, или содержание воды на серную кислоту — тогда она идет в бесконечность, или обратно содержание на воду серной кислоты, т. е. прибавка к определенному числу молекул воды определенного числа молекул серной кислоты. Я избираю первый способ (Томсон избирает второй), т. е. процентный состав, который хотя наименее рационален, но зато наиболее нагляден, потому что кривая получается конечная. Я приведу числа, показывающие число калорий или единиц тепла, выделяющихся при соединении серной кислоты с различными паями воды, как это дает Томсон. Я не буду приводить всех его чисел, а только некоторые. Так, серная кислота, соединяясь с 400 молекулами воды, т. е. образуя очень разбавленный раствор, выделяет 17 314 единиц тепла;

со	100	молекулами	— 16859	[единиц	тепла]
с	15	»	— 15867	»	»
»	5	»	— 13108	»	»
»	2	»	— 9418	»	»
»	1	»	— 6379	»	»

Рассчитаем теперь из этих чисел количество на единицу объема образующейся кислоты. Для этого нужно знать плотность состава. Ведь мы хотим сличать количество тепла, выделяющегося при образовании различных растворов сер-

ной кислоты, с изменением удельного веса, а изменение удельного веса будет наиболее ясно выступать тогда, когда мы сличим или определим то сокращение, происходящее в объеме, которое отвечает данному объему происходящей кислоты. Так обыкновенно выражают изменение объемов при образовании химических соединений или при образовании растворов, именно на 100 объемов раствора определяют сокращение, при этом происходящее. Не зачем останавливаться над тем, как это делается, весь расчет ничего особенного в себе не заключает; я прямо приведу получающиеся [свойства] раствор[ов], изображая их графически.

Рис. 1.

Отложим по оси абсцисс процентное содержание серной кислоты в водной серной кислоте, таким образом, что при 0 будет чистая вода, а при 100 моногидрат серной кислоты H^2SO^4. Ординаты будут представлять те количества тепла, которые выделяются при образовании 100 объемов раствора. Кривая направляется таким образом, что максимум выделения тепла как раз соответствует образованию тригидрата — вещества, представляющего состав $H^2SO^4 \cdot 2H^2O$, то же самое можем написать еще иначе. Ведь сера — шестиатомный элемент в серном ангидриде и, следовательно, если существует ангидрид SO^3, то в гидрате на место паев кислорода можно поставить 6 водяных остатка, тогда получим $S(HO)^6$, или H^6SO^6. Это и будет тригидратный серный ангидрид [рис. 1].

То же самое мы можем выразить иначе (оно будет более наглядно) при помощи того реального повышения температуры, которое будет наблюдаться при смешении серной кислоты с водою. Ведь это выделяющееся тепло будет отдаваться происходящему раствору, следовательно, если мы будем знать теплоемкость этого раствора, то по количеству выделяющегося тепла и теплоемкости раствора мы рассчитаем ту температуру, которую получит раствор; эта температура будет находиться в подобной же зависимости от состава, как и количество теплоты. Для наглядности я приведу здесь некоторые из этих температур. Когда образуется соединение, содержащее 400 молекул воды на серную кислоту, т. е. представляющее содержание серной кислоты,

равное 1.34%, то повышение температуры равно 2.4°. Оно постепенно повышается, и при смешении серной кислоты с 7 молекулами воды, т. е. когда образуется вещество, содержащее 43.75% серной кислоты, то повышение температуры равняется уже 98.5°. Конечно, это разочтенная температура; но реальная будет немного меньше, т. е. нужно будет ввести поправку, потому что часть тепла рассеется, передастся сосудам и проч. Наибольшее повышение температуры получится при образовании гидрата, когда при соединении 2 молекул воды образуется серная кислота, содержащая 73.14% серной кислоты, и тогда повышение температуры будет равно 149°...*

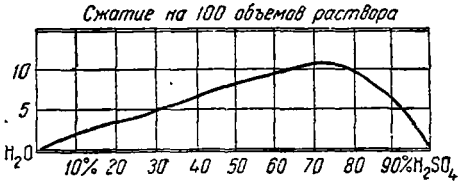


Рис. 2.

Это есть наибольшее повышение температуры, возможное при смешении серной кислоты с водою. Присоединение 1 молекулы воды к серной кислоте соответствует повышению температуры меньшему, именно 127°.

Таким образом, мы имеем здесь в количестве ли тепла или в полученной температуре, что в сущности находится в тесной связи, явное указание на то, что наибольшее количество тепла выделяется при образовании тригидрата. Точно также, зная плотность серной кислоты и ее растворов, можно указать, какое сокращение происходит при образовании 100 объемов раствора. Оказывается, что и оно точно также отвечает совершенно подобной же кривой, а именно: как тут [рис. 2], так и там при образовании 100 объемов раствора, когда присоединяют 400 эквивалентов и образуется раствор с содержанием 1.34%, то сокращение на 100 объемов равняется всего только 0.35. Когда происходит соединение с 7 молекулами воды, тогда сокращение равно 7.37 объемов

* В сохранившемся оригинале отсутствуют стр. 157 и 158, но в тексте нет перерыва. Вероятно, была ошибка в пагинации оригинала [*Прим. ред.*]

на 100 объемов происходящей смеси. Наибольшее сокращение отвечает опять-таки образованию тригидрата и составит 10.06%. При образовании бигидрата сокращение будет 9.29, т. е. меньшее. Взгляните же [внимательно] на дело. С одной стороны, мы знаем выделяющееся тепло, с другой стороны, знаем сокращение объемов, и a priori ведь несомненно, что эти оба свойства должны находиться в связи, и, в самом деле, они и находятся; следовательно, так как выделяющееся тепло есть во всех отношениях несомненный признак химизма, то и изменение объема должно служить признаком химизма. Я начал с этой стороны предмета, чтобы сделать совершенно ясным, во-первых, что сокращение объема находится в тесной связи с действительным химизмом, действующим в растворах, и во-вторых, что при образовании растворов мы имеем основание замечать об образовании некоторого определенного тела, хотя его в отдельности и не извлекаем.

ЛЕКЦИЯ 11

Отношение между изменением плотности или объема серной кислоты и отделением тепла при образовании ее растворов представляет, конечно, такой случай, в котором можно ясно видеть, что между изменением объемов и химическим раствором, в котором это явление наблюдается, существует тесная связь. Но мне желательно вам объяснить, хотя я умножать примеров не могу, что такая же связь существует между объемными изменениями при образовании растворов и изменениями удельных весов и всякими изменениями свойств растворов, т. е. что в этом простейшем средстве, в этом элементарном приеме, в определении удельного веса, так сказать, имеется ключ к пониманию всякого рода отношений в изменениях свойств химических соединений при образовании сложных тел. Для того чтобы не оставить вышеизложенный пример в единственном числе, я укажу еще на одно свойство, прежде чем перейти к изменению удельных весов, которое находится в зависимости со многими отношениями в изменении физических свойств растворов, а именно, я хочу сказать об изменении объемов при нагревании. Вам, конечно, известно, что изменение объемов, вообще говоря — плотность, выражается коэффициентом расширения, т. е. коэффициентом изменений, за единицу которых принимается объем при 0°. Но такой способ выражения, соответствующий простоте состояния материи газообразной, не приводит ни к чему по отношению к жидкостям, т. е. в явлении расширения жидкостей исследования коэффициентов расширения не дают ни одного обобщения. Вследствие этого обстоятельства давно уже существуют попытки выразить явление расширения жидкостей при нагревании другими различными способами. Я далее буду руководствоваться следующим приемом, который представляет недавнюю попытку, хотя несколько освещающую

предмет. А именно, можно исследовать массу жидкостей, в которых расширение или изменение объемов очень хорошо установлено и проверено и вывести заключение, что для объемов (v_t) должно употреблять в пределах самой грубой точности такое выражение: $v_t = 1 + at + bt^2 + ct^3 \ldots$, где коэффициенты b и c изменяются от одной жидкости к другой и не представляют взаимной связи. Но те же самые жидкости, исследованные иным способом, представляют в грубом приближении удовлетворение следующему простейшему отношению. Если назовем через s_0 удельный вес при 0°, а через s_t — при $t°$, то жидкость расширяется таким образом, что определитель расширения k есть величина постоянная для большинства объемов жидкостей [$s_t = s_0(1 - kt)$], но особая для каждой из них. В этом отношении исследовано Коппом, Пьером и англичанином Торпе огромное количество жидкостей, и для этих исследований, в особенности для тех, которые делались при температуре кипения, k есть величина постоянная и представляет чрезвычайно простое выражение для явлений расширения жидкостей, выражение, сходное с тем, которое имеется для газов. Это выражение, как и закон Гэ-Люссака, представляет лишь известное приближение к истине.

Закон Гэ-Люссака, составляя исходную точку для понимания газообразных веществ, есть закон не вполне точный, а приблизительный, и некоторые отступления от него существуют. Я, кажется, имел случай говорить вам, что подобного рода явления не составляют неправильностей, ошибок в изучении природы, потому что закон природы, в сущности, как и надо ожидать, сравнительно сложен, а простота является лишь в общем отношении. Сложный закон почти всегда можно разбить, разложить в быстро сходящуюся строку, первый член которой и будет тот простой закон, который мы отыскиваем. Очевидно, что нельзя ждать, чтобы можно было открыть все сложности на основании всей простоты. Чтобы вам указать в историческом примере важное существенное значение этих первых членов, достаточно указать на коренной пример закона тяготения, открытого Кеплером и Ньютоном, от которого в природе имеются некоторые кажущиеся отступления, т. е. такие небольшие отклонения, как, например, в местоположении светил на небесном своде, которые для Фомы неверного могут представляться средством для колебания правильности этого закона. Но история этого предмета указывает, что эти отступления разрешаются этим же законом, потому что

в основе закон имеет только взаимодействие планет и солнца друг на друга. Если могут быть некоторые уклонения, то они не суть доказательства неверности основ закона, а они только показывают, что явления не вполне правильно исследованы. Следовательно, открытие закона, хотя в нем существуют некоторые отступления, не есть брожение слепого, а есть действительное понимание предмета и приближение к нему. Как закон Гэ-Люссака не вполне точен, так и этот закон расширения жидкостей не вполне точен и, следовательно, могут являться отступления в разных условиях. Например, известно, что пары в насыщенном состоянии не подчиняются закону Гэ-Люссака, а между тем этот закон очень существен и дает понятие о природе газов. Всякие газы отступают немного в различной степени. Можно показать, что тем более отступают, чем больше частичный вес, так что ясно, что оба эти свойства находятся в связи, в настоящее время гипотетически разрешается в какой связи. Это мне необходимо было указать, потому что лишь дальнейшее исследование относительно расширения растворов серной кислоты будет касаться именно величины k, которая характеризует расширяемость растворов серной кислоты. Но предварительно надо знать, что между отступлениями той или другой жидкости для закона расширения самое видное место занимают отступления воды. Как всякому известно, она представляет наибольшую плотность при 4° и сперва расширяется слабо и затем значительно. Совсем не то с другими жидкостями. Расширение воды представляет значительное отступление от закона расширения жидкостей, и величина k для воды не есть постоянная величина, а изменяется с температурой. Но это обстоятельство не должно нас вначале поражать весьма сильно по той причине, что вода во всех смыслах, которые относительно ее известны, представляет жидкость исключительную, своеобразную не только в расширении, но и в других отношениях. В самом деле, переберите все другие жидкости, и вы ни для одной из них не найдете ни такой малой плотности пара, ни такого малого удельного веса в парообразном состоянии. Те же вещества, имеющие частичный вес около 18, которые известны при обыкновенной температуре, суть газообразные тела, трудно сгущающиеся. Затем переберите все жидкости и не найдете ни одной, с такою большою теплоемкостью, которая есть основное свойство, от коренных качеств частиц зависящее. Вы не найдете ни одной другой жидкости с таким большим количеством скрытого тепла и ни одной жидкости, представ-

ляющей такое громадное количество реакций, как вода. Вода представляет собой исключительное состояние, подобно тому, как насыщенные пары представляют особое состояние. После этих предварительных замечаний мне остается сказать только следующее, что если мы возьмем воду и к ней станем прибавлять вещества растворимого, тогда величина k становится постояннее, чем больше в растворе содержится растворенного вещества. Но для поваренной соли и в насыщенном растворе постоянство не достигается, для серной же кислоты достигается. Если мы возьмем серную кислоту, моногидрат или близкую к ней, то оказывается, что для нее с возвышением температуры существует не только не увеличение величины k, а уменьшение, так что и серная кислота представляет отступление, но только уменьшение с возвышением температуры. После этих вступительных замечаний, я, избегая историю предмета, относящегося к расширению серной кислоты, прямо изложу результат получения величины k. Как ее получить — это ясно. Если мы будем знать s_0 (удельный вес при 0°) и s_t (удельный вес при t°), то отсюда можем определить величины k. Представим их графически. По оси абсцисс отложим процент моногидрата в серной кислоте, а по оси ординат величину k, т. е. значение этой величины при данном составе раствора. Эти величины будут изменяться с температурой и, следовательно, напишем для 10° или для 90° [рис. 3].

Для воды величина k весьма мала и увеличивается при прибавлении серной кислоты, так что достигает при 30.4% H^2SO^4 максимума. Но для воды величина k при возвышении температуры больше, чем для низших температур, для серной кислоты же при возвышении температур [она понижается]. Глядя на кривые, тотчас бросаются в глаза следующие три точки в этом изменении, а именно: точка при 30.4% H^2SO^4, где величина k постоянная совершенно строго удовлетворяет вышеописанному уравнению, затем точка, где величина k при всех температурах достигает максимума, и, наконец, точка, где она достигает минимума; эта последняя отвечает моногидрату, или нормальной серной кислоте. Наивысшая точка (максимум) отвечает ни чему иному, как двугидрату ($H^2SO^4 \cdot H^2O$). Это соединение есть вещество, которое можно получить в кристаллическом состоянии. Из всего этого вы можете заключить, что некоторые особенные точки, находимые при изучении изменения удельного веса, отвечают определенному химическому составу, который несомненно подтверждается с химической точки зрения и существует

отдельно с особыми свойствами. Что же касается до точки отвечающей 30.4% H^2SO^4, то тела такого на самом деле мы не знаем, т. е. оно не переходит ни в парообразное, ни в твердое тело, и из раствора не можем выделить тело такого состава. Но, однако, такой точке отвечает определенная формула раствора, а именно она представляет содержание $H^2SO^4 \cdot 12H^2O$. Если бы нам было известно только одно свойство серной кислоты, мы не могли бы установить на основании его существование тела, имеющего такой состав, и можно бы было думать, что это свойство вовсе не указывает на образование определенного химического сочетания между водой и серной кислотой, но, однако, и другие

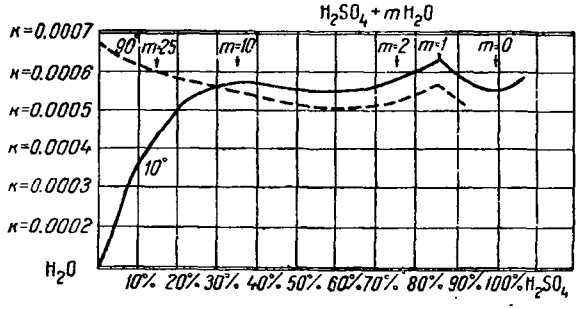


Рис. 3.

свойства растворов серной кислоты на ту же точку указывают. Я не стану подробно останавливаться здесь, потому что это увлекло бы нас в разъяснение других обстоятельств, хотя они представляют громадный химический интерес и составляют текущий вопрос. Упомяну только вскользь, предполагая, что о прохождении гальванических токов из курсов физики вы имеете твердое понятие, а может быть и сами занимались определением, которое производится сравнительно легко, но все-таки представляет сравнительно более сложный метод, чем наблюдение удельного веса. Оба Кольрауша исследовали этот предмет, и вот какою кривою можно выразить перемену в изменении гальванопроводности. Если мы по той же оси ординат отложим не величину k, а величину сопротивления, [то окажется, что] вода, безводная серная кислота и моногидрат не проводят тока. Только через прибавку серной кислоты к воде возрастает проводимость, и она достигает некоторого максимума при той же точке (30.4%), а также при той же точке, как и для постоянной k,

достигает второго максимума. Обращаю ваше внимание на то обстоятельство, что не было бы цельности в предметах физико-химических и механических знаний, если бы у нас не было уверенности в том, что от известного рода механического сочетания движения и отношения элементарных масс веществ зависит как, с одной стороны, химическое воздействие этого вещества на другие, так [с другой —] и отношение и изменение всяких физических свойств. Следсвательно, первое элементарное следствие этого единства причин составляет то, что все свойства должны непременно находиться в известной строгой зависимости. Изучение растворов представляет наилучшее средство для того, чтобы в этом убедиться тем, кто не доверяет априорным мыслям, что нельзя осуждать, так как они были часто ошибочны. Кто желает, как говорится, убедиться по фактам, или вывести из наблюдений это индуктивное следствие для убеждения в этом, лучше всего может прибегать к растворам, потому что в них одни и те же составные начала разлагаются во всевозможных пропорциях и изменения всякого рода существуют. Следовательно, изучая эти свойства, мы можем легко найти зависимость их. Не подлежит никакому сомнению, что между расширением и гальванопроводностью, как и другими свойствами, как и вращением плоскости поляризации, существует зависимость. Те же основные точки изменения будут проявляться и в исследованиях свойств сернокислых растворов. Когда над двумя такими примерами, как выделение тепла и гальванопроводность, станет укрепляться убеждение, тогда невольно рождается вопрос, как во всех этих столь сложных отношениях разобраться и как их уразуметь. Очевидно, здесь следует один путь. Наиболее доступное и наиболее легкое надо взять за основание и сличать с ним те изменения, которые существуют для свойств других, более сложных. Этот род рассуждений приводит к тому, что между всеми свойствами растворов серной кислоты и воды, конечно, самое простейшее и доступнейшее есть изменение плотности растворов. К нему мы и перейдем теперь. Очевидно, что, изучая плотность саму по себе, мы должны получить некоторое понятие о тех же точках, которые проявились в выделяющемся тепле, в сжатии, здесь — в электропроводности и коэффициенте расширения, а также в других свойствах сернокислых растворов. Оттого-то я и желал вам выяснить понятие о явлениях, здесь существующих, что коренное свойство, т. е. изменение удельного веса, представляет величину, чрезвычайно легко наблюдаемую и которой всякий сам

легко может достигнуть и, следовательно, изучение которой может дать вклад в науку. В этом примере с серной кислотой я бы желал показать, что и для всякого другого тела в изучении изменений плотности раствора с составом мы будем изучать некоторое коренное свойство, видеть зависимость химических свойств, постигать то отношение, которое между физико-химическим и механическим сложением вещества существует. Обращаясь к плотностям растворов серной кислоты, я считаю возможным после тех немногих исторических заметок, о которых я говорил прошлый раз, избежать истории предмета и прямо сообщить результаты, слич[ение которых представляет] сопоставление исправленных во всех отношениях сведений относительно изменения

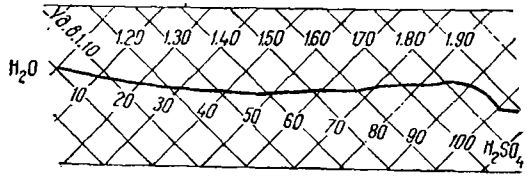


Рис. 4.

плотности растворов серной кислоты с изменением состава. Понятно, что эмпирический закон лучше всего выражать графически и, следовательно, откладывая по оси абсцисс процентное содержание серной кислоты, а по оси ординат удельный вес, мы получим кривую, которая будет представлять результат наблюдений. Подобная кривая для серной кислоты не представляет никаких других, кроме двух особых точек; и в удельном весе не будет особых точек. Сперва кривая идет слабо вогнуто, потом чуть выпукло, достигает максимума и затем опускается [рис. 4].

Значит, выдающихся точек две: относительный максимум и относительный минимум. Максимум отвечает тому (около $2^1/_2\%$) остатку воды, который остается после испарения или перегонки серной кислоты, т. е. наибольшая плотность соответствует как раз наиболее прочному составу* между водой и серной кислотой. Следовательно, прочность [химическая] и плотность находятся между собой в связи, как и другие свойства, т. е. здесь опять подтверждается

* Соединению [*Прим. ред.*].

та общая связь физико-химических и других отношений, которая главный результат наших изучений показывает и которая намекает здесь на существующее единое начало для понимания всяких частностей, следовательно, мало поучительного в прямом результате наблюдений. Однако эта кривая представляет вогнутости и выпуклости и изменения, далеко не совпадающие с прямолинейными изменениями; и так как такого рода изменение в течении кривых может быть исследовано, [при] изуч[ении] точны[х] разност[ей], свойственны[х] кривым, и тех дифференциальных изменений, которые относительно их существуют, то и здесь надобно для разбора этой кривой приступить к этого рода изучению. И вот ради

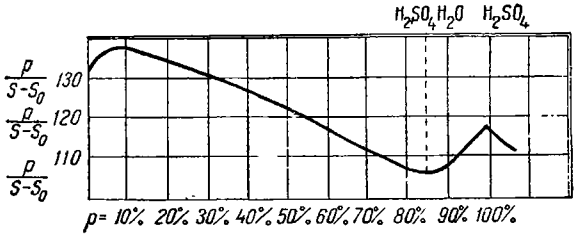


Рис. 5.

этой последней я цели я и представлю вам кривую, но в другом виде. Из курса математики вы знаете, что существует зависимость дифференциальной кривой от интегральной, и нечто подобное этому мы и имеем в частности [здесь]. Но я постараюсь сделать эти свойства видимыми, не входя в тонкости геомет ического построения. Возьмем следующее простое отношение. Ведь для каждой точки этой кривой будет известна величина, которая есть процент $= p$, и величина s. Следовательно, для каждой точки найдем следующую величину: $\frac{p}{s - s_0}$, и получится для каждой концентрации своя величина, изменения которой можно исследовать и которые можно точно так же изобразить, как и другие кривые графически [рис. 5].

Здесь две главные точки выступают: относительный максимум и относительный минимум. Максимум, который принадлежит [слабой] серной кислоте, лежит около 138. Минимум лежит около 110. Здесь становится очевидным, что минимум отвечает определенному дигидрату. Относительный максимум, как видно из чертежа, отвечает не только слабому водному раствору

серной кислоты, но также и моногидрату. Для того чтобы понять в чем тут дело, нужно знать следующее: не подлежит сомнению a priori, и изучение предмета указывает это, что вещества, составляющие раствор, уравновешены. Вода и серная кислота, как равноправные, выступают в растворе, а если это так, то при большем количестве серной кислоты и малом количестве воды мы замечаем, что существование этого максимума особенно прочно; но немудрено, что и обратно, при большом количестве воды и малом серной кислоты можно ожидать существования того же. Ленц и Кольрауш указали, что и в сопротивлении при прохождении тока существует такого же рода особенность, на кото-

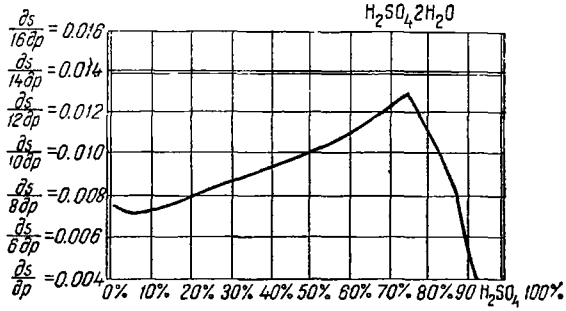


Рис. 6.

рой я не хочу останавливаться. Подобным же образом и эта кривая указывает выступающие характерные точки. Мы можем взять и другую кривую, еще более резкие точки представляющую; это именно [рис. 6] ту кривую, которая представляет производн[ые] той же кривой [рис. 5], т. е. $\frac{ds}{dp}$, обозначая это для тех, кто знаком с дифференциальным исчислением. Но эту величину можно понять и вообще; ведь это величина так называемая производная. Ведь удельный вес изменяется с содержанием p; он или возвышается, или падает. Следовательно, величина эта будет изменяться от величины изменения удельного веса при одинаковых изменениях состава или при одинаковом возрастании процента будет различна. Следовательно, эта производная будет показывать не что иное, как приращение удельного веса, отвечающее приращению процентного содержания серной кислоты. Ее можно нанести в виде кривой, и она представляет следующее [рис. 6].

Здесь выступает особая точка, которая отвечает совершенно определенному телу, а именно тригидрату $H^2SO^42H^2O$.

Итак, изучение всех свойств, равно как и плотности, показывает, что изменение свойств достигает особой резкости, выразительности, характерности при некоторых определенных химических составах, или при некоторых определенных отношениях молекул. Вот тот результат, который я желал, чтобы у вас укрепился.

ЛЕКЦИЯ 12

Обратимся теперь к общей стороне предмета, оставаясь все же на том частном примере, избранном для того, чтобы общая сторона предмета сделалась по возможности ясною. Изучая удельные веса и объемы, принадлежащие растворам серной кислоты, а также и другие их свойства, мы замечаем тут то, что мы называем особыми точками, т. е. в зависимости от состава раствора наблюдаются особые изменения их свойств: так, можно указать известного рода изменения объемов [и] удельных весов с изменением состава раствора, так или иначе по кривой происходит известного рода изменение, например, достигается максимум, направление кривой становится выпуклым или наблюдается быстрый перелом, и т. д. Например, напомню хотя бы то обстоятельство, что, взяв процент состава растворов и разделив его на разность удельных весов раствора и воды $\frac{p}{s-s_0}$, мы получили кривую, которая, как мы видели, сначала восходит, идет прямою линиею и затем загибается, наконец, образует перелом и представляет таким образом три точки: максимум, минимум и перелом. Точно также и во всех других свойствах приходилось видеть особые точки. Прежде всего заметим следующее: если мы механически будем смешивать два тела, например два газа, во всевозможных пропорциях, то никаких особых пунктов не получается. Следовательно, это есть в общих чертах указание на то, что в растворах искать простую механическую смесь частиц было бы неправильно и не согласно с действительностью. Но в чем же здесь сущность дела? Если это не механическое сопоставление частиц, а известного рода химическое воздействие частиц между собою, тогда мы можем вполне убедиться в этом, как уединим это тело и будем иметь его в руках с определенными свойствами, как самостоятельное. Так,

когда уксусная кислота со [спиртом] первоначально образует раствор, а затем химическое соединение, и получаются эфир и вода, и эфир мы можем выделить и в совершенно самостоятельном виде исследовать, мы убеждаемся, что здесь был химический процесс. Точно также это есть и в нашем случае серной кислоты. Здесь есть три тела, которые могут быть получены в отдельности с особыми самостоятельными признаками и свойствами, и эти три тела отвечают как раз особым пунктам, т. е. тем резким или выдающимся пунктам, которые можно заметить, исследуя изменение свойств с изменением состава. Эти три тела суть: одноводная серная кислота H^2SO^4, которая собственно и называется нормальною серною кислотою, это наиболее резкая точка и отвечает наиболее резкому веществу. Но заметим (это чрезвычайно важно заметить для того, чтобы понимать историю растворов), что это вещество признавалось испокон века, а между тем открыто было в первый раз в [18]59 г. Мариньяком в чистом состоянии, а прежде серною кислотою считали вещество, содержащее некоторое количество воды. Следовательно, хотя химизм представляет некоторое реальное существование, тем не менее, можно сказать, признают, признавали и будут признавать и то, что непосредственно не ощущается в самостоятельном состоянии. Самый лучший пример составляет фтор, который всего только в прошлом году получен в самостоятельном состоянии, а полная его самостоятельность всегда несомненно была и признавалась. Реальность, конечно, требуется, но она не есть единственный критерий убеждений. И эта одноводная кислота получается особым способом, т. е. к безводной кислоте прибавляют воды и, оставив кристаллизоваться, получают это тело как самостоятельное вещество. Ясно, что оно есть совершенно особенное тело, нисколько с соседними телами, дающими раствор, не могущее быть смешиваемым. Но если к этому веществу мы будем прибавлять серный ангидрид, то мы будем приближаться к пиросерной кислоте, а здесь будет замечаться ряд свойств, которые указывают, что образуется между серной кислотой и серным ангидридом род химического соединения, именно пиросерная кислота, содержащая кроме одноводной кислоты еще серный ангидрид SO^3 и представляющая с ним соединение. Серный ангидрид тяжелее гидрата серной [кислоты], и прибавка серного ангидрида увеличивает удельный вес серной кислоты, так что в эту сторону явление нормально; но если к серной кислоте (к моногидрату) прибавлять понемногу воды, то

замечается не уменьшение удельного веса (как следует, потому что вода гораздо легче серной кислоты), а увеличение удельного веса. Вот из-за того-то, что это совершается, из-за того-то этот пункт и характерен, потому что прибавка как воды, так и серного ангидрида увеличивает удельный вес; оттого-то при известном содержании серной кислоты кривая открывает известные выпуклости или точки. Я указал на одну кривую, но это замечается и во всех других кривых. Итак, существует при смешении серной кислоты с водою, примерно с 2% воды (H^2SO^4 $^1/_{10}$ H^2O), вещество с наибольшим удельным весом. Если мы будем прибавлять воды, то удельный вес уменьшится, будем прибавлять серный ангидрид — будет также уменьшение удельного веса, т. е. здесь будет [особая] точка. Тело это может получиться испарением или воды из слабейших растворов или испарением серного ангидрида из сильнейших растворов, т. е. всегда после испарения это тело остается, следовательно, оно может быть реально получено, но оно не представляет простоты химического состава. Между большим числом частиц одного вещества и малым числом другого вещества существуют определенные в некоторых случаях кристаллические соединения.

Чтобы указать, что такие соединения известны, достаточно сказать хотя бы то, что из хлороформа [и] сернистого углерода получен целый ряд соединений. Например, угольная кислота с водою дает, как показали исследования Вроблевского, кристаллическое соединение, но такое, которое только при определенных условиях давления и температуры существует, при изменениях же этих условий, хотя соединение серной кислоты с 2% воды можно уединить, но способ получения его не дает возможности иметь его в чистом состоянии, чтобы установить его химический состав. Мариньяк дает этот состав, который можно изобразить так: $H^2O \cdot 10H^2SO^4$. Вас не удивляет такое соединение, потому что вы знаете и другие такие соединения, где, как, например, у квасцов, 24 частицы кристаллизационной воды приходятся на частицу безводной соли. Но растворы представляют шансы в обе стороны: вода относится к серной кислоте, как и серная кислота к воде, и если к серной кислоте можно присоединить массу воды, то и к воде можно прибавить массу серной кислоты; с одной стороны, получится кристаллизационная вода, а с другой — кристаллизационная серная кислота. Это второе тело, которое, хотя уединяется, но состав которого нетвердо установлен и недостаточно освещен

аналогиями, и есть постоянный гидрат. Третье тело есть дигидрат $H^2SO^4 \cdot H^2O = H^4SO^5$. Это вещество отлично кристаллизуется, может быть получено в громадных кристаллах, в которых едва ли можно получить какие-нибудь соли; и если просто-напросто к серной кислоте на 100 частей по весу примерно взять 18 частей воды, или около 15 частей, потому что в серной кислоте есть вода, и выставить на холод, то вся масса закристаллизуется, и если жидкость слить, то из остальной массы при осторожном охлаждении можно получить кристаллы, величиною во всю банку. Это, можно сказать, совершенно определенное тело, которое можно уединить и которому отвечает здесь минимум. То же наблюдается и в других случаях, при знакомстве с другими свойствами серной кислоты. Но есть точки между растворами серной кислоты, которые не отвечают уединенным до сих пор телам и которые, следовательно, заставляют видеть при помощи изучения свойств растворов такие химические тела, которые, быть может, даже отдельного существования иметь не могут и которые, однако, в растворах образуются и отвечают особым точкам. Из этого надо думать, что явления, внутри раствора совершающиеся, совершенно такие же для тех тел, которые уединяются, как и для не уединяющихся. Такова по этим свойствам точка, отвечающая 100 частям воды на 1 часть серной кислоты. Например, при исследовании количества тепла эта точка представляет максимум сокращения и выделения тепла при образовании растворов серной кислоты. Эта же точка проявляется и в других свойствах растворов серной кислоты, а именно в кривой $\frac{ds}{dp}$, которая быстро меняется с изменением раствора. Эта точка резко выражена. Есть еще особая точка, характерная тем, что она отвечает веществу $H^2SO^4 \cdot 2H^2O$; это есть кислота, которую можно ожидать по составу серного ангидрида, потому что серный ангидрид представляет состав SO^3 и содержит кислород — элемент двуатомный, а вам известно, что присоединением воды кислород может превращаться в водяной остаток, который есть одноатомный; следовательно, на место каждого атома кислорода станет по 2 водных остатка, и получится из серного ангидрида соединение $S(HO)^6$. Такая кислота есть теоретически предельная форма, тригидрат, который можно с такою же резкостью ожидать, как и моногидрат и дигидрат. Моногидрат и дигидрат кристаллизуются, но этот гидрат не получен в отдельном состоянии. После этого нельзя было нисколько утверждать, что он не существует,

а, напротив, можно и должно было признавать его, и действительность оправдала предположения. Хотя мы в отдельности этого дигидрата не имеем, но это не значит, что это тело самобытно не существует. Рассмотрение сколько-нибудь детальное лишь в одном случае (точно также и во всех других) показывает, что в растворах воды и серной кислоты образуется некоторая, в отдельности существующая точка, отвечающая определенному составу, что, следовательно, [определенные составы] оказываются применимыми к изучению растворов, [как и] те же законы определенных соединений, которым растворы как бы принципиально противоречат. Прежде чем перейти к рассмотрению этой стороны предмета, считаю необходимым для убедительности вышесказанного обратить внимание на то, что если какой-нибудь определенный состав и не получен в отдельности из растворов, то справедливость его нахождения подтверждается тем, что особые точки, ему отвечающие, повторяются при изучении многих свойств. Например, изменение объема и количества тепла и производных удельного веса [по] $^0/_0$ состава одинаково указывают на тригидрат; и вот это-то совпадение разных свойств убеждает, конечно, что мы находимся в области химических отношений. Но взглянем на дело с следующей точки, с которой мож[но] и даже должно представить себе известного рода химические отношения, проявляющиеся вообще при образовании определенных химических соединений, говоря грубо, скачками. Если масса азота, например, соединена с кислородом и образует, например, закись азота, затем, если будем прибавлять кислород, то особого тела не произойдет, пока масса кислорода не увеличится вдвое — тогда окись азота получится, или увеличится втрое — тогда ангидрид азотистой кислоты получится. В растворах, напротив, хотя мы имеем указа[ния на] определенные химические соединения, но существуют и всякие отношения между растворенным телом и растворителем, т. е. растворы относятся к классу, так называемых, неопределенных соединений, отличающихся от определенных. Те известными скачками идут, а эти во всевозможных пропорциях могут образовать однородное тело. В чем же тут дело? Мы, с одной стороны, видим коренное различие: одно подчиняется атомным отношениям, другое представляется не подчиняющимся. Но на первый раз мы в нем видим проявление тех же самых сил, те же самые определенные химические отношения. Вот где основная задача растворов: вот когда становится очевидным то значение, которое имеет

изучение растворов для общего понимания всяких химических отношений. В сущности и во всех других случаях замечается то же самое. Если мы возьмем азот и кислород в средних отношениях между закисью и окисью, то образуется некоторое количество окиси и закиси: следовательно, уединением этих тел можно отделить закись от окиси, например, закись растворяется в воде, окись не растворяется; закись не поглощается железным купоросом, а окись поглощается. Следовательно, благодаря этим свойствам, их можно уединить. Здесь, можно сказать, мы видим, что в некоторых случаях можно уединять, а в других нельзя. Где же, спрашивается, надо искать ключ к пониманию этих сложных отношений? Ключ к пониманию этого дает диссоциация. Если будет время, то я это явление отдельно с особой подробностью постараюсь рассмотреть, а теперь только постараюсь объяснить, какая здесь имеется связь, какое отношение. Но для того, чтобы сущность объяснения стала совершенно ясною, будем смотреть с такой точки зрения. Все то, что мы знаем о строении вещества с химической, физической и механической сторон, приводит нас к тому заключению, что никогда в действительности, ни в каком теле, ни в какой-нибудь части его, не только в части измеримой, но и в молекуле, или воображаемой химической единице, на которые можно представить вещества распавшимися, нет абсолютного покоя. Все тела небесные можно себе представить распавшимися на системы, подобные солнечной системе. Ни в одной из частей какого бы то ни было тела нельзя себе представить покоя; там покоя не существует, а существует комбинация этих тел, потому что тело есть не что иное, как повторение или комбинация одного и того же рода систем, определенное число раз повторяющихся в теле, подобно тому, как солнце наше повторяется в неопределенном количестве в Млечном пути, который при рассмотрении его в телескоп является состоящим из мириад солнцев, среди которых наше солнце с нашею системою показалось бы точно такою же единицею, какую представляет каждая единица Млечного пути. В теле повторяются подобные системы мириады раз с полным однообразием. Какую бы часть кристаллического тела ни взяли, везде одно и то же отношение между водою и безводною солью. Следовательно, это одна и та же система, повторяющаяся многократно. Но если может одна и та же система повторяться многократно, то почему же не повторяться и комбинации систем известным образом, как мы видим и в природе. Вот главное наведение

на возможность понимания растворов. Но пойдем далее, чтобы понять сущность дела. Те силы, которые связывают отдельные частицы для образования новых целых, или те силы, которые проявляются в акте химических соединений, суть: соединение, разложение и замещение. В соединение вступают целые частицы: так, серный ангидрид с водою или хлор с этилом и т. д. Та сила, которая влечет к этому соединению, как показывает количество выделяющегося тепла и вся совокупность отношений, до такой степени различна, что, обратно, есть тела, разлагающиеся с выделением тепла, а другие с поглощением тепла. Обычно тела, разлагающиеся с поглощением тепла, суть прочные тела. Если бы они самостоятельно разлагались, то производили бы холод. В обыкновенных химических отношениях этого никогда не наблюдается, т. е. химические процессы наблюдаются в сторону развития тепла. Например, разложение воды при обыкновенной температуре не могло бы совершаться иначе как с производством охлаждения. При образовании растворов это и происходит: мы знаем или выделение тепла, или поглощение его. Теперь я хочу указать самое существенное, из чего комбинация этих отношений уясняется. Положим, тела *A* и *B* мы приведем во взаимное прикосновение, то взаимодействие между ними начинается не при всякой температуре. Есть такой предел низких температур, при которых взаимодействие этих тел не совершается. Так, серу и железо можно оставлять между собой в смешении и между ними не произойдет соединения; нужен краснокалильный жар для этого. Кислород и водород можно смешивать, но вода при обыкновенной температуре не произойдет. Вообразим, что мы взяли тела *A* и *B*, доведенные до такой температуры, при которой начинается соединение. В некоторых случаях для этого достаточно обыкновенной температуры, а [иногда нужна] высшая; это есть температура начала соединений или начала диссоциации, так что это значит, что тела *A* и *B* при этой температуре после некоторого низшего предела температуры начнут соединяться. При достижении этой температуры начала соединения достигаются, значит, такие условия (при подвижности частиц или атомов частиц), в которых могут отдельно существовать *A* и *B* и их соединение *AB*. Из этого логически ясно следует тот ясный закон понятий о диссоциации, что температура начала соединения есть температура начала разложения, т. е., другими словами, кислород и водород при обыкновенной температуре не соединяются, но и вода не разлагается при такой температуре;

при температуре около 1000° кислород и водород соединяются, но и вода разлагается. Следовательно, в известном пределе температуры наступает про[межуток], в котором движение возможно как самостоятельных тел *A* и *B*, так и системы комбинации тел *A* и *B*, или их соединения; это и есть предельная температура диссоциации. Очевидно, что, если мы имеем тела прочные, то мы должны довести их до высоких температур для того, чтобы ввести их в это состояние, в котором достигается предел диссоциации. Как отдельные тела могут существовать, так и их системы могут существовать, но чем слабее будет та сила, которою удерживается их соединение, тем более и более эта температура [начала диссоциации] может понижаться. Следовательно, мы можем иметь такие тела, которые при обыкновенной температуре находятся в пределах диссоциации, т. е. находятся в таких условиях температуры, при которых могут существовать как тела *A* и *B*, так и *AB* и разные определенные соединения *A* [и] *B* между собой. Вот, прежде всего, самое существенное, что надо уразуметь по отношению к растворам, это то, что растворы суть вещества, определяемые слабыми силами и находящиеся в условиях диссоциации, а потому их должно сличать только с теми определенными соединениями, которые находятся в условиях температуры диссоциации. Если мы будем сличать растворы с обычными определенными химическими соединениями, которые находятся ниже предельной температуры диссоциации, то тем мы сделаем основную погрешность. Но теперь надо убедиться в том, что растворы суть соединения тел, находящихся в пределе диссоциации. Стоит смешать растворимое тело с растворителем, раствор образуется; но стоит понизить температуру этого раствора, происходит разложение; вода выделяется в виде льда, и, если раствор был насыщенный, выделяется соль, или растворенное тело, т. е., другими словами, при обыкновенной температуре растворы находятся в пределах температуры диссоциации. Далее, при понижении температуры, наступает такое соединение, которое, однако, будет оставаться в условиях температуры разложения и будет вследствие этого легко разлагаться; таковы соединения растворимых солей с кристаллизационной водой, всякие соединения серной кислоты или серного ангидрида с водою. Понимая в этом смысле растворы, спрашивается, как нам схватить всю совокупность тех отношений, которые здесь существуют? Это можно сказать самым простейшим образом: совокупность этих веществ выразится сложной ассоциацией частиц. В растворе нахо-

дится подвижное равновесие между соединяющимися и разлагающимися телами, между образованием и постоянным, так сказать, распадением комбинационных соединений. Оттого-то раствор не представляет признака химического соединения, оттого-то в н[ем] образуются особые пункты, которые при известных отношениях вещества образуют резкие перемены свойств. Я надеюсь, что эти общие понятия о растворах уяснятся еще более, когда мы перейдем к изложению явлений диссоциации, потому что я понимаю, что для ближайшего знакомства с явлением диссоциации, все отношения, здесь существующие, будут оставаться не совсем ясными, но прежде, чем приступить к этому предмету, я постараюсь сообщить еще несколько особых глав из химической динамики, потому что то, что я говорил до сих пор, относилось к химической статике.

В таком курсе нельзя систематически изложить, а только [дать] отрывки из статики, точно также несколько отрывочных мыслей я постараюсь сообщить из динамики.

ЛЕКЦИЯ 13

Прежде чем перейти к некоторым отделам или вопросам чисто динамико-химическим, т. е. к таким вопросам, где рассматривается или самый процесс, или явления, действительно совершающиеся лишь в момент химического движения или изменения, считаю не только полезным, но и необходимым остановиться на двух вопросах, переходных между статикой и динамикой, а именно сказать о разделении химических реакций и о химическом равновесии. То и другое равно относится к химической статике и динамике. Подобно тому, как твердое понятие о величине атомного веса и о способах его определения, представляет чрезвычайную важность в истории нашего предмета, так и вопрос о том, как понимать отделы разных химических реакций, представляет не меньшую важность. В самом деле, по существу дела никакому сомнению не подлежит деление химических реакций на три класса: разложение, соединение и замещение, потому что этим, можно сказать, исчерпываются все возможные формы химических отношений. Но что или какую реакцию считать тем или другим родом, это составляет вопрос существенный и важный, который решался весьма различным образом. Достаточно привести классический пример: Cl с H образует HCl, и в таком смысле это реакция соединения, потому что два тела дают одно новое тело; но в другом смысле это реакция замещения именно потому, что она происходит с целыми частицами хлора и водорода, а они заключают по 2 атома хлора и водорода, и, следовательно, 1 частица Cl и 1 частица H дают 2 частицы, а не одну HCl. Достаточно напомнить, какое историческое значение это имеет, потому что по смыслу господствовавшего в конце 50-х годов унитарного учения смотрели на реакцию замещения как на двойную реакцию разложения и замещения. Пропуская всю историю предмета, все исторические вариации,

я с возможною краткостью скажу, как в настоящее время смотрят и как должно смотреть в самом деле на этот предмет.

Очевидно, что для различения химических реакций надо иметь твердый критерий, какой-нибудь способ для их классификации, потому что без этого все представления разойдутся. Критерием же при унитарном учении и критерием вообще для химических представлений служит понятие о частице. Следовательно, из нее исходя, надо вывести представление о делении химических реакций. Считая, что это понятие у вас твердо установлено, я прямо сообщу только то логическое следствие в делении, которое вытекает из понятия о частице. Реакциями соединения должно назвать такие, в которых число частиц в течение хода реакции уменьшается. Реакция замещения есть такая, в которой число частиц сохраняется, и реакция разложения, в которой число частиц увеличивается. Конечно, большинство химических реакций сложно: они нередко сопровождаются побочными продуктами и протекают не в один фазис, а в несколько, и очевидно, что во время такого хода реакции может происходить и соединение, и разложение единовременно, в результате которых получится реакция химического замещения. Но оставляя эту сторону, я прямо буду иметь в виду лишь окончательные продукты, т. е взято нечто, положим, спирт и кислота, или щелочь и кислота, или соль и щелочь и окончательные продукты, которые являются в самом деле, а не те, которые образуются в момент взаимодействия. И вот, если этим обусловить определение хода реакции, то тогда станет в каждом частном случае совершенно явственным, с какого рода химической реакцией мы имеем дело. Я приведу только 2—3 примера, для того чтобы ясно видеть, в чем тут дело. Например, Cl с этиленом, соединяясь, образует хлористый этилен. Тут 2 объема: хлора [1 об.] с частицею [объемом] этилена дают 1 частицу хлористого этилена. Это есть реакция соединения. Спирт с кислотой дают сложный эфир в воду. Две частицы было, и две происходят; следовательно, это реакция замещения. Точно также образование реакции разложения само собой понятно. Например, серная кислота разлагается на серный ангидрид и воду. До реакции была 1 частица, а после реакции произошло две; ясно, что это реакция разложения. Как оно ни просто, но исторически оно понималось и может пониматься иначе. Хотя я, можно сказать, суж[иваю] это изложение, чтобы сообщить сегодня еще и другое, но тем не менее я не считаю возможным умолчать о том, что не одно то число частиц, которое действует и происходит,

может служить реальным выходом* к пониманию химических реакций, а также и отношение между физическими свойствами действующих и происходящих тел, потому что и в этом отношении весьма большое различие существует между тремя родами химического взаимодействия. Да оно и понятно, потому что химическая частица, из которой мы исходим, устанавливается не из одних химических представлений, а по совокупности сведений как о физических свойствах вещества, так и о химических отношениях. Следовательно, и физические свойства подойдут под эти отношения. И в самом деле, если возьмем удельные объемы (а их всегда можно узнать, если веса действующих и происходящих тел разделить на их удельные веса), то увидим, что в реакции соединения объем уменьшается, в реакции замещения остается постоянным или почти постоянным, потому что физическое сцепление тела и размер частиц могут быть совсем другими, в реакции же разложения объем увеличивается. Это дает возможность предугадывать, рассчитывать наперед, какие изменения в плотности будут совершаться с веществами. Так, например, при образовании сложных эфиров спирт + кислота дают сложный эфир и воду. Это есть реакция замещения. Находим удельные объемы спирта и кислоты. Удельный объем кислоты + удельный объем спирта — удельный объем воды дадут удельный объем сложного эфира. А так как мы знаем частичный вес веществ, происходящих, то можем вычислить удельный вес веществ, переходящих чрез реакцию замещения; и действительно, вычисленный вес близок к действительному весу. В реакции же соединения происходит всегда сжатие, и притом тем значительнее, чем бо́льшая сила химического сродства действует в акте химического соединения. Конечно, то же самое можно сказать, опять-таки приблизительно, по отношению к другим свойствам, например, к теплоемкости, температуре кипения и т. д. Например, температуру кипения сложного эфира можно вычислить, складывая температуры кипе́ния спирта и кислоты и вычитая температуру кипения воды. Напротив, в акте химического соединения, температура кипения увеличивается, т. е. происходящее вещество представляет высшую температуру, чем та, которая получается по сложении температур веществ, действующих друг на друга. Этого предмета я считал необходимым хотя вкратце коснуться ради того, чтобы остановить ваше внимание на реакции двойного разложения, потому что вы уже знаете

* Т. е. указанием [*Прим. ред.*].

из курса экспериментальной химии, что этот род реакций есть самый важнейший, при помощи которого химикам удается достигнуть желаемых результатов; $^9/_{10}$ всех превращений состоит из реакций замещения. Следовательно, это реакция главная, центральная и основная во всех отношениях, потому что реакции соединения и разложения, в сумме взятые, представляют эту самую реакцию. Все те понятия теоретические, которые являлись когда-нибудь в химических воззрениях, выражаются яснее всего именно при объяснении реакции замещения. Скажем, например, чтобы сделать это ясным, что при господстве электрохимического учения, которое в свое время имело важное значение, акт химического взаимодействия предполагается производимым теми [же] полярными различиями электроположительных и электроотрицательных тел. При господстве этого учения совсем невозможно было ожидать и даже надо было отрицать самый факт возможности замещения водорода хлором, потому что H играет роль положительного, а Cl электроотрицательного, и нельзя было себе его представить в том случае, если акт химического воздействия состоит в полярности. Вам известно, что реакция металепсии, открытая Дюма и на каждом шагу воспроизводимая, показывает прямо противоположное, т. е. в принципе замещения или в том, из-за чего замещение совершается, на основании каких начал или общих положений происходит [металепсия], и должно искать нить к пониманию состояния химических воззрений в разные эпохи истории. Для электрохимика очевидно, что замещение натрия калием совершенно понятно, потому что электроположительное замещается электроположительным, но замещение водорода хлором совершенно непонятно. В одно время было предложено Лораном и Дюма, вследствие открытий, ими сделанных, что можно довольствоваться, как они предлагали, одним внешним представлением о ходе реакции, т. е., как выразился Лоран, мы не можем понимать, так сказать, внутренней причины строения частиц и можем смотреть на них лишь с внешней стороны, как на архитектурное здание, не входя в него, и при этом можем наблюдать, что тот вид или то положение, которое занимает один элемент, можно считать затем принадлежащим другому элементу. Скажем так, как он и выразился: известного рода архитектурное украшение, например карниз дома, может быть сделан лепной из металла или дерева; положение и главное значение архитектуры останутся те же самые, конструкция та же самая, а материал существенно изменится. Вследствие этого полагали, и одно-

время мысль эта была господствующею, почти преобладающею, что нет никакой возможности проникнуть в существо внутренних химических отношений, а достаточно только ограничиться, по предложению Лорана и Дюма, исключительно химическими типами или образцами частиц и под них подводить все наши химические изучения относительно вещества. Но как и во всех знаниях, развивающихся сколько-нибудь полно, такое, если так можно выразиться, ограниченное стремление проникнуть в самую глубь, в существо дела, было приглашением, которому следовали лишь временно, потому что нельзя же в самом деле остановиться на одних подобного рода знакомствах с внешней стороны. Невольно напрашиваются и есть поводы проникать и в самое существо предмета. И вот в этом-то последнем отношении являются вслед затем учения, которые стремятся исследовать внутреннее существо дела, по возможности в корне. Находя этот предмет существенно важным, но желая его сократить, я остановлюсь на том виде толкования реакции замещения, который лично мне представляется наиболее соответствующим текущему состоянию вопроса. Для того чтобы эта точка зрения сделалась ясною, надо поставить пример, который тотчас же, по моему мнению, объяснит положение того толкования, которое далее будет изложено. Для примера я возьму знаменитейшее творение Ньютона, установившее вечные законы движения небесных светил и тел на земле и составляющее основание всех механических движений нашего времени; а к механике поневоле стремятся, по ее простоте и доступности, все другие опытные знания — астрономия, физика и физиология. Как бы это ни казалось прискорбным для некоторых, стремящихся думать, что в живом организме имеется, кроме духовного начала, самостоятельное телесное отличие, все-таки и в организме его понимание должно стремиться свести: сложное на самое простейшее, невидимое — на видимое, скрытое — на очевидное. Это всегда было и будет, и иначе не может быть, потому что все изучение скрытого ни к чему иному не может быть приведено, как к открытому. А этому изучению природы главное основание положил Ньютон в своем сочинении «Principia mathematica, philosophiae naturalis». В этом сочинении в первый раз в обширном приложении являются принципы высшей математики, а именно бесконечно малые величины. В этом творении, как в геометрии, которую каждый из нас по Эвклиду изучал, предпослано общее расследование предмета — немногие аксиомы, которые потому называются аксиомами, что они

являются не из какого-нибудь специального изучения, не из отдельного ряда наблюдений, а из всей совокупности известных повторяющихся явлений, подобно тому, как алгебраическая аксиома: две величины, равные порознь третьей, равны между собой, —не подлежит доказательству не потому, чтобы это понятие было нам врождено. Наблюдайте детей и вы увидите, что это понятие не врождено; и для этого нужен опыт жизни и наблюдение. Но дело науки состоит не в том, чтобы доказывать аксиомы, а в том, чтобы, раз поняв их неизбежность, следовать им и понимать, что без них нельзя обойтись никаким образом. Ведь в жизни мы можем извлекать знания, но сегодня извлекли, завтра их забудем, а этим и отличается наука, что она, извлекши сегодня что-нибудь, перестает быть наукой, если завтра забудет. Аксиомы доступны каждому по простоте своей и, будучи положены в основание, дают научные знания. И вот, между такими аксиомами и законами, которые Ньютон дал в своем творении, находится один из принципов, который дает возможность понимать сущность реакции замещения. Эта, так сказать, третья механическая аксиома, которую он первый выставил и которая известна под именем третьего закона Ньютона, и лежит незыблемо в основании механических представлений. Она так проста, что развивать ее Ньютону не приходилось. Он ее иллюстрирует одним кратким примером. Эта аксиома гласит следующее: действие всегда равно противодействию. Так [же], как все другие истины, она составляет сама по себе пустую фразу, которая ничего не гласит. Однако это понятие есть одно из тех важнейших, которые дали основание механике, без него и понятие о притяжении не могло бы создаться, потому что не было бы понятно, что если солнце притягивает землю, то и земля в такой же мере притягивает солнце, и действие в этом случае не может быть не равно противодействию. Ньютон иллюстрирует эту аксиому следующим грубым примером: когда кто-нибудь тянет камень за веревку, то камень представляет такое же сопротивление, какое усилие представляет тянущий предмет; и если взять жидкую* веревку, то она рвется посередине и показывает, что это зависит поровну как от сопротивления камня, так и от усилия, прилагаемого двигателем. Вам уже в курсе физики приходилось встречать ссылки на эту аксиому. Открытие аксиом и составляет в большинстве случаев главную пружину научного движения. Так, все творения Ньютона основываются

* Недостаточно прочную [*Прим. ред.*].

на немногих аксиомах, им выставляемых. Чтобы не отрываться в химических представлениях, в понимании химических отношений от того рода движения научных знаний, которое существует в другого рода областях, мы действительно должны непременно (и в этом кроется внутренний смысл всех движений, которые существуют) приблизить понимание химическое к механическому пониманию, т. е. надо так же невидимо этот процесс свести на те же аксиомы, на те же понимания, которые столь ясно рисуются при рассмотрении механических явлений, и вот аксиомы механики должны быть применены и в рассуждениях химических. Это принадлежит во многих отношениях делу будущего; еще в некоторых случаях мы не умеем этого сделать, но по отношению к третьей аксиоме Ньютона можно сделать это. Я несколько времени остановлюсь на этом предмете, сокращая его до крайности, для того чтобы перейти к некоторым вопросам химической динамики. Единица химического рассуждения, химического понимания есть не что иное, как частица. Частица дает понятие об атоме, о реакциях, о строении и сложении; она же связывает химию с физикой и, следовательно, должна быть положена в основу в механике. Следовательно, те силы, которые действуют в частице, и должны быть подвержены механическому расследованию. Но предмет этот в своей подробности, в своих частностях или ближайшем изучении, непременно должен быть сопряжен с бесконечным числом гипотез такого рода, из которых каждая гипотеза требует проверки, для того чтобы служить основанием для теории предмета. А потому, если быть наиболее осторожным, в этом предмете можно прилагать лишь одни основания механики к понятию о частице. А если так, то и третий закон Ньютона можно легко приложить к химическим соединениям. А именно: ведь имеется мало таких частиц, которые заключают по 1 атому в частице; все другие частицы заключают несколько атомов. Как они связаны? Конечно, нам здесь без гипотез нельзя обойтись. Сперва надо отдаться фантазии, а затем проверить, вывести следствия. Но, во всяком случае, если частица сложна, то в ней можно отличать части. Как они связаны? Так ли, как веревка с двигателем камня, другим ли образом, — до этого нет дела. Конечно, там есть не веревка, а какие-то силы: но во всяком случае связывают эти силы; следовательно, есть действие одной половины частицы на другую и, следовательно, действие одной половины частицы на другую должно быть равно взаимодействию этой последней на первую. Вот приложение

аксиомы, которое непосредственно вытекает самым элементарным образом без всяких гипотетических представлений. А если это так, если действия одной частицы на другую и обратно равны между собою, то, следовательно, химическое действие двух этих частей должно быть равно, т. е. они замещают друг друга. Вот и принцип замещения, т. е., другими словами, возьмем какую-нибудь частицу, разделим ее умственно на две части; во всяком случае эти частицы действием друг на друга будут равны между собой и, следовательно, эти две части одной частицы в других случаях, если будет другая частица, то [часть] этой второй может стать на место [части] первой, а на место [части] первой [часть] второй, и ничто не изменится, и равновесие соблюдется, потому что эти частицы равны химически между собою и по механическому принципу должны действовать одинаково. Вот и принцип замещения. Его я сейчас приложу, но предварительно надо ясно видеть, что при обсуждении химических отношений мы должны иметь всегда в виду относительное постоянство вещества, т. е. то диссоциационное отношение, о котором я желал бы успеть рассказать в этом курсе, в котором я старался указать главные черты химического направления нашего времени. Всякой из вас должно быть ясно, что известного рода равновесие существует в определенном виде только при известных условиях температуры, т. е. каждая система стремится при той или другой температуре распасться, разъединиться, и, следовательно, равновесие хотя и будет возможно по замене одной частицы другою, но что касается до слагающихся веществ, то оно будет здесь изменяться от сродств веществ, вступивших и оставшихся, т. е. надо пока оставить в стороне совершенно понятие об отношениях плотности вещества. Это понятие относится к чистой динамике, а статическое равновесие, устойчивое или нет, все-таки совершается по вышеуказанному закону всегда и во всех случаях. Я не хочу брать сложных примеров, а возьму пример из самых ходячих обыкновенных отношений. Возьмем те четыре типа, которые по смыслу учения Жерара были выставлены как главные формы зданий, в которые слагаются атомы, как главные виды архитектуры; как есть ордена колонн, так же есть известные порядки частиц; эти формы назвали типами. Подобно главным типам архитектуры, типов внешней архитектуры частиц признавали всегда мало; прочие же сложные формы, как и «кудрявые» формы архитектуры, можно признать расчленяющимися на сумму простейших форм частиц. Основных типов или форм

немного: HCl, H^2O, H^3N и H^4C, т. е. каждый элемент представляется с 1, 2, 3, 4 атомами водорода, а из этих типов можно получить преобразованиями и все остальные. Если мы обратимся к этим основным типам, то будет легко уразуметь принцип замещения. В частице HCl имеется по 1 атому хлора и водорода, следовательно, H и Cl эквивалентны между собой, что и выражается в том, что Cl одноатомен и H одноатомен. Но когда мы говорим одноатомен, то мы имеем в виду не одну сторону — соединение один с одним, но также и другую сторону — замещение тоже один на один, куда относятся все явления металепсии, начиная с классического примера уксусной кислоты и образования белильных солей и доходя до того случая, когда из аммиака получается так называемый хлористый азот — гремучее вещество. Подобного рода замещение всегда может существовать, так что это не подлежит дальнейшему рассмотрению. Точно также извест[ен] и в опытной химии принимается во внимание по своей постоянной повторяемости, другой тип замещения, отвечающий второму типу частиц — воде. Тут в частице 3 атома, а потому здесь можно представлять двоякую заместимость, а именно: частицу воды можно разделить на H/HO и $=H^2/O$ и, следовательно, по принципу замещения явствует, что эти обе половины эквивалентны. Мне незачем приводить вам массу примеров: они обще[известны], они повторяются так часто, что составляют основание фактическому изучению химии, например, как к CH^4 относится метильный спирт $CH^3(HO)$, или как относится C^2H^6O к $C^2H^4O^2$. Этот же принцип замещения на каждом шагу является еще и по отношению к аммиаку NH^3. Я не стану долго на этом останавливаться, хотя здесь возможны три вида деления, но достаточно остановиться хотя на одном типе, NH^2/H — водород и аммиачный остаток: всякий понимает, что это дает амиды или амины. То же для болотного газа, для которого возможно следующее деление: CH^3/H и другой вид замещения CH^2/H^2, т. е. это есть вид замещения, который встречается тогда, когда болотный газ переходит в этилен: $CH^2 — CH^2 = C^2H^4$. Третий вид деления CH/H^3 есть замещение H^3 группою CH и, наконец, C/H^4. Как первый тип гласит, что хлор одноатомен, так этот последний гласит, что углерод четырехатомен. Так что это представление, которое я не буду далее развивать, согласуется с тем видом химического учения, по которому элементы различаются по своей атомности.

ЛЕКЦИЯ 14

Предшествующий раз я остановился над развитием представления о природе реакции замещения по смыслу механического закона, по которому действие равно противодействию. Я бы желал, но нет времени, подробнее развить приложение этого представления к пониманию не только тех обычных явлений замещения, которые встречаются при изучении элементов неорганической химии, но и случаев, гораздо более совершенно изученных между углеродистыми органическими веществами, в особенности потому, что эти последние рассматриваются обыкновенно, по смыслу другой гипотезы, входящими в состав соединения с определенным числом сродств. Разноречие, которое тут существует в настоящее время и, вероятно, долго еще будет разделять химиков существенным образом, но подобно тому, как это наблюдается и в других случаях, гораздо более общих, разноречие, здесь существующее, не имеет, так сказать, практически существенного значения по отношению не только к совокупности предмета, но и [к] отдельной частности; и я говорю об этом теперь только ради того, что вашему уму, при знакомстве с различными отношениями, которые теперь повсюду встречаются, например хоть в литературе, и которые вы также найдете в разных отраслях органической химии, может представиться это различие существенным, но оно не таково. Практически оно, можно сказать, сводится к частностям, к ничтожному различию. В сущности дело состоит в том, что, по мнению одних из химиков, можно объяснить все реакции замещения, а также и другие реакции, представляющиеся в химии, при помощи того, чтобы приписывать каждому отдельному элементу определенное число сродств. Постоянны ли они, изменчивы [ли], — я не стану в это входить. По мнению других, реакции замещения или вообще химические реакции представляют известного рода

типы или образцы, сравнительно немногие, по которым слагаются всевозможные химические представления. Таким образом, по мнению одних, каждое превращение, можно сказать, разъясняет или содействует разъяснению в каждом отдельном случае тому распределению сродств, которое представляется в данном веществе, тогда как, по мнению других, данная реакция или изучение данной реакции сводит ее только к известному типу или роду отношений или превращений. Входить в более интимную сторону внутреннего распределения вещества в телах, по представлению вторых, еще рановременно или рискованно, так как уже не раз оказывалось исторически, что представления, сложившиеся в этом отношении, оказывались неудовлетворительными. Как ни глубоко различие исходных точек отправления в этих двух направлениях, практически оно не представляет никакого различия, в особенности это явственно потому, что самая тонкая сторона химического изучения, на которой более всего должно испытывать химические представления, есть случай множества изомеров, который встречается довольно часто. Но если мы в этом деле химического расследования применим то или другое из этих представлений, то окажется результат один и тот же: поймется возможность изомеров, случаи их существования или отсутствия, число изомеров, словом, все подробности практические и те превращения, которыми изомеры будут отличаться — и, следовательно, в практических результатах различий нет. И в этом отношении, как в деле религиозном и других, — убеждения отдельных лиц могут оставаться самостоятельными, индивидуальными, нисколько не будучи обязательными для других. Истина сама по себе, в каком положении ее можно доказать, обязательна для всех; но подробности предмета совершенно свободны у отдельных лиц. Поэтому мой совет в этом отношении, и ради него я и заговорил об этом предмете, мой совет состоит в следующем: эти различия пускай никого не разделяют: они практически низводятся ни к чему. Это все равно, что отличие двуперстого креста от трехперстого. Конечно, все эти различия уничтожаются, когда предмет будет объяснен. Он стоит в той эпохе, когда возможно довольно существенное различие в существе дела, потому что еще нет методов, посредством которых можно бы было убедиться во внутреннем строении вещества, как можно убедиться в других случаях. Мы коснулись и далее успеем коснуться интимных сторон химических отношений, которые можно решить; некоторые же стороны не могут быть решены

в некоторые эпохи.* Да не будет здесь осуждения, особенно с вашей стороны, в том, что один держится одного мнения, другой другого, — так как это дело полной свободы убеждений. Я боюсь взять какой-нибудь пример, чтобы им не занять много времени, но думаю, что многим из вас все эти различия совершенно явственны, и потому я считаю полезным сказать об этом и прибавлю еще и намек на свои собственные представления. Я думаю, что роль естествознания состоит в том, чтобы проникнуть в предмет как можно глубже и, следовательно, найти не только одно схематическое подобие реакции, но и проникнуть в существо дела. Это — цель и задача. Но ныне существующие в этом отношении представления грешат статическою стороною, т. е. представляют, что химическое соединение есть неподвижное, так сказать, кристалл, в котором сложились атомы частицы, как атомы в кристалле тесно группируются около известного рода центров или плоскостей, тогда как, по моему разумению, все то, что мы можем в этом отношении понимать в настоящее время, заставляет нас думать, что в природе никакого покоя нет, а только возможно равновесие динамическое, а неподвижное расположение одного возле другого есть искусственное, к делу не идущее предположение. И надо выделить такое представление, в котором мыслима подвижность и, так сказать, движение одних частиц среди других. Вот в этом-то смысле я продолжу свое изложение и постараюсь показать в частных случаях рассмотрение химического равновесия а не неподвижного, определяющего природу химических отношений. Именно, если мы знакомимся с химическими отношениями, то в конце концов убеждаемся в том, что химические реакции или отношения суть обратимые. Вы, вероятно, знаете из физики и из механики, что есть между процессами природы обратимые, т. е. такие, которые, совершаясь в виде цикла, идут в одну сторону, но при других [условиях] — в другую сторону. Понятие об этом есть результат, можно сказать, новейших химических изучений. Можно сказать, что понятие об обратимости идет с 50-х годов; и только с конца 60-х годов и 70-х предмет этот облекается в сколько-нибудь стройное представление. Мне хотелось бы ознакомить вас по крайней мере с некоторыми данными, сюда относящимися, но предварительно я приведу некоторые примеры, из которых, дело станет очевидным. Если мы возьмем кислоту и щелочь, то они дают соль и воду. Это есть нормальная, первичная,

* Т. е. до эпохи достаточного изучения [*Прим. ред.*].

элементарная реакция. Но даже поваренная соль при высокой температуре с водою может давать соляную кислоту и едкий натр, как это мы видим при наведении глазури на глиняные изделия.* Но если мы возьмем громадную массу соли образующих тел, то они, при известных температурах, разлагаются водою. Возьмем, например, хлорное железо и, в особенности, хлористую сурьму — мы заметим, что чем слабее основание, тем оно яснее реагирует с водою. Хлористый висмут с водою, прямо разлагаясь, дает основную соль в осадке. Если мы приведем ряд этих примеров далее до четыреххлористого олова и хлористых соединений серы и фосфора, то увидим, что эти соединения являются хлорангидридами кислот и водою легко разлагаются — для них это есть типическая реакция. Таким образом, мы видим в одном конце, например, при хлористом калии, что реагирование с водою представляет как бы случай, не идущий или правильнее идущий только при высоких температурах в слабой мере, а на другом конце, напротив, прямая реакция не идет, а ангидрид с водою дает хлористый водород и кислоту, т. е. ясный пример обратимой реакции. Если мы возьмем окись висмута, то она может быть растворима в разведенной водою азотной кислоте. Таким образом, окись висмута реагирует с азотной кислотой в одну сторону, образуя воду и азотновисмутовую соль, которую можно потом выделить из раствора в виде кристаллов, но при прибавлении к такому раствору массы воды реакция идет обратно, т. е. получается азотная кислота и окись висмута. Здесь, очевидно, что растворитель, как деятель, который считается безразличным, играет истинную роль в ходе превращений, т. е. вода действует на соль не безразлично. Я не хочу останавливаться на множестве примеров, укажу только в виде намека, что нашатырь, будучи прокипячен с водою, выделяет пары аммиака и оставляет кислую жидкость и, следовательно, явным образом показывает разложимость солей водою. Но пойдем дальше, возьмем пример менее, можно сказать, ходячий, но в котором все частности совершенно явственны. Вам известно, что на кремнезем никакие кислоты, кроме плавиковой, не действуют.

Плавиковая кислота (фтористый водород) [и] кремнезем дают фтористый кремний + воду. Это — с одной стороны,

---

* В этом примере Д. И. преувеличивает значение воды в процессе наведения глазури, но приведенный пример крайне ценен биографически [*Прим. ред.*].

но, с другой стороны, если на фтористый кремний действовать водою, то вода разлагает фтористый кремний; таким образом, здесь обратимость реакции совершенно наглядна. В той колбе, где приготовляется фтористый кремний, выделяется вода, а когда пропускать фтористый кремний в воду, то вода на него действует. Вода могла бы подействовать и в колбе, где выделяется фтористый кремний, но там масса воды мала, а здесь она велика. В последнем случае произойдет, очевидно, то же, что было взято в первой реакции: кремнезем и фтористый водород способны тоже друг на друга реагировать. Из этого следствие ясное: должно наступить равновесие между обеими реакциями, т. е. при действии фтористого водорода на воду и плавиковой кислоты на кремнезем должно наступить известного рода равновесие. Обе противоположные реакции будут совершаться и, следовательно, наступит равенство тех сил, которые влекут вещество в две противоположные стороны. Вот это-то равновесие, которое в этом случае выражается образованием кремнефтористоводородной кислоты, вот это-то равновесие и составляет предмет чрезвычайной важности, изучение которого все более и более расширяется и, конечно, будет содействовать объяснению множества химических явлений, потому что надо сознаться, что обычные химические представления, при том способе, который невольно сложился, ведут к тому, что в голове людей, знакомящихся с химическими явлениями, всегда укладывается такое представление, что здесь действуют силы превращения столь различных категорий, что они приводят к явлениям, направляющимся в одну сторону, а не в две разные стороны. Например, едкое кали с серною кислотою [взаимодействуют] таким образом, что оба [вещества] образуют сернокалийную соль, и это выражается в огромном [выделении] тепла, а обратная реакция совершенно выпадает из головы, возможность ее не принимается во внимание. Поэтому химические воззрения всегда страдали и будут страдать большою односторонностью. Правильное нормальное представление получится тогда, когда представление о химическом равновесии будет удерживаться в голове. Приведу далее пример из случая, наиболее хорошо обследованного. Вам известно из органической химии, что спирт реагирует с кислотой, подобно тому, как основание, только здесь образуется вода и сложный эфир; и прямой непосредственный опыт показывает, что существует и обратная реакция. В огромных размерах она применена для жиров, которые есть не что иное, как сложные эфиры, и разложение их

совершается в паровиках при помощи воды, т. е. сложный эфир и вода дают спирт и кислоту. Сложный эфир построен так же, как и соли, и представляет реакции обратимые. Вот на этом-то последнем случае и можно было изучать предмет в подробности, потому что сложный эфир и спирт являются телами, не действующими на множество веществ, а кислоты легко реагируют, например, на лакмус. Следовательно, есть возможность узнать, какое количество кислоты подействовало на спирт, потому что кислоты, взойдя в эфир, не реагируют на лакмус; поэтому, если мы смешаем спирт с кислотой, то всегда можем судить о количестве эфира. Если мы возьмем эфир и воду, то мы можем при помощи лакмуса или другого индикатора определить количество образовавшейся кислоты. Следовательно, этот род реакций представляет полную возможность для изучения. Вот изучением этого предмета сперва занялся Бертело с Пеан де Сен-Жилем, затем другие; на первом месте надо упомянуть профессора Меншуткина, который произвел обширные исследования этого предмета. Здесь можно уловить все фазисы, как[ие] нельзя уловить в солях. Растворите соль в воде. Может быть, там есть свободная кислота и щелочь, но мы не имеем возможности открыть их при помощи таких простых средств, как лакмус и др. Я не стану исследовать всей совокупности хода этой реакции, потому что это может занять весь курс, так как здесь есть много частностей, потому что исследование не ограничивается исследованием тех отношений, когда наступает равновесие — а равновесие наступает тогда, когда из трех частиц кислоты две вступают в соединение со спиртом, а одна свободна — но и множеством других сторон, представляющих чрезвычайный интерес, а именно: что, спрашивается, произойдет при разных температурах, как велика будет скорость при различных температурах и как будет изменяться скорость с изменением количества спирта относительно массы спирта и кислоты, или при перемене спирта или кислоты. Все подробности, всякое изучение требует времени. Все это выполнено, и надо думать, что дальнейшее развитие в этом направлении изучения разъяснит много сторон химических отношений. Но я, не считая особенно настоятельным вступать в подробное описание частностей этого исследования, в особенности по отношению к изомерии, остановлюсь, хотя в немногих чертах, на тех обобщениях, при помощи которых можно в настоящее время предсказать явления, здесь существующие или, говоря короче, на теории этого предмета, данной Гульдбергом и Вааге. Но,

прежде чем обратиться к их исследованиям, надо указать на историческую подробность. С самого начала химических явлений нового времени, т. е. со времен Лавуазье, химики разделились и продолжают делиться по отношению к этому предмету на последователей двух видов химических учений. Один высказан шведом Бергманом, а другой — французом Бертолетом. Гульдберг и Вааге, хотя шведы, пошли за французом. Весьма интересно то, что многие французские ученые защищают учение шведа, а все северные: шведы и русские — учение француза Бертолета. По представлению Бергмана химическое сродство абсолютно. Это представление настолько въелось в плоть химических учений, что невольно и естественно здесь так очеловечены отношения химические, что такого рода представление первичное.

Скажем, калий имеет более сродства к кислороду, чем к водороду, и вытесняет водород; или натрий отнимает хлор от хлористого бора, потому что хлор имеет больше сродства к натрию, чем к бору. Бертолет же в своей «Статике», представляющей книгу, с интересом читаемую, хотя [в то] время, когда он ее писал, в начале этого столетия, совсем не было представления о химическом строении, — Бертолет даже в этой статике защищает такое воззрение, от которого он сам впоследствии отказался, т. е. он предполагал (и об этом знаменит его спор с Прутом), что все химические соединения представляют неопределенные химические соединения, как растворы. Прут защищал разделение неопределенных и определенных отношений и доказал столь явственно, что Бертолет признал справедливость мнения противника и содействовал объяснению этого предмета. В этой химической статике Бертолет высказал то представление, которое находится в учении Гульдберга и Вааге, а именно, что химическое взаимодействие тел находится в зависимости от определенных эквивалентов сродства, от их действия и от отношения масс действующих, но так как в противоположной реакции есть известного рода эквивалент сродства, и массы, происходящие, — весомы, то, следовательно, надо было выводить следствие о химическом равновесии, непосредственно вытекающее из тех учений, которых держался в начале этого столетия Бертолет и которые только впоследствии выяснились, особенно тогда, когда стало ясно понятие о сложных эфирах. Весьма важно обратить внимание на то, что было время, когда хотели примирить оба эти представления. В 50-х годах Бунзен, Дебус и целый ряд исследователей направили свои исследования в ту сторону, чтобы найти

соглашение. Бунзен, например, исследовал, как распределяется масса кислорода, недостаточная для полного сгорания всей окиси углерода и водорода. Это распределение массы кислорода очень хорошо было исследовать, потому что стоит взять определенное количество кислорода и водорода и окиси углерода в эвдиометр, сделать взрыв, и потом можно исследовать, сколько образовалось воды и угольной кислоты, потому что полученные вещества можно было хорошо выделять. Бунзен пришел к тому заключению, что кислород скачками действует по отношению к H и CO, а именно, между образующейся [дву]окисью углерода и водою существуют известные отношения, и если увеличим массу H или CO, то произойдет новое частичное отношение.* Затем можно еще варьировать. Бунзену казалось, что он нашел, что эти скачки образуются определенными отношениями химических масс в виде частичного количества, т. е. между числом частиц CO и H^2O находится кратное цельное отношение. Подобные исследования были сделаны Томсоном по отношению к осадкам. Если мы возьмем хлористый кальций и хлористый барий в смеси и прибавим раствор соды, то спрашивается: что осядет? По учению Бергмана, или кальций осядет, или барий, смотря по тому, который из них обладает бо́льшим сродством к угольной кислоте. По учению Бертолета, будут осаждаться оба, но распределяться будут сообразно тем коэффициентам сродств, которыми обладают окиси кальция и бария. Дебус и Бунзен думали указать в своем исследовании, [что] в первом пределе отношений между кальцием и барием осаждается только барий, в другом только кальций; когда же масса будет изменяться, то будет осаждаться определенное пайное отношение между кальцием и барием, т. е. в осадке будет определенное отношение между углекальциевой и углебариевой солью. На этом мнении, казалось бы, можно и успокоиться, но с течением времени эта успокаивающая середина оказывается совершенно неверною, можно сказать, неправильною в основаниях. Профессор Чернай, а затем Горстман, показали, что в опытах Бунзена были случайности, которые повели к положительной неверности. Достаточно сказать, что о сушении газов мало заботились, а достаточно ввести различное количество влажности для того, чтобы образовалось большее количество воды, чем угольной кислоты, а стоит высушить, и получится иное. Да оно и понятно, потому что вода есть результат горения, и присутствие большего или

* Отношение частиц получившихся H^2O и CO^2 в зависимости от температуры и медленности охлаждения [*Прим. ред.*].

меньшего количества влаги должно влиять. Вследствие того, что Бунзен не принял во внимание этого, числа его совершенно случайно совпали с атомными отношениями, и в действительности кислород распределяется последовательно между массою окиси углерода и водорода. Точно также исследования, веденные, подобно тем, как их делал Дебус, показали, что при относительном изменении присутствующих тел в растворе изменяется и количество их в осадке. Так что попытка примирить и согласить эти два ученья в третьем была неудачна, но это, как и все подобного рода вещи, подвинуло дело вперед. В эту эпоху явилось исследование Гульдберга и Вааге, о котором я расскажу в следующий раз.

ЛЕКЦИЯ 15

В начале этого столетия Бертолет выставил упомянутые прошлый раз общие положения, по которым взаимодействие химическое определяется не только, так сказать, своеобразными отношениями химических частиц или индивидуумов, но и относительною их массою. Но его положения, прямо противоположные учению Бергмана, были, можно сказать, популяризованы лишь в общих местах или поведениях разного рода, часть которых я упоминал прошлый раз. И вследствие того, что это учение было еще не сложившееся в окончательную форму, оно было спорным и подлежащим развитию и доказательству или опровержению. Вот с такого рода новыми исследованиями этого предмета явились в конце 60-х годов два норвежских* ученых — Гульдберг и Вааге. Их исследования относятся к области тех механических представлений о ходе химических явлений, которые в зачатке были у Бертолета, которые носились давно в воздухе, но не были формулированы в теорию. Как и всякие носящиеся в воздухе мысли, они подлежали и различному пониманию и не представляли никакой убедительности. Поэтому я в коротких словах постараюсь характеризовать основную мысль Гульдберга и Вааге и формулировать ее, потому что убежден вполне, что ее значение имеет влияние при современном положении в области химии, потому что главный интерес того момента, в который мы живем, сосредоточивается, между прочим, на исследованиях, касающихся справедливости некоторых частных выводов, вытекающих из общей теории Гульдберга и Вааге. И я убежден в том, что в дальнейшем будущем мысль Гульдберга и Вааге, уже многократно подтвержденная физическими и химическими

---

* Швеция и Норвегия в то время — одно государство (стр. 573) [*Прим. ред.*].

исследованиями, хотя подлежит, конечно, обработке и усовершенствованию, будет развиваться и внесет много нового света в понимание химических отношений. Прежде всего надо уразуметь основное исходное положение. Ньютоновские понятия, уже два столетия, следовательно, господствующие, внесли то понятие, что притяжение, действующее на конечных расстояниях или на бесконечно больших, приближающихся к бесконечным, или на таких расстояниях, на которых небесные светила действуют друг на друга, пропорционально массе действующих тел или пропорционально произведению масс. Если мы массы обозначим каким-нибудь знаком, измерим каким-нибудь способом, как электричеством или весами, словом, различными единицами измерения, то притяжение будет пропорционально произведению этих масс. Но во взаимодействии тяготения или падающих тел притяжение, будучи пропорционально массам, обратно пропорционально квадратам их расстояния. Когда дело идет о механических силах, то тут расстояния ясно определимы, чуть ли не циркулем их можно взять, потому что астрономические инструменты, посредством которых можно узнать расстояние, таковы, что можно измерять с полною аккуратностью. Когда же дело коснется до воздействий молекулярных химических и многих родов физических, тогда о массах можно получить понятие, но о расстояниях мы не имеем представления, или все представления, сюда относящиеся, имеют свойство быть смутными и неубедительными, во всяком случае никакого подобия с циркулем, при помощи которого можно измерить расстояние, не представляющими. Следовательно, здесь мы должны что-то такое другое взять. Конечно, берут гипотетически расстояние, предполагая, что объемы химически действующих тел пропорциональны массам и обратно пропорциональны плотности. Из этого получается удельный объем или частное из массы действующей частицы на удельный вес, а кубический корень из объемов представляет величину, пропорциональную расстояниям частиц. Но такого рода представление еще может быть доказательным, когда идет дело о газо- или парообразных телах, потому что понятие о частице в этом состоянии явственно; но когда дело идет о жидкостях или твердых телах, то тогда это представление непригодно до такой степени, что в настоящую минуту идет большой диспут. Одна из сторон утверждает, и я такого же мнения, что те частицы, которые находятся в газообразном состоянии, находятся в том же сложении,

но только в ином состоянии, [чем] в твердых и жидких телах. Но другой класс ученых утверждает, что при переходе из газообразного в твердое или жидкое состояние частица усложняется, т. е. несколько частиц, в газе пребывающих, дают одну новую частицу, в жидкостях пребывающую, и различают даже частицу в жидком и газообразном состоянии. Не входя в этот спор, представляющий интерес минуты и имеющий доказательства и за и против, хотя я сам склоняюсь к первому мнению, на основании массы существующих аргументов, но вставляю это ради того только, чтобы показать, как в эту эпоху, когда могут подниматься такого рода вопросы, можно говорить о расстоянии частиц на основании предположения о том, что в жидкость перейдет та же частица, как в газообразном состоянии. Очевидно, что указанный прием хотя имеет много интереса, но не дает твердой опоры и никакого твердого циркуля для определения расстояний. Вообще говоря, о массах еще можно иметь понятие, но о расстояниях наши понятия смутны, спорны и не могут быть вложены в основу расчетов, а потому надо избегать, где говорится о химическом взаимодействии, понятия о расстояниях. И вот Гульдберг и Вааге выражают расстояния и отношения, которые отсюда проистекают, в виде объема, в котором действуют эти массы. Т. е., другими словами ведь можно брать отношение масс, так сказать, абсолютных, не принимая во внимание объема, но можно принимать во внимание и объем таким образом, что количество частиц, количество масс или величину масс выражать не по отношению просто абсолютных количеств частиц или весов, а говорить о числе частиц, находящихся в условной единице объема, и это последнее устраняет понятие о расстояниях. В случае самом простейшем и в опыте, воспроизводимом, где объемы не изменяются, представим химическую реакцию: спирт, например, действует на кисло[ту] и дает эфир и воду. Ведь можно себе представить, что после прохождения реакции объемы сохраняются. В самом деле, сумма объемов спирта и кислоты равна сумме объемов эфира и воды. Вот то, что я далее скажу, будет относится к сохранению объемов. Конечно, мы каждый раз действующие и происходящие тела приводим к единице объема, но я, чтобы не усложнять предмета, и без того сложного для первоначального понимания, постараюсь эту сторону упростить, предполагая, что объем сохраняется тем же, каким был до реакции; небольшие изменения, которые наблюдаются, конечно, заставляют ввести поправку, но эта

поправка незначительна, и если дело рассматривается в своем основании, то тогда понятия об этих поправках достигнуть чрезвычайно легко. Еще одно замечание, которое, думаю, нужно сказать, хотя в двух словах: ведь когда изучается тяготение, то действие пропорционально массе и обратно пропорционально квадрату расстояния; когда же изучается химического рода воздействие на расстояниях чрезвычайно малых, то хотя нет сомнения, что расстояние принимается во внимание, но нет уверенности, в какой степени расстояние действует. Так что, будь наши понятия о расстояниях определенны (может быть и недалеко то время, когда эти понятия будут объяснены до несомненности, подобно тому, как настала же пора, когда понятие о величине атомного веса стало ясно), тогда можно было бы принять во внимание полный закон, не упрощая всех отношений равенством объемов, и можно было бы прилагать основные механические законы к понятиям химических явлений. Эта сторона предмета устранена приведением к одному объему. Предположим же теперь, при «обусловлении» сохранения объемов, что два тела $A + B$ действуют друг на друга и что могут произойти два новых тела $A' + B'$, и представим себе, что число частиц (потому что химическое воздействие происходит между частицами) будет: $Ap + Bq$ и $A'p + B'q$. Большинство тел действует 1 частица на одну, например, хлористый водород с аммиаком; хотя бы много частиц было аммиака, но при обыкновенных условиях нашатырь образуется один, и в нем содержится равное число частиц аммиака и хлористого водорода; словом, понятие о частице заключает понятие о веществах, действующих друг на друга. Конечно, самый простейший случай будет, если во взятой массе p будет равно q. Теперь пускай взаимодействие $A + B$ определяется некоторым коэффициентом химического воздействия или сродства k, а взаимодействие $A' + B'$ определяется коэффициентом k'. Что произойдет? Конечно, число частиц p и q будет уменьшаться, а число $p' + q'$ будет увеличиваться. Если $A + B$ дают в данном случае $A' + B'$, то назовем через x число частиц, которые происходят, т. е. получим: $p - x$ и $q - x$ и здесь: $p' + x$ и $q' + x$. Вот массы, которые воздействуют друг на друга. Очевидно, что в этой системе $A + B$, судя по тому, что действие пропорционально массам, [оно] будет выражаться kpq, а в $A' + B' - k'p'q'$. Между химическими реакциями громадная масса наиболее характерных и выразительных и отлично изученных реакций представляет условия

обратимости, т. е. $A + B$ дают $A' + B'$, а если возьмем $A' + B'$, то получим $A + B$. Очевидно, что если мы возьмем $A + B$ и произойдет некоторое количество тела $A' + B'$, то наступит некоторое равновесие, которое и дает возможность определить искомые коэффициенты сродства; тогда не будет перевеса в ту или другую сторону. В это основное уравнение и надо бы ввести объемы, но дело упрощается, если объемы одни и те же с обеих сторон. Если мы предполагали, что объемы равны, то они сокращаются. Следовательно, очевидно, что если такого рода равновесие наступает и произошло некоторое количество x новых частиц, то вместо p и q надо поставить $p - x$ и $q - x$, т. е. получим такое уравнение: $k(p-x)(q-x) = k'(p'+x)(q'+x)$. Вот это-то уравнение и дает возможность определить, конечно, не абсолютное значение коэффициентов k и k', а отношение, т. е. $\frac{k}{k'} = \frac{(p'+x)(q'+x)}{(p-x)(q-x)}$. Это уравнение квадратное, по отношению к x, следовательно, разрешимо. Из этого возникает следующее практическое следствие, которое дает понятие, к чему служит такого рода уравнение. Представим себе, что мы найдем отношение коэффициентов k и k', положим, в реакции метилового спирта с уксусной кислотой, где происходят вода и уксуснометиловый эфир. Мы нашли его при массе действующих тел, а какое будет отношение, если q будет равно, положим, 20, а $p = 1$? Это всегда можно решить при помощи уравнения. Раз известно отношение k и k', то мы можем всегда по данному x определить отношение k и k'. Очевидно, что если мы определим x, то мы определим и отношение k к k'. Оно должно быть всегда постоянно. Так и выходит. Но пока дело находится в алгебраическом виде, оно приобретает смысл после ознакомления с частностями. Я и не думал познакомить вас с обширнейшим рядом сюда относящихся исследований, остановлюсь только на одном примере. Надо заметить, что раньше, чем Гульдберг и Вааге свои теоретические исследования опубликовали, т. е. в конце 60-х годов, еще в начале 60-х годов Бертело и Пеан-де-Сен-Жиль произвели опыты, и у Гульдберга, следовательно, были уже готовые опыты. Затем, предмет этот был принят профессором Меншуткиным, который опубликовал обширные исследования, а именно, образование сложных эфиров при различных отношениях масс, изменение качеств кислот и спиртов, [при] изменении времени. Материал с тех пор скопился большой чрезвычайно, так что в настоящее время

целый ряд исследований подтвердил наблюдения Бертело и Меншуткина. Спирты и кислоты представляют чрезвычайное удобство в этом отношении, а именно многие спирты растворяют кислоты, так что воздействие будет [совершаться в объеме], и если одно тело не растворяется в другом, не образуется однородная масса, тогда воздействие совершается только на одной плоскости, разделяющей слои несмешивающих[ся] веществ. Конечно, случаи несмешения бывают, потому что вода иногда не растворяется в эфире, но во многих случаях, когда мы возьмем, например, уксусную кислоту и спирт, то и вода растворяется во всей системе, т. е. была система однородная и остается однородная. Понятно, что простоты можно искать в простейшем случае; этот случай и представляет образование эфира, и затем в самом простейшем виде впоследствии, когда p, q, p' и q' будут представлять простейшие величины; их берут обыкновенно так: $p=q=1$, т. е. частицу на частицу, все равно — граммов ли [или] чего другого: тут дело в отношениях. Когда, следовательно, еще прибавятся вода и эфир, то оказывается, что всегда все это подчиняется общему понятию. Вначале, для простоты допустим следующее: что $p=q=1$, а $p'=q'=0$, тогда дело будет просто. Подставим в предыдущее уравнение вместо p и q единицу, а вместо p' и q нуль, получим $\frac{k}{k'}=\frac{x^2}{(1-x)^2}$ или $\frac{k}{k'}=\left(\frac{x}{1-x}\right)^2$. А x это есть количество происходящего вещества, [или] вошедшего в действие, $1-x$ — оставшегося неизменным. Следовательно, при одинаковых массах воздействующих частиц, отношение коэффициентов сродств представляет квадраты отношений между числом частиц, подействовавших, и числом частиц, неподействовавших. Вот тот способ, при помощи которого необыкновенно легко найти отношение k к k', и опыт в указанном примере чрезвычайно прост. Надо измерить это отношение. Чем больше подвигается какая-нибудь область знания: литературные произведения, художественные, даже в области нарядов, чем больше предмет развивается, тем больше, в сущности, упрощается. В современном положении химических исследований преимущественно интерес в необыкновенно простых наблюдениях. Я нарочно говорил вам такие примеры. Наблюдения просты и заключаются в следующем: [если] возьмем спирт и прибавим частичное количество кислоты, определим количество [последней титрованием со] щелочью и найдем, что кислота не тронута. Оставим эту массу спирта с кислотою на некоторое время: тогда

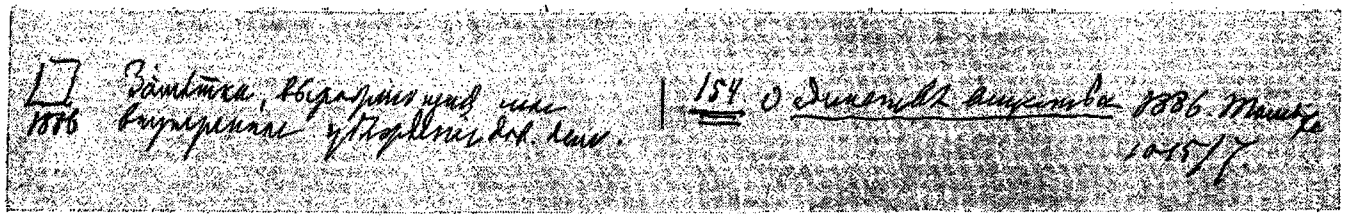
начнется воздействие и будет совершаться тем скорее, чем выше температура. Положим, мы дошли до предела, т. е. при равных температурах, например, около 100°, обыкновенно по истечении 30 часов наступает полный предел (о течении реакции я не говорю ничего: это вопрос другой категории). Что это значит — предел? Это значит, что некоторое количество спирта вступило во взаимодействие с кислотою и получится сложный эфир. Но сложный эфир не оказывает реакции на лакмус и, следовательно, титрованием не определяется, а некоторое количество кислоты не [провзаимо]действовало; следовательно, в количестве $1-x$ кислота осталась свободною. Вот эту-то кислоту и можно определить титрованием. Узнав сколько осталось свободной кислоты, найдем вместе с этим и искомое отношение $\frac{x}{1-x}$ из прямого опыта. В каждом частном случае, взявши частицу кислоты и частицу спирта, можно определить $k:k'$. Исследования показывают в этом отношении следующее: что хотя быстрота различна, при разных обстоятельствах температуры и давления, но предел для кислоты и эфиров один и тот же, *именно* отвечает $^2/_3$ взятой кислоты или эфира. Если взять 3 частицы кислоты, то 2 частицы вступают во взаимодействие, а одна остается несоединенною, или взять 3 частицы сложного эфира и 3 частицы воды, то из них в конце наступит равновесие, и окончательный предел будет состоять в том, что из 3 частиц сложного эфира 1 частица разложится, а 2 останутся нетронутыми, следовательно, предел $=^2/_3$. Это, конечно, с вариациями, на которых я не стану останавливаться и которые относятся более к деталям органической химии, потому что профессор Меншуткин доказал, что строение кислот и спиртов есть возможность находить при помощи опытов этеризации. Но я еще обращу внимание на деталь: составим уравнение в [соответствии] с $x=\frac{2}{3}$, тогда $\frac{k}{k'}=\left(\frac{^2/_3}{^1/_3}\right)^2=4$, т. е. при этеризации обычные коэффициенты, говоря вообще, равны или близки к 4. Теперь, зная это из этого ряда опытов, мы знаем все из того, что может совершаться: и взаимодействие спирта на кислоту при различных массах и сложного эфира на воду при различных массах. Эти отношения обратные. Таким образом, раз изучивши на одном простейшем случае, мы определим влияние масс. И оказывается, что этим указанием обнимаются все случаи. Опыт показывает, что отношение коэффи-

циентов получается одно и то же: $k:k'$, при всевозможных изменениях масс. Дело просто только тогда, когда мы имеем установившийся предел; оно усложнится, когда мы имеем течение. Я не решаюсь этого излагать, тем более, что здесь дело усложняется тогда, когда объемы изменяются, и еще более, когда не бывает однородности, но и эти стороны можно охватить, не имея возможности подчинить их одному общему началу, и этому предмету в настоящее время множество лиц посвящает свои занятия. Между ними надо знать, хотя по имени, голландца Вант-Гоффа, профессора химии в Амстердаме, который вложил сюда много света; он и теперь главный деятель в изучении тех разных условий, которые здесь представляются. Я не оставлю этого предмета, не упомянув о том, что обычные случаи представляются в образовании эфиров, но еще более обычное явление представляет воздействие в растворах, имеющихся в неорганической химии, например, две соли реагируют друг на друга. Здесь тот же закон. Здесь есть исследования Малагути, который делал так: брал смеси двух солей, из которых одна сернокислая, два металла и две разных кислоты и, смешавши растворы, осаждал смесь спиртом. Спирт характеризуется тем, что не растворяет сернокислых солей, а осаждает их. Он расследовал, взявши сначала какой-нибудь металл, например калий в виде сернокислого, а магний в виде хлористого, а в другом случае обратно, осаждал после смешения солей в водном растворе, спиртом и получал серномагнезиальную соль и сернокалиевую соль в осадке и находил, что осадок в обоих случаях один и тот же. Этот случай простой, и тот же общий закон взаимодействия здесь применим. Конечно, против системы воздействия Малагути можно возражать, потому что он вводил третье тело — постороннее, спирт — в момент реакции. Конечно, этим дело изменяется, но это влияет второстепенным образом. Вот дело усложняется до крайности, когда мы имеем водные растворы, смешиваем их, и образуется осадок. Тогда дело усложняется до крайности. Чтобы понять ту систему наблюдений, которая здесь производилась и продолжает производиться, укажу на то, что на-днях Хрущов публиковал большое исследование, сюда относящееся; Петриев в Одессе тоже публиковал целую работу, относящуюся к этому предмету. Эти исследования каждому доступны и просты. Конечно, в исследованиях этого рода кроются задатки химического понимания во многих отношениях. Ну, скажем, берется хлористый барий и хлористый строн-

ций и прибавляется серная кислота. Что такое осядет? По Бергману, должен осесть барий или стронций, смотря по тому, чье сродство преобладает к серной кислоте — бария или стронция. По Бертолету — смесь сернобариевых и сернокальциевых солей. Всегда так и осаждается. Далее прилагать сюда теорию Гульдберга или Вааге представляется почти невозможным по той причине, что здесь имеется каждый момент изменяющаяся среда. И вот в этом отношении исследования Хрущова показывают, что в первый момент, по видимости, в одинаковой пропорции осаждается сернобариевая и сернокальциевая соль, т. е. 50% той и 50% другой. Я это нарочно указываю потому, что исследованиями, которые теперь ведутся над этим предметом, я хотел бы окончить мое ознакомление вас с задачами теоретической химии, ныне преследуемыми. Я избирал такого рода простые отношения, в которых было видно и течение современных вопросов и возможность их разработки сравнительно простыми средствами. Но я не сойду отсюда, не остановив, хотя в последний момент, ваше внимание на той общей мысли, которая приходит непременно в голову всякому, кто знакомится с вопросами теоретической химии; тем более мне можно это в двух словах сказать, что я в предшествовавшем изложении касался этих мыслей, но я возвращаюсь к ним, потому что считаю их весьма существенными и желал бы, чтобы понятия этого рода с течением времени укрепились везде и в вас в частности — это именно понятие единства того плана, по которому составлены все роды явлений и понятий. В жизни везде мы встречаем разнообразие на каждом шагу. Можно сказать, при отсутствии зачатков образованности везде видится только различие.

Первый зачаток понимания каких бы то ни было предметов — научного, государственного или религиозного — состоит в понимании единства и общности. Вы знаете из физики, механики, математики, химии, к каким общим началам приводит логическую мысль изучение предметов. Но если не подлежит в настоящее время никакому сомнению, что механические начала совершенно общи, то, кроме этих начал общности и единства, надо признать и начала индивидуальности. В образе химических элементов этот индивидуализм осуществлен, а в тех законах, которые управляют этими индивидуальностями, оказывается, что и над индивидуальными особенностями царствует общее начало. Так что, мне кажется, можно формулировать совокупность имею-

щихся в наше время сведений о природе в такое общее положение: механически все однородно, материал же представляет задатки индивидуальности. Думать и здесь о единстве, значит впадать в мечтательность алхимиков, в те порывы, хотя благие, но пустые и безуспешные, которые Сервантес и Дон-Кихот так отлично выразили.



1886 Заметка, выражающая мое внутреннее убеждение дов[ольно] ясно.

154 О единстве вещества 1886. Там же. 1015/7.

Журнал Русского физико-химического общества, 1886, т. XVIII, часть химич., отд. I, стр. 66—67.

ВЫПИСКА

из протокола заседания отделения химии Русского физико-химического общества

9 января 1886 г.

5. Д. И. Менделеев высказывается против применения г-м Ранцевым, как и многими другими,[1] периодического закона для индукции единства материи, элементы образующей. Менделеев ныне, как и при установлении периодического закона, скорее склоняется видеть в нем наведение на признание самобытной самостоятельности (индивидуальности, разнообразия) элементов, при господстве общего закона, потому что закон этот указывает на связь внешних сил с внутренними. Внутренние силы, действующие лишь на незаметно-малых расстояниях, определяют химические отношения и физические свойства тел. Масса же (вес) определяется тяготением, действующим на расстояниях всякого рода, а потому в периодическом законе должно видеть прежде всего применение закона единства сил природы. Как при этом единстве имеется несомненное разнообразие сил или различие родов движения, так и при единстве закона элементов должно признать реальное различие вещества простых тел. Если есть потребность в искании и допущении единства в сравниваемых предметах, то неизбежно должна существовать потребность искания и допущения причин самостоятельности — иначе немыслима причина различий. Опыт суживает число самостоятельностей, но исключить индивидуальность невозможно, и опыт один может указывать границу разнообразия. А потому исключать

---

1 Например Циамицианом. Бертело в своем сочинении об алхимии (Les origines de l'Alchimie) также ошибочно приписывает периодическому закону стремление указывать на возможность взаимного превращения простых тел.

одним умственным соображением существование всякого самостоятельного индивидуализма ошибочно, и следует, руководясь опытом, допустить разнообразие элементов, признавая их подчинение общему закону. В материи, как в движении и в разуме, или духе, должны существовать причины различий, если есть причины единства, потому что без этого немыслимы наблюдаемые разнообразия. Основную причину материальных различий нельзя видеть в одном движении без признания самостоятельности элементов.

Журнал Русского физико-химического общества, 1887 г., т. XIX, вып. 9, часть химич., отд. I, стр. 550.

ВЫПИСКА

из протокола заседания отделения химии Русского физико-химического общества

7 октября 1887 г.

2. Д. И. Менделеев сообщает, что он получил из Оханска (Пермской губ.), от И. В. Вологдина и от О. Ф. Николаи образцы аэролита, упавшего 18 августа 1887 г. верстах в 15 от Оханска, близ с. Таборского, в 2 верстах от Камы. Всего упало около 30 пудов; главная масса собранного поступит, как сообщают, в Казанский университет, много разошлось по рукам местных жителей, считающих упавший камень целительным средством. Пять присланных кусочков однообразного серого цвета, некоторые с черною корою, содержат кремнеземистые соединения, сернистые металлы и металлическое железо; оно в виде крупинок, притягиваемых магнитом. Профессор Иностранцев взял образцы этого метеорита для исследования с петрографической стороны, а в нашей лаборатории, под руководством С. А. Пржибытка, производится химический анализ, результаты которого будут сообщены.

Журнал Русского физико-химического общества, 1888, т. XX, вып. 5, часть химич., отд. I, стр. 513—518.

ИЗ ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ С.-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

208. Химическое исследование образцов оханского метеорита

В сентябре прошлого 1887 г. профессору Д. Менделееву доставлено было несколько образцов метеорита, выпавшего 18 августа в Оханском уезде Пермской губернии. Вот письма, сопровождавшие присылку образцов метеорита.

Господин профессор!

Вчерашнего числа я отправил вам три образца аэролита, выпавшего 18 августа в Оханском уезде Пермской губернии, близ с. Таборского, в 2 верстах от р. Камы и от г. Оханска по прямому направлению верстах в 15.

Выпавший аэролит, благодаря небрежности полиции, был доставлен в Оханск в раздробленном виде; один кусок 6 пудов 11 фунтов, а остальные от 20 фунтов до 1 золотника, всего весом до 12 пудов. По определению же очевидцев, видевших разбитые куски на месте выпада аэролита, он определяется не менее 30 пудов.

Аэролит этот ушел в землю на 2 аршина 4 вершка; утверждают, что был в разгоряченном состоянии. За увозом аэролита из Табор в Оханск был командирован стражник, который, по прибытии, распорядился разломать камень и частями уже вынуть из земли. Большая часть аэролита растащена: на месте жителями, в пути разными лицами и из лодки на оханской пристани пассажирами с парохода и другими жаждущими; даже шла распродажа. Камню дается какая-то святость и целебность. Жители, поддерживаемые духовенством, намереваются построить часовню на месте выпадения аэролита.

Кроме этого аэролита, пали небольшие аэролиты, кругом обгоревшие, в г. Оханске, в земском саду, от города на юг в 2 верстах и на запад в 3 верстах, весом от $2^1/_2$ до $4^1/_2$ фунтов. Можно с уверенностью сказать, что мелкие аэролиты еще найдутся и найдется их не малое число только по распашке полей для посевов хлебов по весне 1888 г., так как найденные вошли в землю и поляны вровень с верхом почвы и изъяты, потому что при падении были очевидцы. Я сам очевидец и долгом считаю объяснить вам, господин профессор, что после последовавшего в воздухе разрыва аэролита (в степени сильнейшего громового удара) при безоблачном небе над Оханском шел ужасный шум, как бы следовал большой поезд по мостовой и слышалось в воздухе грохотание; для глаза же был виден остающийся змееобразно дым. Шум продолжался 3—4 минуты.

По окончании, направляясь на юг, было видно небольшое дымовое облачко, которое, как бы удаляясь, поднималось ввысь. Найденный аэролит в земском саду был теплый и, чтоб отделить присохшую к нему землю, прибегали к отмыванию водою.

Уместным нахожу сообщить, что жители Пермской губернии продолжают пользоваться летом, хотя 15 сентября идет, и таким жарким, какого не помнят старожилы; по Реомюру стоит погода:

13	сентября	3¾	часа	пополудни	18½°	в тени
»	»	»	»	»	24½°	на солнце
15	»	1½	»	»	19°	в тени
»	»	»	»	»	28¾°	на солнце

Обозначаю время местное — оханское.

Имею честь и пр.
Иван Вологдин.

16 сентября 1887 г.,
г. Оханск, Перм. губ.

Милостивый государь
Дмитрий Иванович!

При сем честь имею препроводить вам три небольших обломка аэролита, упавшего 18 августа в 12 час. 40 мин. дня в с. Таборах, Оханского уезда, Пермской губернии. Упавший аэролит вошел в землю на 2 аршина и по вынутии его из земли представлял массу около 15 пудов весом. Описание падения аэролита было помещено в «Пермских губернских ведомостях» 26 августа, № 68. Село Таборы находится на правом берегу р. Камы, верст на 20 севернее г. Оханска.[1]

Третий небольшой кусок с черною поверхностью представляет обломок от коры аэролита.

Примите и пр.
О. Николаи.

Профессор Д. Менделеев предложил произвести химическое исследование полученных им образцов оханского метеорита. Труд этого исследования охотно приняли на себя студенты Юников и Троицкий, а затем Тихонравов и Петров.

Метеорит с поверхности покрыт черной, блестящей, тонкой коркой. Он довольно рыхлый: легко разбивается в куски и растирается в порошок. Масса метеорита в изломе представляется пепельно-серой, зернистой; среди серых крупинок и пылинок замечаются черные, несколько блестящие зерна и пластинки.

Метеорит, при высушивании в эксикаторе над серной кислотой, не изменяется в весе. Вода и спирт ничего из него не извлекают. В соляной кислоте метеорит отчасти раство-

[1] Город Оханск Пермской губернии, 57° 43′ 29″ с. ш., 25° 3′ 19″ в. д.

ряется, выделяя водород и сероводород, что и указывает на присутствие свободных металлов (метеорного железа) и магнитного колчедана (троилита).

Действительно, вышеупомянутые блестящие черные зерна метеорита оказались, так называемым, метеорным железом. Величина и форма этих зерен весьма различны; самые крупные зерна достигают величины средней дробинки. Зерна большею частью шарообразной формы, но попадаются также имеющие вид пластинок, даже с древовидными разветвлениями. Магнитом притягиваются. При растирании в агатовой ступке они только сплющиваются, но не размельчаются, следовательно, ковки (вязки).

Определение количества метеорного железа в метеорите, равно и исследование состава, так называемого, метеорного железа было произведено несколькими путями. Вот полученные результаты: никкелистого железа в метеорите в среднем 23.0%. Состав его следующий:

	Петров	Тихонравов
Железа	79.1%	74.19%
Никкеля	20.9	25.81

Как видно, метеорит содержит никкелистое железо, весьма богатое никкелем.

В известном сочинении Меньe (Meunier. Méthéorites) мы встречаем описание только двух образцов метеорного железа, богатых никкелем, именно в октиббегите (loc. cit., стр. 101) никкеля 59.69%, в катарините 33.97%. В остальных известных образцах никкеля найдено менее 20%.

Исследуемое метеоритное железо содержит небольшое количество фосфора (около 0.05%); быть может, в виде шрейберзита ($Fe^4 Ni^2 P$). На основании произведенных анализов весьма вероятно, что весь фосфор метеорита заключен в металлических зернах. Привожу результаты некоторых анализов металлических зерен:

	Петров	Тихонравов
Железа	19.79%	15.24%
Никкеля	5.23	5.20
Марганца	Следы	—
Кобальта	—	Следы
Фосфора	—	0.03—0.07% (Троицкий).
Углерода	0.08	0.19

Цифры отнесены к 100 частям метеорита. Анализ произведен, подвергая измельченный в агатовой ступке метеорит

обработке сулемой.[1] Таким путем в первом из приведенных анализов найдено 25.02% никкелистого железа, во втором — 20.54%.

В отдельной навеске метеорита (6.4008 г) количество зерен, вытянутых магнитом и очищенных с поверхности растиранием и отмучиванием, найдено = 25.47% (Тихонравов). Кроме того, количество никкелистого железа было определено по водороду, выделяющемуся при растворении метеорита в соляной кислоте. Таким путем найдено 22.0% метеорного железа (Юников). [Опыт произведен в атмосфере CO^2; газ собирался над ртутью и промывался раствором едкого кали для поглощения сероводорода, выделяющегося вместе с водородом. Из 1 г метеорита получено 84 $см^3$ водорода (0° и 760 мм)].* Среднее содержание никкелистого железа выведено таким образом из чисел, колеблющихся от 20.2 до 25.47%. Это колебание объясняется неравномерным распределением зерен в метеорите.

Как известно, само метеорное железо всегда неоднородно, так что отдельные анализы выражают состав данных образцов. Приведенные выше анализы подтверждают сказанное. Содержание в них никкеля и железа значительно изменчиво; кобальт констатирован с несомненностью в одном только образце металлических зерен (Тихонравов), в других образцах кобальта не найдено ни следа (Петров, Юников); то же самое замечено относительно марганца.

Относительно никкелистого железа оханского метеорита прибавлю еще, что исследование, не содержится ли в нем углерода, было произведено тем же способом, как и в чугуне, т. е. обработкой зерен (вытянутых магнитом и очищенных растиранием и отмучиванием) смесью хлорной меди и нашатыря.[2] Полученный таким путем продукт обрабатывался соляной кислотой, промывался водой и подвергался сожиганию или смесью хромового ангидрида и серной кислоты,[3] или же сожиганию с окисью меди в струе кислорода. Количество углерода найденное (0.08 — 0.19%) падает в пределы погрешностей опыта. (Впрочем, все опыты дали положительный результат).

---

[1] Способ Буссенго (Boussingault. Zeitschr. f analyt. Chem., VIII, 506).

[2] Способ Пирса и Критса (Pearse u. Creath, Zeitschr. f. analyt. Chem., XVI, 504).

[3] Способ Ульгрена (Ullgren. Zeitschr. f. analyt. Chem., II, 430).

* В данном случае прямые скобки принадлежат автору. [*Прим. ред.*].

Систематическое исследование силикатной части метеорита ведено известным путем. Оно дало следующий результат [в процентах]:

	Петров	Юников	Тихонравов	Троицкий
Кремнезема	37.64	36.87	36.53	37.63
Закиси железа	13.82	—	14.21	—
Магнезии	21.46	—	17.00	—
Окиси кальция	3.01	—	3.00	—
Серы	—	2.34	—	2.31
Углерода	0.15	—	0.07	—
Фосфора	—	—	—	0.07
Меди, Олова (?), Свинца (?)	—	—	0.52	—
Марганца, Натрия	Следы	—	Следы	—

Присутствие меди и марганца доказано только качественными реакциями; присутствие натрия, олова и свинца только вероятно.

Углерод определялся: или обрабатывая силикатную часть метеорита плавиковой кислотой и подвергая остаток сожжению с хромовой смесью (Петров), или же метеорит подвергался обработке соляной кислотой, водою и остаток затем окислялся CrO^3 и H^2SO^4 при нагревании (Тихонравов).

Если комбинировать анализ никкелистого железа в метеорите и анализ его силикатной части, то средний состав оханского метеорита получится следующий.

Кремнезема	37.36%	Фосфора	0.05
Закиси железа	13.80	Углерода	0.08 [2]
Окиси магния	18.54	Меди, Олова	0.52
Окиси кальция	3.00	Марганца, Кобальта, Натрия	Следы
Железа	19.80		
Никкеля	5.55		
Серы	2.30[1]		

[1] Если допустить, что вся сера метеорита находится в виде магнитного колчедана Fe^7S^8, то количество последнего = 8.17%. Этому количеству отвечает 6.39% FeO. В таком случае закиси железа в метеорите 7.41%.

[2] Уголь аморфный.

Журнал Русского физико-химического общества, 1889, т. XXI, вып. 2, часть химич., отд. 1, стр. 90.

ВЫПИСКА

из протокола заседания отделения химии Русского физико-химического общества

2 февраля 1889 г.

9. Д. И. Менделеев* указал на то, что восстановление из кремнезема магнием кремния известно давно (Фипсон и Гейтер) и цитировано в: Gmelin-Kraut's Handbuch der Chemie, II, 1874, на стр. 426, где сказано, что магний *легко* восстановляет борный ангидрид и кремнезем.

---

* По поводу сообщения Гаттермана в «Berl. Ber.», 1889, p. 186 (Untersuchungen über Silicium und Bor) и Н. Н. Бекетова и А. Д. Чирикова в этом заседании [*Прим. ред.*].

Журнал Русского физико-химического общества, 1890, т. XXII, вып. 2, часть химич., отд. 1, стр. 73—74.

ВЫПИСКА

из протокола заседания отделения химии Русского физико-химического общества

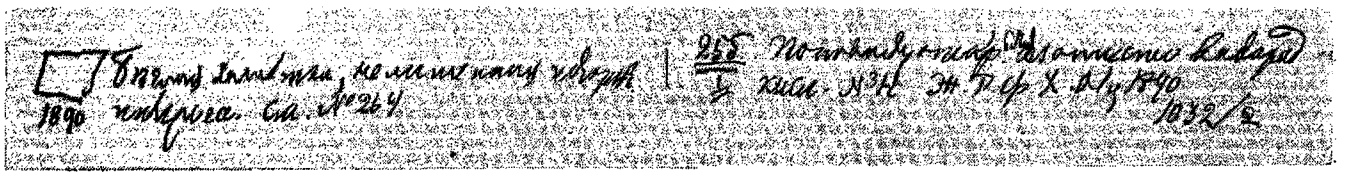
1 февраля 1890 г.

9. Д. И. Менделеев обратил внимание на то, что интереснейшие наблюдения Кэри Ли,[1] повторенные с полным успехом г. Мариуцой и г. Щербачевым, показывают полную аналогию растворимого серебра с коллоидальным растворимым состоянием многих гидратов (Грем), сернистых металлов (Шульце, Спринг, Прост и др.), растворимой лазури $KFe^2(CN)^6$, бора и т. п. Обыкновенная и постоянная — нерастворимая форма всех их может переходить, при *образовании из растворов*, в малостойкую коллоидальную растворимую форму, выделяемую из раствора солями и другими легко растворимыми веществами. Так как многие сернистые металлы имеют внешний вид и некоторые свойства металлов и так как все они способны при образовании, в известных условиях, выделяться в растворимой форме, то должно думать, что не только всякие металлы, но и всякие другие нерастворимые тела способны переходить в растворимую форму.[2] Открытие, сделанное Кэри Ли, относясь к простому телу, столь обычному, как серебро, представляет, по мнению Менделеева, большую важность не только по многим особенностям (например легкость перехода из особого, означенного буквою *B*, нераство-

[1] Наблюдения Мутмана (Berl. Ber., 1887, p. 987) уже ранее показали существование растворимого серебра, но не были обставлены такою суммою доказательных опытов, какие находятся у Кэри Ли. Однако в наблюдениях Мутмана можно, больше чем у Кэри Ли, видеть переходы от эмульсий к растворам. (Менделеев. Основы химии, 1889, стр. 74, выноска 57).

[2] Клетчатка, крахмал, белковые и тому подобные вещества представляют на то много примеров.

римого состояния в растворимое, отношение к реагентам и т. п.), до сих пор не наблюдавшимся над коллоидальными растворами, но и по той легкости, с которою серебряные соли образуют серебро в растворимом состоянии, а оно переходит в обычную, стойкую и нерастворимую форму. Для теории растворов такой случай представляет особую важность потому уже, что здесь не применимо понятие об образовании растворов в силу того подобия частичных сил, которое можно принять, например, при растворении солей в воде, парафина в бензине или металлов в ртути. Поэтому подробная разработка предмета и сличение коллоидных растворов серебра с обычными растворами заслуживают всеобщего внимания и обещают уяснение некоторых сторон растворения, ставшего ныне в ряд важнейших текущих вопросов нашей науки.



[ ] Беглая заметка, не лишенная некотор[ого] интереса. См. № 264.
1890

255 По поводу открытия азотистоводород[ной] кисл[оты] N^3H. Ж[урнал] Р[усского] ф[изико]-х[имического] общ[ества], 1890.

1032/2

Журнал Русского физико-химического общества, 1890, т. XXII, вып. 6, часть химич., отд. I, стр. 506—515.

ИЗ ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ С.-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

223. По поводу открытия азотистоводородной кислоты N^3H

К числу блестящих химических открытий текущего года, сверх получения $Ni(CO)^4$,[1] бесспорно относится открытие Курциуса (Berl. Ber., 1890, p. 3023), показавшего существование N^3H, путь его получения и аналогию этой азотистоводородной кислоты (азоимида) N^3H с галоидными кислотами. Хотя я ничего не публиковал о возможности получения такого соединения, но его ожидал на основании соображений, развитых мною в сообщении о нитрилах на I съезде русских естествоиспытателей (1867) и в 1-м издании (1868—1870) «Основ химии». Ныне я считаю не излишним высказать эти соображения, потому что они, по мнению моему, могут содействовать уяснению строения N^3H, покажут место, которое азотистоводородная кислота занимает в среде известных соединений азота,[2] и, быть может, помогут предви-

[1] Состав и свойства $Ni(CO)^4$, указанные Мондом, Лангером и Квинке, так новы, поучительны и важны для периодической системы элементов, что в возможности получения подобных неожиданных веществ ныне является новый стимул для переработки существующих сведений о свойствах самых обычных простых тел. И я полагаю, что в области серы и азота можно ждать еще много важных открытий, подобных тому, какое сделано Курциусом.

[2] Так как азот дает парообразные частицы: NO, NH^3 и NO^2, содержащие 1 атом азота, то в них, по сравнению с водородом, азот является *или* двух-, *или* трех-, *или* четырехэквивалентным. А так как этот же элемент образует двуобъемные частицы: N^2O, N^2O^4 и N^2O^5, то N^2 оказываются эквивалентными с H^2, H^8 и H^{10}. В NH^4Cl, $NO^2(OH)$ и тому подобных соединениях видна пятиэквивалентность азота. Уже одни эти сопоставления, не входя в подробности, показывают, что для понимания соединений азота недостаточно принять тот способ сложения частиц из атомов, обладающих постоянною эквивалентностью, который вместе со структуристами должно признать достаточным для пони-

деть реакции и найти пути для новых способов получения этой примечательной кислоты, долженствующей осветить поныне еще во многих частях темную область металлических соединений азота. Но для ясности выводов, относящихся к азотистоводородной кислоте, необходимо коснуться некоторых общих понятий, связанных с периодическою системою.

Если элемент дает с одноэквивалентными элементами X, например с галоидами, соединение RX^n, то ему отвечает солеобразный гидрат $RO\frac{m}{2}(OH)^{n-m}$, в котором, однако, общее количество атомов кислорода не бывает более 4, потому что одна из особенностей периодической системы состоит в том, что она показала соответствие: 1) между составом водородных и высших солеобразных кислородных соединений всех элементов, и 2) между составом гидратов и водородистых соединений. Если элемент R образует RH, то он дает окиси от R^2O до R^2O^7 и гидраты от ROH до RHO^4 или $RO^3(OH)$— как солеобразные формы окисления и гидратирования; элементам, образующим RH^2, отвечают высшие RO^3 и RH^2O^4 или $RO^2(OH)^2$; тем, которые дают RH^3, соответствует высший солеобразный гидрат RH^3O^4 или $RO(OH)^3$ и, следовательно, высшая окись R^2O^5, и т. д. Эти, ныне общеизвестные, отно-

---

мания образования частиц почти всех (CO — составляет общеизвестное изъятие) углеродистых соединений. По этой причине я полагаю, что изучение соединений азота, особенно переходящих в парообразное состояние и подобных N^3H, должно содействовать не только расширению фактических сведений, но и успеху в теории химического строения, почерпнувшей свои начала почти исключительно из данных, относящихся до углеродистых соединений, в которых CX^4 проявляется с особою силою именно потому, что углерод дает CH^4 и CO^2 — как предельные соединения равной эквивалентности. В азоте, дающем NH^3 и N^2O^5 (как и в сере, образующей SH^2 и SO^3), этого равенства уже нет, и — по смыслу периодической законности — быть не должно, а потому [из наблюдений] над соединениями этого элемента скорее, чем над углеродистыми, можно ожидать дальнейшего усовершенствования понятий о химическом строении частиц. В дальнейшем изложении я стараюсь избегать формулирования понятий, относящихся до этой стороны представления об азотистоводородной кислоте, а здесь только сопоставлю N^3H и H^3N,* чтобы видеть эквивалентность между N^2 и H^2, как и в свободном состоянии для обоих газов, дающих частицы N^2 и H^2. Поэтому, руководясь теми понятиями о замещениях, которые изложены мною (1-е «Добавление к основам химии», 1889) в моем лондонском чтении, можно ожидать получения N^2H^2 как соединения остатков от N^3H и NH^3. Если же N^2H^2 будет получено, то ряд NH^3, N^2H^2 и N^3H укажет гораздо более внутренних свойств азота, чем обычное признание этого элемента трехатомным, или трех- и пятиатомным.

* $N^2(NH)$ и $(HN)H^2$ [*Прим. ред.*].

шения могут быть выражены так: 1) сумма эквивалентов водорода и кислорода (в высшем солеобразном окисле), способных присоединяться к элементу, равняется 8 (например, SH^2 и SO^3, PH^3 и P^2O^5); 2) количество атомов кислорода в высшем солеобразном гидрате равняется 4 (например, $HClO^4$, H^2SO^4, H^3PO^4), и — как следствие двух предыдущих выводов — 3) наибольшее количество водорода в солеобразных гидратах окислов не превосходит количества водорода в водородном соединении того же элемента, если он образует с водородом газообразное вещество RH^n.

Отсюда очевидно: 1) что элемент R, дающий, например, как азот, RH^3 и R^2O^5 или вообще RX^3 и RX^5, не образует солеобразного гидрата $R(OH)^5$, хотя дает $R(OH)^3$; 2) что даже высшая форма гидратов RH^nO^4 может терять часть воды и давать *неполные гидраты*, каковы, например, для $PH^3O^4=PO(OH)^3$: $P^2H^4O^7=[PO(HO)^2]^2O$ и $PO^2(OH)$, и 3) что формы нормальных аммиачных солей, отвечающих элементу, должны соответствовать гидратам, им образуемым, а следовательно, могут содержать кислород сверх того, который связывает аммоний с R, как, например, в $NO^2(ONH^4)$, $SO^2(OH)(ONH^4)$, $CO(OH)(ONH^4)$, $CO(ONH^4)^2$, $COH(ONH^4)$ и т. д.

Такие аммиачные соединения, теряя воду, дают амиды и нитрилы. Если потеря воды ограничивается переходом остатка ONH^4 в NH^2, то получаются амиды; например, формамид $CO(NH^2)H$ отвечает муравьиноаммиачной соли $CO(ONH^4)H$.

Если кислород и водород выделяются в виде воды из самих амидов, что может быть только в вышеупомянутых аммиачных солях, содержащих избыточествующий кислород (например, NO^2ONH^4 и т. п.), то образуются *нитрилы*. Так, азотной кислоте отвечает нитрил NON, или закись азота N^2O, а муравьиной — CNH, или синильная кислота, и вообще карбоксильным соединениям RCOOH отвечают амиды $RCONH^2$ и нитрилы RCN, или синеродистые соединения. Соответственно кислой серноаммиачной соли SO^2OHONH^4, амид будет содержать SO^2OHNH^2, а нитрил SO^2HN, и притом возможно ждать два изомера: SO^2HN, в котором водород управляется или удерживается азотом, т. е. входит в виде аммиачного остатка NH, и другой SO(OH)N, в котором водород содержится в виде водяного остатка.[1]

[1] Хотя я принужден, за недостатком других способов выражения, говорить о связи элементов, но понимаю ее не в обычном статическом смысле этого слова, а в том динамическом, который пытался выразить в своем, упомянутом выше, лондонском чтении «Попытка приложения к химии одного из начал естественной философии Ньютона», 1889 г.

Так как нитрилы происходят чрез двукратную потерю частиц воды, то они способны: 1) присоединять к себе двукратно различные иные частицы, 2) взаимно соединяться и 3) полимеризоваться в дву- и триполимеры, например, нитрилу угольной кислоты (циановой кислоте) CHON отвечает $C^3H^3O^3N^3$ — циануровая кислота.

Очевидно, что называя полными гидратами только такие, в которых кроме данного элемента содержится лишь гидроксил, например, Na(OH), Ti(OH)^4 и т. п., можно ждать нитрилов лишь для неполных гидратов, например, $SO^2(OH)^2$, $PO(OH)^3$ и т. п.

Так как амиды равны гидратам + NH^3—H^2O, то очевидно, что между прямым присоединением аммиака и воды должна быть аналогия и эквивалентность. А потому прямые соединения с аммиаком в сущности происходят под влиянием сил, производящих гидраты, и должны обладать признаками амидов. Если серный ангидрид SO^3 соединяется с аммиаком, образуя амидные соединения, то подобный же характер должно приписать соединениям солей с аммиаком, что и подтверждается не только над кобальтиаками и сходными с ними солями, но даже над прямым поглощением аммиака многими солями, например $CaCl^2$, $CuSO^4$ и т. п. А так как $CuSO^4$ поглощает $5NH^3$, подобно тому как соединяется с $5H^2O$, то в этом (и многих других) примере видно с количественной стороны подтверждение вышеуказанного соответствия между аммиачными и водными соединениями.

Все эти понятия[1] необходимо принять во внимание, чтобы представление об азотистоводородной кислоте N^3H выступило с очевидностью. Для этого должно прежде всего обратиться к аммиачным соединениям азотной кислоты как исходным. А чтобы все отношения вышли более наглядными, я изойду из ангидридов азотной и фосфорной кислот.

Так как азот и фосфор дают NH^3 и PH^3, то высшие гидраты, для них возможные, суть:

мета: $N^2O^5H^2O$ и $P^2O^5H^2O$ $=2PO(OH)^3—2H^2O$,
пиро: $N^2O^52H^2O$ и $P^2O^52H^2O=2PO(OH)^3—H^2O$ и
орто: $N^2O^53H^2O$ и $P^2O^53H^2O=2PO(OH)^3$.

Полные же гидраты, как $N^2O^5H^2O=2N(OH)^5$, относятся уже к разряду тех нестойких соединений, которые обыкно-

[1] Они развиваются подробнее в «Основах химии» — во всех изданиях.

венно считаются просто растворами.[1] Для азотной кислоты сюда же относятся орто- и пирогидраты, хотя для фосфорной они давно известны как отдельные вещества и признаются самостоятельными гидратами, вследствие существования соответственных солей. Но так как в основных солях ртути и свинца[2] видна склонность азотной кислоты давать ортосоли, то в отсутствии способов легкого получения соединений, подобных PO(OH)(ONa)(ONa), для азотной кислоты должно видеть одну из тех особенностей, отличающих N от P, которая проявляется в сравнительной прочности P^2O^5 и NH^3 противу N^2O^5 и PH^3. А потому для азотной кислоты можно ждать, кроме метааммиачной, или обыкновенной азотноаммиачной соли $NO^2(ONH^4)$, еще и пиро- и ортоаммиачных солей или дву- и триаммониевых соединений $NO(OH)(NH^4O)^2$ и $NO(ONH^4)^3$ и отвечающих им, чрез потерю воды, амидных или безводно-аммиачных соединений: $NO^2(ONH^4)NH^3$ и $NO^2(ONH^4)2NH^3$. Так, последнее из них есть ортосоль $NO(ONH^4)^3$ лишенная воды. Оба указанные безводно-аммиачные соединения действительно известны. Их описал Дайверс (Diwers) в 1872 г. и счел за растворы, в которых проявилась склонность азотноаммиачной соли сжижать сухой аммиак,[3] а в следующем году Рауль (Raoult) показал, что происходящая жидкость имеет определенный состав $NO^2(NH^4O)2NH^3$, и что она от —10° до +28° распадается, переходя в твердое, также определенное соединение $NO^2(ONH^4)\,NH^3$, с своей стороны способное при нагревании легко диссоциировать, выделяя аммиак. Тем не менее, оба соединения, с $2NH^3$ и с NH^3, несомненно должно признать как очень характерные и отдельно существующие (амидоподобные) определенные соединения, ожидать которые следует по смыслу вышеизложенных обобщений.[4]

---

[1] В моем сочинении «Исследование водных растворов по удельному весу» (1887, стр. 361) показано, что ныне, пока нет более точных определений удельных весов азотной кислоты, должно признать, на основании изменения плотности растворов, существование гидрата $HNO^3 \cdot 2H^2O$, который и есть не что иное, как $N(OH)^5$ или $N^2O^5 \cdot 5H^2O$.

[2] Основы химии, 5-е изд., 1889, стр. 483 и 549.

[3] Это один из многих исторически поучительных примеров, доказывающих, что между растворами и определенными соединениями химики поныне делают лишь искусственное разделение, а основного различия нет.

[4] Подобно тому, как объясняется присоединение NH^3 к азотноаммиачной соли, можно понять и множество других случаев присоединения NH^3 к солям и даже объяснить различную степень прочности подобных соединений. Соображения эти заставляют искать амидных реакций в тех многочисленных соединениях, которые известны между солями и аммиаком.

А так как эти ожидаемые и существующие соединения, отвечающие неполным гидратам (орто-, мета- и пара-) азотной кислоты, судя по вышесказанному, должны носить в некотором отношении амидный характер,[1] то должно ждать и нитрилов, им соответствующих, происходящих чрез дальнейшую потерю воды. При полном выделении ее элементов произойдут:

из	NH^4NO^3	$-2H^2O$	нитрил	N^2O,
„	$NH^4NO^3\ NH^3$	$-3H^2O$	„	N^3H,
„	$NH^4NO^32NH^3$	$-3H^2O$	„	N^4H^4.

Первое из этих веществ есть давно известная закись азота, а два других ныне получены Курциусом, в виде азотистоводородной кислоты N^3H и ее аммиачной соли N^3NH^4.

Выразив предполагаемое мною отношение между телами, открытыми Курциусом, и воззрениями, проводимыми мною рядом с периодическим законом, и показав отношение, в котором вновь открытые вещества стоят к другим азотистым соединениям, считаю необходимым остановиться затем на свойствах азотистоводородной кислоты, представляющих, на первый взгляд, много неожиданного, но, однако, могущих достаточно объясняться, на основании вышеизложенных представлений.[2]

Для объяснения прежде всего должно обратить внимание на количественную сторону предмета, т. е. на то, что амиды и нитрилы происходят из аммиачных солей, а в них должно признать аммоний — с его 4 атомами водорода. Поэтому должно думать, что два из них выделяются в виде воды при образовании амидов, а два остальные при даль-

---

[1] Формулами это можно выразить, например, для ортосоединения (с $2NH^3$), выделяя группы (NH^2), так: $NO^2(ONH^4)2NH^3 = NO(ONH^4)(ONH^4)(NH^2)$. Одноаммиачное соединение, если его формулу не удваивать (для соответствия с пиросолью), будет: $NO^2(ONH^4)NH^3 = NO(ONH^4)(OH)(NH^2)$, и если она справедлива, то должно ждать солей $NO(ONH^4)(OM)(NH^2) = MNO^32NH^3$ и образования этиловых, ацетиловых и тому подобных соответственных производных.

[2] В одной из моих неопубликованных записок, относящихся к 1871 или 1872 г., выразив составы N^3H и N^4H^4, я прямо предположил, что—если тела эти могут существовать и не будут полимеризоваться, они будут кислотою и солью, которая должна (как $CNONH^4$) изомеризоваться и переходить в симметричный амид NNH^2NH^2N (подобный мочевине). Неожиданность состава и малая вероятность прочного существования предвиденных соединений, вместе с другими предметами, которыми я был тогда занят, — удержали меня от публикации моих гипотетических соображений, нить которых я ныне и сообщаю, хотя знаю, что post factum — они не имеют того значения, какое могли бы получить ныне, если бы были напечатаны в 70-х годах.

нейшей потере воды, т. е. при переходе амидов в нитрилы.

А потому: простейшее представление о переходе аммиачных солей в амиды и нитрилы получается в том естественном предположении, что выделяющаяся вода образуется прежде всего на счет водорода аммония и кислорода того водного остатка, который дал повод к происхождению аммиачной соли. Амиды кислот все таковы. Например, если органическая кислота представляет состав:

$$RCOOH,$$

то ее аммиачная соль есть

$$RCOONH^4,$$

а ее амид должен выражаться (представлять строение)

$$RCONH^2.$$

Но когда выделился кислород, бывший в гидроксиле, тогда дальнейшее выделение воды не может совершаться иначе, как на счет водорода аммиачного остатка и на счет кислорода, содержащегося в кислотном остатке. Так, для вышеприведенного примера органических кислот, превращение амида в нитрил может происходить только на счет образования воды из NH^2 и CO, а потому нитрилы таких кислот имеют строение синеродистых соединений:

$$RCN,$$

что, как известно, и оправдывается опытом. Прилагая эти соображения к образованию азотистоводородной кислоты, должно изойти из орто-азотной кислоты

$$NO(OH)(OH)(OH)$$

и из отвечающей ей двуаммиачной соли

$$NO(OH)(ONH^4)(ONH^4),$$

которая, теряя $4H^2O$, даст, судя по вышеуказанному, воду на счет всего содержащегося кислорода и на счет водорода аммония, т. е. произойдет

$$NHNN.$$

в котором 2 [атома] азота остались от аммиака и только 1 атом азота от азотной кислоты, а водород принадлежит элементам орто-азотной кислоты.[1] Из этого уже следует, что оставшийся водород должен иметь такой же характер, как в кислотах, а не такой, как в аммиаке. А так как, судя по энергическим кислотным свойствам азотной и азотистой кислот — сравнительно, например, с углекислотою — и даже судя по месту азота в периодической системе элементов, должно считать азот более кислотным элементом, чем углерод, то соединение N^3H должно иметь ясно кислотный характер, будучи нитрилом. Это заключение вытекает из того, что кислотный характер свойственен нитрилу муравьиной кислоты, т. е. синильной кислоте, хотя оставшийся в ней водород не только незаменим в муравьиной кислоте металлами, но и находится в нитриле в соединении не только с азотом, но и с менее кислотным атомом углерода синильной кислоты CNH. Водород приобрел в CNH слабокислотный характер, очевидно, под влиянием азота и углерода как кислотных элементов.[2] Водород же азотистоводородной кислоты, будучи связанным только с таким явно кислотным элементом, каков азот, должен приобрести свойство заменяться металлами еще в большей мере, чем водород синильной кислоты, т. е. тело N^3H должно иметь характер кислоты. Более ясный, чем для углерода, кислотный характер азота виден также в том, что водород в NH^3 легче, чем в CH^4 или C^2H^6, заменяется прямо металлами, например натрием, что зависит, помимо всего иного, от различия природы азота и углерода, как это и выражается их положением в периодической системе элементов.

---

[1] По гипотезе структуристов, строение азотистоводородной кислоты, в указанном смысле, может быть выражено, приняв один из входящих атомов азота пятиатомным и связанным с H и 2N своими пятью сродствами, а оба другие атомы азота трехатомными и связанными между собою одним сродством. Еще проще, но столь же гипотетично, можно представить один азот трехатомным и удерживающим как H, так и 2N своими сродствами, принимая, что эти два азота одноатомны, как в закиси азота N^2O. Это последнее представление выразит ту близость, какая существует между закисью азота и азотистоводородною кислотою, так как $NH^3 + N^2O = H^2O + NHN^2$.

[2] Даже в углеводородах, содержащих мало водорода, например в ацетилене, явно, что углерод имеет хотя слабый, но явный кислотный характер, потому что водород таких углеводородов заместим металлами. Связь же ацетилена с CNH во многих отношениях несомненна. Сверх того известно, по исследованиям Л. Н. Шишкова, что нитроформ или тринитрометан $CH(NO^2)^3$ обладает резкими кислотными свойствами, зависящими, очевидно, от содержания столь кислотных элементов, как NO^2 и C, нитрогруппа и углерод.

Таким образом, явно кислотный характер N^3H мне кажется настолько же понятным, как и кислотный характер синильной кислоты, хотя оба эти вещества суть нитрилы.

Но если азотистоводородная кислота есть нитрил, подобно синеродистым соединениям, то для нее должно ждать многих других особенностей, более или менее обследованных для синеродистых соединений. А так как некоторые из отношений этого рода до сих пор для азотистоводородной кислоты еще не испытывались, то я считаю небесполезным — хотя вскользь — остановиться на таких, которые, по моему мнению, могут в большей или меньшей мере оказаться при дальнейшей разработке веществ, открытых Курциусом.

Синеродистым соединениям особо свойственны три примечательных качества: 1) полимеризация (например, образование циануровой кислоты, твердого хлористого синерода и т. п.); 2) способность давать сложные соединения (например, образование стойких двойных солей, как $K^4FeC^6N^6$) и 3) изомеризация (например, переход циановоаммиачной соли в мочевину и т. п.), которые долгое время служили предметом, усложнявшим изучение этих соединений, и большинство которых наперед предусматривается из того, что синеродистые соединения суть вещества, могущие происходить чрез потерю воды из аммиачных солей и воды. Так, например, способность давать полимеры и сложные соли должна быть понимаема как склонность присоединять иные частицы, взамен тех частиц воды, которые отделились при образовании синеродистых соединений.

Подобные этим свойства — конечно, с некоторыми своеобразными уклонениями — должны встречаться в нитрилах азотной кислоты или в соединениях, открытых Курциусом, если они суть нитрилы, как можно думать, судя по всему вышеизложенному.

Для примера укажу на то, что аммиачная соль азотистоводородной кислоты N^3NH^4, как явно несимметрическое тело, отчасти подобное циановоаммиачной соли $CNONH^4$, подобно этой последней, легко переходящей в мочевину $(NH^2)CO(NH^2)$, вероятно в некоторых условиях (например, при нагревании раствора) будет переходить в симметрический амид NNH^2NH^2N, отвечающий ортотрехметаллической соли

$$NO(ONH^4)(ONH^4)(ONH^4),$$

могущей дать амидонитрил

$$N(NH^2)(NH^2)N.$$

Столь же желательно испытание двойных солей азотистоводородной кислоты, тем более что общий характер (например, нерастворимость серебряной соли) солей этой кислоты напоминает свойства синеродистых металлов. Если представим, например, что образуется двойная соль железа и калия, то она, вероятно, даст ряд характеристически окрашенных солей, подобных железистосинеродистым, и в то же время ряд тел, отвечающих берлинской лазури $Fe^{m}N^{3m}$, долженствующих, если они произойдут, обладать примечательною взрывчатою способностью в сухом состоянии.

Что же касается до способности к полимеризации азотистоводородной кислоты и ее производных, то можно считать, что она уже выразилась в аналогических соединениях фосфора в явной степени. Это находится, вероятно, в связи с тем, что фосфор, будучи аналогом азота, легче, чем он полимеризуется, как видим не только в видоизменениях обыкновенного и красного фосфора, но и в том, что частица паров фосфора, даже при очень высоких температурах, содержит P^4, а не дает P^2, тогда как азот известен до сих пор только в состоянии N^2. В самом деле, подобно тому, как хлорофосфамид обладает плотностью пара (Гладстон, Вихельгаус), указывающею на частицу утроенную $P^3N^3Cl^6$, так и фосфам, вероятно, есть полимер $(PHN^2)^n$, а не ближайший аналог азотистоводородной кислоты, хотя и составлен сходно с нею, ибо содержит PHN^2.[1]

Во всяком случае дальнейшее изучение азотистоводородной кислоты и ее производных должно внести в современный запас сведений о природе азота и его соединений столь много уяснения, что желательно, чтобы этот предмет был разработан в подробностях, и надо полагать, что он будет много содействовать дальнейшим успехам всех химических сведений.

С.-Петербург, 27 октября 1890 г.

---

[1] Рассмотрение состава и свойств фосфама в указанном здесь смысле, данное мною в «Основах химии» (с 1-го издания), послужило естественным поводом к тому предвидению NHN^2, о котором я выше упомянул.

Энциклопедический словарь Брокгауза—Ефрона, т. VI[a], 1892, стр. 863—865.

ВОЗБУЖДЕНИЕ ВЕЩЕСТВА

Всякому известно, что от искры может быть пожар, что от замыкания тока или от удара о пистон — взрыв, от малейшего количества медикаментов иногда явная польза здоровью или явный вред, даже смерть, что зараза, гнилость, брожение могут разноситься ничтожнейшими по массе микроорганизмами, словом, что в физическом мире, как в людских отношениях, существуют условия возбуждения, результат которых далеко превосходит то, чего можно ожидать по мере незначительности возбудителя, тогда как в большинстве наблюдаемого замечается хотя некоторая пропорциональная зависимость между производимым эффектом и массой или силой возбудителя. Чтобы по мере возможности уяснить хотя бы некоторые случаи таких, нередко упускаемых из виду, но очень обыкновенных явлений природы, мы разберем некоторые из них и постараемся уловить общие условия возбуждения вещества.

Вода (см. это слово) замерзает всегда при 0°, но если воду охлаждать осторожно (не приводя в движение), то температуру ее можно опустить гораздо ниже 0°, очень легко до —5° Ц, а при особых условиях даже до —10° Ц, и льда не образуется. Такая *переохлажденная* вода от прикосновения с малейшим кусочком льда или снега начинает кругом него (явно от него) давать кристаллы льда, и при этом устанавливается 0°. Здесь кусочек льда, равно как и сотрясение, действуют, возбуждая перемену состояния. А так как вода, застывая, выделяет так называемую скрытую теплоту, то чрез это становится понятным, почему при застывании переохлажденная вода нагревается, например от —5° до 0°. Застывание воды в природе идет и без особого внешнего, видимого возбуждения, само собой,[1] без пере-

[1] Можно полагать, что не все частицы тела имеют одну и ту же температуру, т. е. не все находятся в одинаковом состоянии движения

охлаждения, но в обычных условиях вода всегда находится в некотором движении, которое можно рассматривать как возбудитель. Такой же случай затвердевания от возбуждения представляют не только многие другие переохлажденные жидкости, но и пересыщенные растворы (см. это слово), например глауберовой соли. Когда в пересыщенный раствор бросить кристалл глауберовой соли, то начинается кристаллообразование — происходит явное повышение температуры. Из совокупности подобных примеров становится очевидным, что возбуждаемые процессы относятся к числу экзотермических (см. Термохимия), т. е. таких, при которых теплота выделяется. Но нельзя упустить здесь из виду, что тепло выделяется лишь от происхождения твердого вещества, а потому не может служить причиною явления, которого течение, очевидно, обусловливается прикосновением возбудителя. Есть целый ряд подобных случаев, получивших родовое название *контактных явлений* (см. это слово). На местах прикосновения с твердым телом у жидкости должно изменяться расположение частей, т. е. частиц и атомов, образующих частицы, потому что прикасающиеся частицы и атомы в одну лишь сторону будут находиться под влиянием себе подобных, а в другую сторону от влияния прикосновения к возбудителю непременно (см. Вещество) должны претерпеть в своем существе хотя малое изменение (в расположении ли или в роде и образе движения и т. п. — это сюда не относится), т. е. должно в них произойти своего рода молекулярное движение. Происшедшее местное перемещение атомов и частиц не может быть значительным, но если состояние вещества представляет случай неустойчивого равновесия, то и малейшее изменение в его системе может служить к тому, что прежнее положение частей изменяется в новое — более устойчивое. А выделяющееся тепло демонстрирует, что то новое положение, в которое приходит вещество, более устойчиво, чем начальное, потому что выделение тепла есть выражение уменьшения запаса невидимого (атомного и частичного) движения внутри тела, т. е. приближение к покою или переход его в состояние менее, чем прежде, напряженного внутреннего движения. Далее сказанного современное понимание вещества не позволяет итти в деле толкования явлений возбуждения. Оно

(см. Теплота, теория), одни выше, другие ниже, и наблюдается только средний результат. Этим, быть может, следует объяснять естественное замерзание воды без переохлаждения и многие другие подобные явления.

заставляет утверждать, что обыкновеннейший случай возбуждения вещества будет относиться к случаям экзотермических превращений, и это очевидно уже из того, что искра, зажигающая горючие вещества, и пистон, воспламеняющий порох, вызывают явления, освобождающие много тепла (см. Взрывчатые вещества, запалы). Сюда же относится и случай брожения, потому что и при нем теплота выделяется (см. Винокурение, т. VI, стр. 487). Не перечисляя множества иных подобных же явлений, первообразом которых может служить то, что известно для батавских слезок (см. т. III, стр. 168), сделаем еще лишь два замечания.

Во-первых, обратим внимание на то, что вещественное сложение всяких организмов явно показывает, что в них вещество находится в состоянии того переменчивого подвижного равновесия, которое должно гибко изменяться от множества ничтожнейших — на взгляд — влияний, а потому мы и видим, что возбудитель вещества в организмах совершается чрезвычайно часто и выражается разнообразнейшими способами.

Во-вторых, обратим внимание на то, что в действительности ни один кажущийся самопростейший случай не оказывается таковым при внимательном изучении и что единовременное сочетание процессов разного рода составляет в природе нормальный случай, наше же наблюдение относится к видимой сумме или разности влияний всякого рода, а потому, например, рядом с явлением, выделяющим тепло, может совершиться процесс, теплоту поглощающий (эндотермический), идущий на счет первого и вместе с ним, а в результате можем получить и замечать только последний, упуская из виду первый. Так, например, в процессе растворения соли в воде не только проявляется простое превращение твердого тела (соли) в жидкость (процесс, поглощающий тепло), но и соединение соли с водой (а в случаях соединения — тепло выделяется) для образования сложного соединения (см. Растворы), и мы наблюдаем лишь сумму единовременно идущих разнородных процессов. Влияя на один из них, мы изменяем и ход других, а потому все то подвижное равновесие, среди которого приходится действовать, ни под каким видом не может быть рассматриваемо как случай статической устойчивости и должно представлять арену для проявления множества случаев возбуждения вещества. Цикл изменений не замкнут, равновесий может быть хотя не бесконечное, но большое число, а потому и случаи проявления возбуждений неисчислимы. Чем более подви-

гается изучение предмета, тем чаще находят, особенно в мире организмов, случаи возбуждения вещества. Наиболее исследованным, хотя все же еще лишь первоначально, случаем возбуждения вещества должно ныне считать тот ряд химических явлений, который известен под именем контактных и рассматривается в статье «Контактные явления».

Энциклопедический словарь Брокгауза—Ефрона, т. VII, 1892 г., стр. 478—479.

ВЫВЕТРИВАНИЕ

Выветривание (химико-техническое [понятие]), или эффлоресценция (efflorescence, Verwitterung, Auswitterung). — Такое наименование придается вообще образованию налета или порошковатой массы на поверхности твердых тел. В научной же химии выветриванием называют исключительно потерю воды кристаллизованными кристаллогидратами (см. это слово), происходящую при обыкновенной температуре. Типическим примером таких выветривающихся солей служит обыкновенная (десятиводная) кристаллическая сода, легко образующая большие стекловидно-прозрачные кристаллы, которые, оставаясь на воздухе, теряют с поверхности часть воды и становятся от этого непрозрачными, хотя сохраняют внешнюю форму кристаллов и внутри прозрачную массу первоначального вещества. Потеря воды идет с поверхности и на ней начинается правильно, по определенным кристаллическим направлениям, так что все однозначащие кристаллические поверхности и их части, например грани, выветриваются единовременно. Вода выделяется из кристаллогидратов в состоянии паров и распространяется в атмосфере, а потому явление выветривания кристаллогидратов обусловливается диссоционной упругостью паров (см. Диссоциация) и встречается у таких только кристаллогидратов, которые легко диссоциируют, т. е. представляют при обыкновенной температуре значительную диссоционную упругость пара. Поэтому лишь немногие кристаллогидраты выветриваются при обыкновенной температуре. Но при возвышенной температуре и в сухой атмосфере всякие кристаллогидраты теряют воду, т. е. подвергаются такому же процессу, как выветривание.

Выветриванием называют также образование солеобразных кристалликов на поверхности горных пород, например железного купороса на массах каменного угля, содержащего железный колчедан, квасцов на многих видах сланцев, селитры

на поверхности плодородных почв в теплых странах, соли на солончаках и т. п. Процессы, ведущие к такому выветриванию, весьма разнообразны, но всегда определяются присутствием воды, образованием раствора эффлоресцированного вещества, поднятием этого раствора до поверхности тела и испарением воды из поднявшегося раствора. В солончаках этим и ограничивается все явление, так как соль уже находится в готовом виде в земле солончаков и, растворяясь в дождевой воде, выступает на поверхность, где в сухое время года и выветривается. Точно так же появляется налет селитры. В других случаях выветривание происходит от единовременного действия воды и кислорода воздуха, например, при образовании налета железного купороса, происходящего чрез окисление железного колчедана. Вероятно, что в природе многие случаи образования налета мелких кристаллов происходили именно таким же путем. То же название эффлоресценции, или выветривания, придают кристаллическому налету, образующемуся при испарении раствора многих солей, когда кристаллизация распространяется на стенки сосуда, поверх того места, где был раствор. Нашатырь и другие аммиачные соли, едкий натр и т. п. очень легко дают этот род эффлоресценции. Явление совершается так: раствор, смачивающий стенки сосуда поверх уровня жидкости, испаряется легче, чем жидкость в сосуде, потому что имеет большую поверхность, от испарения он кристаллизуется, кристаллики садятся на стенку и по капиллярности втягивают новое количество раствора, с которым совершается тот же процесс, но уже в высшей части стенок, потому что сами кристаллы играют ту же роль, какую сперва играли стенки сосуда. При испарении раствора нашатыря его эффлоресценция, поднимаясь выше и выше, переходит даже за край сосуда, и нашатырь появляется на внешней поверхности сосуда. Для избежания потерь подобного рода в химических лабораториях верхние края сосудов, служащих для испарения растворов, обладающих подобным свойством, смазывают салом или вазелином. Они тогда не смачиваются, а потому чрез них описываемый вид выветривания не переходит.

Документ хранится в Музее им. Д. И. Менделеева при Ленинградском Государственном университете им. А. А. Жданова под № 1020/15 б.

Русское физико-химическое общество при императорском С.-Петербургском университете профессору доктору Августу Кекуле

Глубокоуважаемый юбиляр!

Члены Русского физико-химического общества шлют Вам душевный свой привет в день Вашего юбилея. Ваше торжество есть торжество всемирной науки о природе вещества и о силах, в нем действующих. Вы показали миру невидимую внутреннюю связь атомов, блестяще оправдавшуюся над изучением производных бензола, и Ваше торжество должно демонстрировать ту внутреннюю связь, которая существует между научными деятелями всего света.

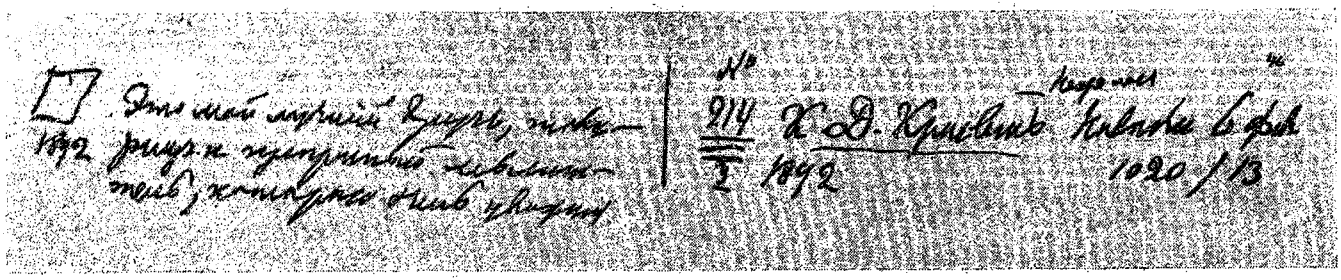
Пользуясь ежечасно плодами Ваших научных трудов, русские химики радуются случаю выразить глубокое уважение к Вашему гению и пожелать Вам долгой жизни для блага всемирной науки, в которой Ваше имя уже бессмертно.

20 февраля 1890 г.

Помета:

«Писано мною».

Д. М.



Это мой лучший друг, товарищ и прекрасный мыслитель, которого очень уважал.
1892

№ 214 К. Д. Краевич. Некролог. Новости, 6 февр[аля] 1892.

1020/13

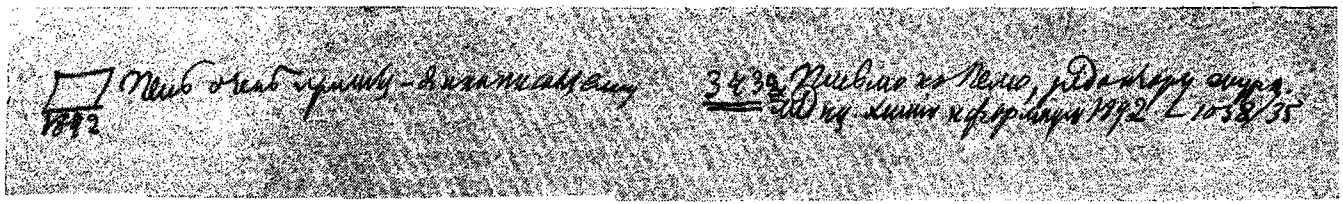
Газета «Новости», 6 февраля 1892 г.

НЕКРОЛОГ

1

К. Д. Краевич

3 февраля, в $8^1/_2$ часов вечера, в Ялте скончался Константин Дмитриевич Краевич после тяжелой болезни, мучившей его последние два года. У него, как у выдающегося педагога, глубоко приверженного своему делу, как у научного деятеля, всегда остававшегося свободным искателем истины, как у верного, скромного и твердого русского деятеля и как у преданного друга правды, остается так много почитателей, что вечная память о нем переживет жизнь его товарищей по воспитанию и жизненной деятельности и собратов по науке.



1892 Пель очень просил, я и написал ему.

343 Письмо к Пелю, редактору журн[ала] медиц[инской] химии и фармации. 1892. 1038/35

Журнал медицинской химии и фармации, I, 1892, ноябрь.

ПИСЬМО К РЕДАКТОРУ-ИЗДАТЕЛЮ, ПРОФ. А. В. ПЕЛЮ

Милостивый государь и многоуважаемый собрат
Александр Васильевич!

Вам угодно знать мое мнение о своевременности задуманного Вами самостоятельного русского журнала медицинской химии и фармации. Ответ мой короток и ясен: с богом начинайте, пора! Пора уже потому, что масса русских медико-химических исследований почти пропадает; они разбросаны или в отдельных диссертациях, или в чисто медицинских изданиях, или в иностранных журналах, а между тем несомненно, что медицинская химия и фармация, составляющие одни из основ всего врачебного дела, приобрели в России много адептов и таких сил, которые, скопленные воедино, показывают, что у нас исследования этого рода идут по путям, во многом своеобразным и обещающим тем скорейшие заметные результаты, чем больше самостоятельности распространится в кругу русских исследователей. Связь русского с общемировым здесь, как и во всем ином, выступит, я уверен, тем легче, чем живее проявятся те особенности русского мировоззрения, которые зависят от всего строя нашей жизни. Притом Вы предполагаете реферировать все выдающееся в области медицинской химии, являющееся в иностранной литературе, и этот прием послужит к укреплению упомянутой связи. Пример общего журнала для русских чисто химических исследований, как Вам хорошо известно, повел не только к тому, что они расширились и укрепились, но и к тому, что в среде химиков всего мира русские имена стали занимать гораздо более видное место, чем это было прежде, хотя и тогда были выдающиеся деятели нашей науки в России. Будем надеяться, что начинаемый Вами журнал станет играть ту же роль в отношении к медико-химическим русским исследованиям. Пока люди

не видят выкинутого знамени сплотившихся сил, до тех пор они не могут их принимать в расчет уже потому, что нет времени собирать отрывочные черты, и я смотрю на заявление самостоятельного русского журнала медицинской химии как на признак перехода в этой области прикладных знаний от эпохи подражательности к эпохе самостоятельности. На основании всего этого я глубоко сочувствую Вашей мысли, жду от ее осуществления не скорого, но прочного успеха и только сожалею, что, посвящая остаток своих дней приложению химии к заводско-промышленным делам, не могу и думать о том, чтобы личным участием содействовать ходу задуманного Вами журнала. Но в области чистой фармации, представляющей основные черты химической промышленности, предмет, ныне поглощающий все мое внимание, близко прикасается к задачам Вашего журнала. Если пришла пора в ответ надобностям России, особенно ясно выраженным в таможенном тарифе 1891 г., заботиться о развитии у нас — исходя из своих природных и интеллигентных сил — многих заводов и фабрик, то эта пора еще виднее в отношении к производству фармацевтических, дезинфекционных и тому подобных средств. Ваш журнал, по моему мнению, много поможет этому делу, если не упустит указывать все данные, сюда относящиеся, и те соображения научно-технического и экономического значения, которые могут содействовать устройству в России заводов и лабораторий для производства фармацевтических и гигиенических препаратов, так как пора и в этом отношении России начать освобождение от того поглощающего иностранного влияния, которое господствовало доныне по отношению к снабжению России большинством химико-фармацевтических препаратов. Стремясь, как могу, помочь устройству в России своих железных, содовых и тому подобных заводов, я не могу не желать, чтобы русское производство карболовой, салициловой кислот, вазелина и т. п., развиваясь, снабдило Россию местными продуктами, так как вижу в этом средство увеличения не только достатка в своей стране, но и предложения в целом мире, так как знаю, что спрос на подобные продукты растет, и здесь трудно лишь начало. Когда же оно сделается и первые примеры найдут подражателей, тогда, с громадными силами и средствами России, мы не долго будем ждать и широкого развития, влекущего за собой как дешевизну, так и заграничный вывоз, чему пример видим на русских нефтяных продуктах. Производства некоторых эфирных масел и сантонина уже ясно показы-

вают, что того же можно ждать и в отношении к правильно выбранным фармацевтическим средствам. Россия вывозит за границу много солодкового корня, цытварного семени и т. п. Если Ваш журнал не устанет указывать на такие химико-фармацевтические производства, которые уместно развивать в России, то он уже этим одним окажется своевременным и если лично Вам не даст пользы, то будет полезен отечеству, а чрез него и развитию мировых наук и промышленностей.

По этим причинам ответ мой Вам вполне сочувственный к Вашему благому начинанию.

Примите уверение в совершенном почтении и полном сочувствии от собрата.

4 октября 1892 г. *Д. Менделеев.*

Энциклопедический словарь Брокгауза—Ефрона, т. VI, 1892 г., стр. 243.

[А. А.] ВОСКРЕСЕНСКИЙ

Воскресенский (Александр Абрамович), или русский «дедушка химии», родился 25 ноября 1809 г. в г. Торжке, Тверской губ., а скончался 21 января 1880 г. в Петербурге, живя уже на покое после долгой и плодотворной деятельности, на 71 году жизни. Отец Александра Абрамовича был священником и скончался в 1814 г., оставив на руках матери без всяких средств, кроме маленького домика, двух сыновей и дочь — малолеток. В местное духовное училище и тверскую семинарию сирот-сыновей приняли на епархиальный счет. Холщевников, учитель духовного училища в Торжке, дядя Воскресенского, первый заметил в нем особые таланты и настоял на необходимости дальнейшего учения будущего русского ученого. В семинарии Воскресенский кончил уже первым и в числе немногих, с Н. Н. Тихомандрицким, поступил в Главный педагогический институт, давший России столь много примечательных деятелей. Здесь он также кончил курс по первому разряду (в 1836 г.) и, получив золотую медаль, был отправлен за границу, с плеядою тех известнейших и талантливейших русских профессоров (Пирогов между ними выдался более всех), которыми граф Уваров задумал заменить наплыв иностранных профессоров в русские университеты. Ученик Гесса, бывшего профессором химии в Педагогическом институте, Воскресенский изучил подробности химических методов исследования за границею у таких передовых ученых того времени, как Митчерлих, Розе и Магнус в Берлине и Либих в Гиссене. Лаборатория последнего в те годы была центром, куда шли со всех концов мира изучать новую тогда область исследования органических (углеродистых) соединений. И я сам лично слышал от Либиха (в 1860 г. в Мюнхене) отзыв о том, что среди всей массы его учеников он считал Воскресенского наиболее талантливым, кому все трудное давалось с легкостью, [кто] на сом-

нительном распутии сразу выбирал лучший путь, кого любили и верно ценили окружающие. Здесь, у Либиха в Гиссене, Воскресенский из ученика уже стал ученым, решающим научные вопросы времени, и с 1838 г. (в «Annalen d. Chemie und Pharmacie», ныне «Liebig's Annalen») начинается список статей «дедушки русских химиков». Здесь он исследовал, например, «действие серного ангидрида на маслородный газ», «состав хинной кислоты» и «элементарный состав нафталина», который до того времени был сомнителен и имел важное значение как для решения вопроса об атомном весе углерода, так и для суждения о составе углеводородов, бедных водородом, которые ныне называются далекими от предела ароматическими соединениями. В 1838 г. Воскресенский возвратился в Петербург и сразу получил место адъюнкта (при профессоре Соловьеве) химии в Петербургском университете и инспектора в Главном педагогическом институте. В следующем 1839 г. Воскресенский получил степень доктора («философии», как тогда назывались доктора естествознания), написав сочинение о хинной кислоте, где опубликовано его исследование о хиноне (современное название, — тогда его называли хиноилом) как типе громадного ряда веществ, ныне получивших большое теоретическое и техническое значение. С этого времени у Воскресенского начинается преимущественно педагогическая деятельность. Проникшись основной мыслью графа Уварова, Воскресенский заменяет Гесса после его смерти и старается, может быть даже сверх меры, удовлетворить всем требованиям, обращенным к нему как к новому русскому химику. Он читает в Университете, в Педагогическом институте, в Институте путей сообщения, в Инженерной академии, в Пажеском корпусе и в Школе гвардейских подпрапорщиков и удерживает эти места, пока не народился сонм свежих русских сил, могущих его заменить.

Плодом такой усиленной педагогической деятельности и является то множество русских химиков, которое и дало Воскресенскому прозвище «дедушки русских химиков». Чтобы указать, какую любовь к делу, какую охоту к разработке химических знаний и какую основу самобытного развития этих знаний в России внушали чтения Воскресенского, достаточно сказать, что между его учениками были Н. Н. Бекетов, Н. Н. Соколов, Н. А. Меншуткин, А. Р. Шуляченко, П. П. Алексеев и множество других лиц, укрепивших как в ученом мире всего света, так и во всех концах России и на многих практических поприщах значение русских химиков. Воскресенскому и Зинину, его сверстнику, принад-

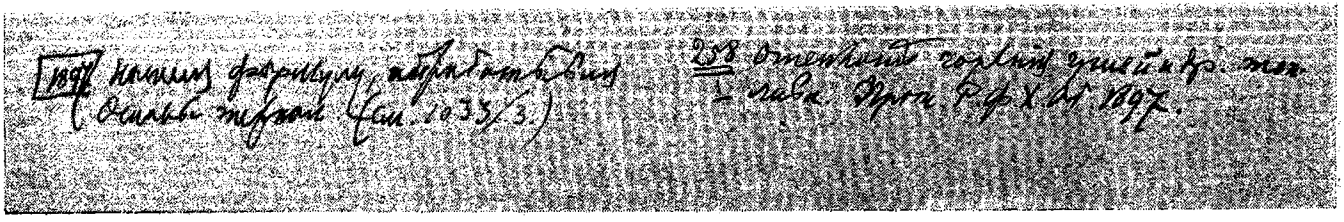
лежит честь быть зачинателями самостоятельного русского направления в химии. Принадлежа к числу учеников Воскресенского, я живо помню ту обаятельность безысскуственной простоты изложения и то постоянное наталкивание на пользу самостоятельной разработки научных данных, какими Воскресенский вербовал много свежих сил в область химии. Другие говорили часто о великих трудностях научного дела, а у Воскресенского мы в лаборатории чаще всего слышали его любимую поговорку: «не боги горшки обжигают и кирпичи делают», а потому в лабораториях, которыми заведывал Воскресенский, не боялись приложить руки к делу науки, а старались лепить и обжигать кирпичи, из которых слагается здание химических знаний. Важна и еще одна черта педагогической деятельности Воскресенского. Он, ученик Либиха, проводивший и в чтениях и в сочинениях идеи Берцелиуса и своего учителя, всегда ясно видел, что истинное знание не может ограничиваться односторонностью, и потому нас, начинающих, заставлял сопоставлять мысли и взгляды Берцелиуса и Либиха с учениями Дюма, Лорана и Жерара, тогда уже выступивших, но еще далеко не получивших господства. Мало того, Воскресенский ясно уже видел превосходство понятий французской школы и предвидел то, что должно было постичь понятия дуалистов, господствовавшие в эпоху 40-х годов. К этим понятиям он всегда относился скептически, считая истинно научным делом, по крайней мере в эпоху начала второй половины этого столетия, когда я знал ближе взгляды Воскресенского, только возможно твердое следование за фактами, добывать которые и разбирать он и учил массу своих слушателей.

Из предыдущего уже видно, что центром жизненной деятельности Воскресенского стало преподавание химии, — оно брало все его время. Однако, те научные вопросы, за которые он брался, решались им всегда настолько твердо и определенно, что его имя связано, сверх вышеуказанных открытий, еще с рядом других, из которых упомяну о двух. Воскресенский открыл и установил состав алколоида, сходного с теином или кофеином и содержавшегося в какао (шоколаде). Он назвал его теобромином. Все, что он написал о нем в «Записках» СПб. Академии, — оправдано последующими исследованиями. Добыв образцы, тогда мало кому известных, русских, особенно донецких, каменных углей, Воскресенский с полною точностью установил их состав и тем показал, что для всяких требований техники найдутся в России свои собственные каменные угли, ни в чем иностранным не

уступающие, а кое в чем и превосходящие лучшие сорта иностранных углей. Упомяну еще о том, что, участвуя в обсуждении вопросов о материалах для окончания постройки Исаакиевского собора и для починки трещины, образовавшейся на Александровской колонне, Воскресенский много содействовал своими знаниями удачному исходу этих работ. Так, например, трещина на Александровской колонне остановлена и закрыта с полнейшим успехом благодаря указанию Воскресенским того состава, который должно было придать закрывающей массе.

С 1863 г. Воскресенский был избран советом С.-Петербургского университета ректором, в 1866 г. избрание это было возобновлено; ректорство Воскресенского отличалось тем, что он много заботился о приведении в полный порядок как научного состава профессоров, так и самой внешности Университета. Время ректорства Воскресенского относится к той эпохе С.-Петербургского университета, когда в нем скопилось наиболее русских сил между профессорами и когда число студентов стало весьма быстро возрастать. В 1867 г. Воскресенский получил назначение на место попечителя Харьковского учебного округа, но недолго оставался на этом месте, которое считал не по себе, особенно вследствие тех симпатий к реализму, которыми проникнута была вся его жизненная деятельность. Возвратившись в Петербург, Воскресенский уже избегал официальных мест и много времени посвятил на устройство в своем имении («Можайцево» Новоторжского уезда) двухклассной крестьянской школы. Там, на реке Тверце, на погосте Спаса на Низу, и завещал похоронить себя Воскресенский. Химики Русского физико-химического общества собрали капитал общего имени Зинина и Воскресенского, на проценты которого Общество будет выдавать премии имени основателей самостоятельного развития химических знаний в России.

1892 г.



1897 Нашел формулу, обрабатывая «Основы технол[огии]». (См. 1033/3)

258 О теплоте горения углей и др[угого] топлива. Прот[околы] Р[усского] ф[изико]-х[имического] об[щества]. 1897.

Журнал Русского физико-химического общества, 1897, т. XXIX, вып. 2, часть химич., отд. I, стр. 144.

ВЫПИСКА

из протокола заседания отделения химии Русского физико-химического общества

6 февраля 1897 г.

Д. И. Менделеев сообщил по отношению к формуле Дюлонга ($Q = 81c + 345\left(h - \frac{o}{8}\right)$, где c, h и o суть процентные количества углерода, водорода и кислорода), выражающей зависимости теплоты горения твердых и жидких видов топлива от их состава, что, приняв общее выражение

$$Q = Ac + Bh - Co,$$

коэффициент $A = 81$ должно сохранить, потому что он отвечает чистому углю, и все существующие данные (от 8140 до 8060) показывают, что для одного процента углерода надо взять 81 (в пределе точности определений, до 1—2%). Но при водороде нельзя сохранить коэффициент $B = 345$, потому что он взят от данных для горения газообразного водорода, а в обычном твердом и жидком топливе уже утрачена упругость газа, поэтому водород надо принять как бы сжиженным, а следовательно, B должно быть, судя по существующим сведениям, не более 300[1] (предполагая происходящую воду в жидком виде, как это всегда делается). Для того чтобы определить истинные, пригодные для практики, значения коэффициентов B и C, Менделеев взял несомненное (до 1%) число ($Q = 4190$) для чистой клетчатки, среднее из 79 лучших, возможно полных определений для жирных каменных углей (Малера, Алексеева, Дамского и Дьяконова, Миклашевского, Томсона, Швангёфера и Бунге) и среднее для нефтяного топлива и нашел равенство

[1] Такой же коэффициент для водорода принял Малер, считая $C = 30$.

$$Q = 81\,c + 300\,h - 26\,(o - s),$$[1]

с точностью до 1—2% выражающее теплоту горения: чистого угля, кокса, каменных углей, лигнитов, дерева, клетчатки и нефтяного топлива, конечно, лишь для лучших из известных определений, особенно же для тех, которые произведены при сожигании в бомбе,[2] где погрешность также едва ли менее 1—2%. Формула эта, будучи по существу приблизительным эмпирическим выражением действительности, в то же время ответила ожидаемому значению коэффициента B (при водороде).[3]

---

[1] Процент серы s не всегда определялся и при нем коэффициент +26 определен лишь приближенно.

[2] Если происходящую при горении воду, как это и бывает в действительности, представить в виде пара, то, очевидно, от Q должно отнять 600 Aq, где Aq означает вес воды, происходящей при сожигании 1 части топлива.

[3] Те случаи, когда при одном составе получили для каменных углей разные Q, объясняются погрешностями опытов; подозревать изомерию нет никаких оснований. Немало сомнений поныне зависит от неполноты данных о содержании горючей серы.

«Новое Время», 1 мая 1898 г.

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

1

М. Г. Спешу поделиться с любителями научных успехов известием, только что полученным по телеграфу от профессора Дьюара (Dewar) из Лондона. Он пишет мне: «Liquefied hydrogen and helium. Dewar.».

Т. е.: удалось превратить в жидкость водород и гелий, которые или плохо, или вовсе не поддавались давним усилиям превращения их в жидкое состояние.

30 апреля.

Новое Время», 26 января, 1898 г.

ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ

М. Г.! Сейчас узнал из вашей газеты о кончине Петра Капитоновича Ушкова и не могу выразить, каким прискорбием поразило меня это известие. Еще не очень давно я видел этого скромного передового и симпатичного деятеля русской химической промышленности полным сил и новых планов, твердого в тех мыслях, с которыми лет тридцать назад мне пришлось познакомиться в одну из первых его поездок в Петербург. Тогда скончался его отец, и он принял наследство неоплатных долгов и начатых сложных дел, решившись покрыть первые целиком, упростить последние и из начатков сделать готовое, большое русское дело. Трудов, забот, разумной смелости, честной прямоты и твердости запас у П. К. был так велик, что все трудности сломились. Расшаталось здоровье, но для России получилось небывалое: где-то там, на Каме, в Елабуге. Мне пришлось лет пять тому назад видеть на месте эти заводы П. К. Ушкова, и я, знавший немало западноевропейских химических заводов, с гордостью увидел, что может созданное русским деятелем не только не уступать, но во многом превосходить иноземное. Сода, препараты глинозема и хрома, белильная известь и серная кислота так делаются на заводах П. К. Ушкова, что будь это на Западе, о том писались бы томы. А только местные жители, пользующиеся громадными новыми заработками, школами, больницами и т. п., разводят руками и дивятся, откуда что берется и куда что уходит. Мир праху такого деятеля! Такими-то и сильна новая Россия, хотя имена их мало кто знает.

Э. Мейер. История химических и древнейших времен до настоящих дней. СПб., 1899 г.

К ПЕРЕВОДУ «ИСТОРИИ ХИМИИ» Э. МЕЙЕРА

Между всеми известными мне сочинениями по истории химии, сочинение профессора Э. Мейера выдается объективностью и, при сравнительной краткости, наибольшею полнотою, а потому перевод этого сочинения, выполненный М. А. Розенталем, считаю чрезвычайно полезным для пополнения русской химической литературы и достойным полного внимания всех изучающих химию и желающих уловить связь современных химических представлений с постепенным изменением воззрений на природу вещества и на его превращения. Знакомство с историею современной химии неизбежно необходимо не только для специалистов по этому предмету, но и для всех тех, кому желательно уразуметь эволюцию мысли естествоиспытателей нашего времени в отношении ко всему природному, т. е. к механическому, физическому и биологическому мировоззрению. Исходя из общих философских или абстрактных представлений древности, химия сперва была только особою главою из физики. Но, постепенно обогащаясь своеобразными наблюдениями, она мало-помалу обособилась, нашла свои устои и, оставаясь связанною со всем теоретическим и прикладным естествознанием, выработала и продолжает развивать свой особый кругозор, который идет в параллель с чисто механическим и обещает его восполнить, хотя и доныне еще многие желают его подчинить чисто механическим представлениям. Но если науки об организмах неизбежно приводят к пониманию индивидуальных особенностей, а науки физико-механического содержания стараются устранить совершенно это понятие об индивидуализме, то химия уже своим учением о самостоятельности химических элементов, очевидно, занимает срединное положение, оправдывающее тот интерес, который она представляет для философской мысли. А так как в своем развитии химия захватила и ряд прикладных областей,

совершенно овладев некоторыми из них, то ее изучение стало неизбежным в наше время, и история нашей науки, в ее теоретической, опытной и прикладной частях, дает объяснение многому — иначе непонятному. Мейер сумел в своей «Истории химии» охватить развитие всех существенных сторон этой уже обширной отрасли наук, и так как ничего подобного в нашей литературе не существует, то перевод сочинения Э. Мейера я считаю явлением чрезвычайно полезным для начинающих русских химиков.

25 августа. 1899 г.

Россия, 31 марта (13 апреля) 1906 г., № 335.

НОВЫЙ ГАЗ

(Письмо в редакцию)

М. Г., г. редактор!

Профессор Л. П. Лидов (в Харькове, Технологический институт) известил меня сегодня письмом и телеграммой, что при сожигании углеродистых веществ, например светильного газа, оксиметилена и др., он получил негорючий, очевидно углеродистый и недеятельный газ в довольно значительных пропорциях и высылает мне (запаянным в стеклянную трубку) этот газ, имеющий характер аргона и близкий к нему удельный вес. Так как получение такого газа указано профессором Лидовым и замеченные им свойства чрезвычайно интересны не только для теории, но и для практики, то повторение опыта тотчас начато в нашей лаборатории. Состава газа профессор Лидов не указывает и желает, чтобы был исследован его спектр, что и будет сделано, когда получим газ.

Не будет ли это недокись углерода, т. е. ацетилен, в котором водород замещен кислородом?

Сообщу все, что узнаю.

Россия, 27 апреля 1900 г., № 360.

О ГАЗЕ, ПОЛУЧЕННОМ ПРОФЕССОРОМ А. П. ЛИДОВЫМ[1]

Повторив (со светильным газом) опыт профессора Лидова, т. е., не вполне сожигая окисью меди (при возможно низкой температуре) светильный газ, мои помощники, гг. А. Н. Доброхотов и А. М. Кремлев, получили недогоревший газ в таких же пропорциях, в каких его получал и профессор Лидов. Но в этом недогоревшем газе, во всех случаях, после удаления углекислоты замечалась горючесть и плотность гораздо меньшая, чем та, близкая к аргону, о которой говорил в своих первых сообщениях профессор Лидов. Думая, что эта разность плотностей зависит от того, что мы не воспроизвели всех тех условий, при которых работал профессор Лидов, я ждал присылки от него образца полученного им газа. Он был получен мною в запаянной трубке, и с надлежащими предосторожностями его испытывали затем: на горючесть и плотность — А. Н. Доброхотов, а на спектр в гейслеровой трубке — профессор Н. Г. Егоров и И. А. Лебедев. Газ оказался горючим, а по плотности гораздо легче воздуха (аргон гораздо тяжелее воздуха). Спектр же его совпадает со спектром светильного газа, обнаруживая ясно полосы окиси углерода и линии водорода и ртути,[2] но без всяких следов линий аргона.

Таким образом, между газом, полученным профессором А. П. Лидовым, и аргоном профессора Рамзая, по данным, мне известным, нет никакого соответствия. Меня могло занимать только это выставлявшееся соответствие, а потому, при всем интересе к работе профессора А. П. Лидова, дальнейших сведений должно уже ждать от самого автора, тем более, что мне необходимо тотчас отправиться в Париж и я не могу продолжать исследования.

---

[1] См. № 335 «России», от 31 марта с. г.

[2] Пары ртути попали в гейслерову трубку при разрежении ее ртутным насосом.

Энциклопедический словарь Брокгауза—Ефрона, т. X[a], 1904 г., стр. 632–636.

ЭЛЕМЕНТЫ (ХИМИЧЕСКИЕ)

Громадное разнообразие явлений и веществ природы, при ее изучении, мысль человеческая всегда стремилась упростить при помощи допущения если не полного единства основных элементов (Демокрит, Эпикур), то, по крайней мере, при помощи небольшого числа элементов, образующих все разнообразие веществ. В древности нередко доходили даже до того, что ради подобного стремления перемешивали в одно целое явления с веществами: так, между пресловутыми элементами древности, представляющими вещества, содержащие такие элементы, каковы земля, вода и воздух, т. е. тела твердые, жидкие и газообразные вещества; считали элементом и огонь, который, по существу, можно было бы относить к воздуху и который скорей должно признавать явлением, совершающимся с воздухообразным веществом. Первая древняя концепция о четырех элементах представляется весьма несовершенною уже по одному тому, что вода может переходить, с одной стороны, в твердый лед, составляющий в полярных странах прямо землю или почву, а с другой стороны, легко переходит в невидимый упругий пар, т. е. становится подобною воздуху, и этот переход может быть обратным, что нарушает самое существо представлений о коренном различии четырех указанных элементов природы. Известно, что алхимики и последователи учения о флогистоне постепенно, с одной стороны, увеличивали число признаваемых элементов природы, а с другой стороны, стремились уменьшить это число, как видно из попыток признать за философским камнем свойство превращать всякие вещества друг в друга. Когда Лавуазье в последней половине XVIII столетия показал закон вечности вещества, он вместе с тем должен был признать и существование многих элементов, друг в друга не превращающихся, но могущих между собою сочетаться в разных пропорциях для

образования множества видимых веществ. Такие сравнительно немногие элементы, друг в друга не превращающиеся, он назвал простыми телами, представителями которых служили, с одной стороны, общеизвестные металлы, а с другой — такие им признанные за простые тела газы, как кислород, водород и азот. Хотя во времена Лавуазье понятие о химических элементах и простых телах в некотором смысле отождествлялось, но явное усовершествование всей концепции резко выразилось в строгом различении веществ от явлений, им свойственных, с ними совершающихся и им принадлежащих: огонь уже нельзя было ставить в одну категорию с водою и воздухом, и для понимания явлений стало неизбежным признавать виды движений, определяющих сущность явлений. Такое мировоззрение, строго различающее вещества от явлений, проводится и во всем современном естествознании, хотя при динамическом представлении о природе вещества можно было бы допустить смешение явлений и веществ в одну категорию основных понятий природы. Общеизвестно, что даже до наших дней с некоторыми видоизменениями проникли подобные динамические представления в современную науку, например, в пресловутом учении об энергетике, определяющей всю видимую природу, а еще резче в спиритических представлениях. Однако твердость господствующего представления о глубоком различии веществ и явлений вытекает из такой совокупности современных сведений, что она не может нисколько поколебаться возвратом небольшой доли ученых к древнему динамизму, стремившемуся и вещество представить как известную форму явлений, а потому поныне должно признавать вещества (массы) и явления (движения) совершенно отдельными, самостоятельными категориями, как пространство и время, до понимания сущности которых мысль наша еще не может достигать, но без признания которых не может обходиться.

Мы еще далеко не понимаем причины тяготения, а при помощи его понимается множество явлений; еще и поныне совершенно не ясно, действует ли тяготение при помощи промежуточной среды, или само по себе составляет основную силу, влияющую на расстояниях. Успехи в понимании природы зависят, таким образом, вовсе не от сведения к окончательному пониманию «начала всех начал», а от сведения великого разнообразия ощущаемых веществ и явлений к небольшому количеству признанных, хотя бы друг с другом ничем не связанных основных понятий, к каким и должно причислить признаваемые элементы. Вещество признается

при этом проще всего результатом сочетаний вещественных же элементов, а явления — как результат движений, свойственных этим элементам или их совокупности. Под этим углом зрения создалось представление не только о различии явлений от веществ, но и различении простых тел от элементов, так как понятие о простом теле отвечает представлению о невозможности превращения некоторых тел в какие-либо другие, понятие же об элементе определяется требованием уменьшения числа веществ, объясняющих все их разнообразие. В статьях «Периодическая законность» и «Вещество» не только рассмотрено понятие об атомах, но и в достаточной мере освещено различие между понятиями о простых телах в химическом смысле и элементах, а потому, не возвращаясь к этим предметам, ограничимся рассмотрением элементов, признаваемых современною химиею.

С исторической точки зрения небесполезно отличить при этом от общеизвестных и совершенно несомненных химических элементов так называемые «редкие» элементы, представителями которых должно считать, сверх церия, лантана, иттрия и тория, обладающих несомненною самостоятельностью, еще и ряд таких элементов, как дециний, европий, иттербий и т. п., самобытность которых еще нельзя считать вполне установленной, а потому лучше об них в настоящее время умолчать, заметив при этом, что название редких элементов, укоренившееся за названными элементами, еще в большей мере можно было бы приписывать таким элементам, как аргон, гелий, радий и т. п. из числа вновь открытых простых тел, так как эти последние, сравнительно с вышеуказанными, представляют действительно редкости природы, т. е. встречаются в чрезвычайно малых количествах. Как действительно редки аргон, радий, цезий и т. п., так и те церитовые и гадолинитовые элементы, которые обыкновенно носят название «редких», открыты и признаны самостоятельными гораздо позднее обычных металлических и неметаллических элементов уже по той причине, что или материалы, служащие для извлечения, встречаются лишь в немногих местностях, или отделение и очищение — по малости содержания — представляет большие трудности для установления самобытных свойств, отличающих каждый элемент от всех других. Не входя во все исторические подробности, сюда относящиеся, мы должны, однако, коснуться редких элементов по трем причинам: во-первых, потому, что об этих элементах или не говорено, или говорено мало в предшествующих томах Энциклопедического словаря; во-вторых,

потому, что они значительно дополняют общие сведения о периодической законности элементов, и, в-третьих, еще потому, что сведения, до них относящиеся, могут, по нашему мнению, содействовать выяснению отношений между веществами и явлениями природы, так как для понимания множества явлений природы необходимо прибегнуть к представлению о так называемом мировом или световом эфире, который должно считать, во всяком случае, веществом весомым, а потому долженствующим занять свое место в системе элементов и в некотором отношении напоминающим свойства гелия, аргона и тому подобных элементов. Понятие о световом или всемирном эфире предложено первоначально исключительно для объяснения световых явлений, которые, как известно, понимаются с большею простотой как результаты колебаний светового эфира. Впоследствии, однако, тем же эфиром, распространенным во всем пространстве вселенной, стали объяснять не только электрические явления, но и самое тяготение; на основании этого световому эфиру должно приписать великое значение в природе, а так как его нельзя не признать веществом весомым, то к нему должны относиться все те понятия, которые прилагаются вообще к веществу, и в том числе к его химическим отношениям. А так как вещество это в то же время должно признать не только распространенным всюду в небесном пространстве (для понимания прохождения света от звезд), но и проникающим все другие вещества, и в то же время веществу эфира должно приписать отсутствие способности к химическому реагированию и вообще к какому-нибудь чисто химическому сгущению, то упомянутые выше гелий и аргон, именно и характеризующиеся таким же свойством, т. е. отсутствием реагирования с другими веществами, представляют в этом последнем отношении некоторое подобие эфира.[1] Радий же в своих соединениях обладает способностью

[1] Об этом подобии между аргоном, гелием и веществом мирового эфира я особо писал в статье под названием «Попытка химического понимания мирового эфира» в журнале «Вестник и библиотека самообразования», в первых 4 номерах 1903 г. Статья эта переведена на немецкий язык в журнале «Prometeus», 1903 г., г-ном Tschulok и на английский язык г-ном Каменским под названием «A chemical conception of the ether» (Longmans, Green and Co. London, 1904). Считаю не излишним заметить, что немецкий перевод полон, а в английском переводе издателями упущены вступительные общефилософские понятия об основном различии веществ (массы), сил (энергии) и духа. Такое упущение лишает всю статью того реального значения, которое я хотел ей придать, стараясь ввести эфир в систему элементов.

испускать едва видимый свет, действующий, однако, вполне явственно на фотографические пластинки, и в то же время способен содействовать разряду электричества и даже заражает этой способностью все вещества, с ним соприкасающиеся, на основании чего он и был открыт супругами Кюри в той урановой смоляной руде, для которой г-ном Беккерелем и была открыта, так называемая, радиоактивность, зависящая, несомненно, от присутствия в этой руде радия. Не входя в подробности, сюда относящиеся,[1] замечу только, что весовое количество радия в упомянутой урановой руде до того ничтожно мало (миллиграммы на целую тонну руды), что этот элемент, в самостоятельности которого ныне едва ли можно сомневаться, представляет действительно величайшую редкость в природе, а затем укажу на то, что, несмотря на это ничтожное содержание радия, г-же Кюри удалось получить соединение, определить его сходство с барием и найти атомный вес близким к 224, что и позволяет дополнить этим элементом периодическую систему элементов (стр. 642), помещая радий во II группу в 12 ряд, где находятся торий и уран,[2] руды которых и отличаются радиоактивностью. Что касается до аргона и сходных с ним гелия, неона, криптона и ксенона,[3] то эти простые газы, открытые преимущественно Рамзаем, выдаются из всех известных элементов тою исключительною способностью, что до сих пор, несмотря на разнообразнейшие попытки, не удалось ввести их в какие-либо соединения с другими элементами или между собою, что выделяет их из ряда всех прочих известных элементов

[1] Некоторые подробности, относящиеся до радиоактивных веществ и до самого радия, желающие могут найти в седьмом издании (1903) моего сочинения «Основы химии», стр. 675. После того времени, когда публиковано упомянутое издание, явилось еще несколько новейших исследований о радии, но они лишь в немногом дополнили прежде бывшие известными. Если что можно считать новым, то это относится к выделению гелия (Рамзай) и к спектру того же элемента (Гюйгенс) в свете, испускаемом радием, но в этом нельзя, по моему мнению, видеть чего-либо столь важного, как то полагают некоторые лица, мало ознакомленные с предметом, так как гелий можно представить поглощенным (окклюзированным) соединением радия, и ничто не дает повода думать о превращении радия в гелий.

[2] Некоторые позднейшие исследования дают повод думать, что атомный вес радия несколько более найденного г-жой Кюри, но достоверность такого заключения мне кажется еще сомнительною для перемены прежнего заключения, сделанного г-жой Кюри.

[3] Сведения о свойствах и получении этих газообразных элементов из воздуха и других источников изложены в седьмом издании Основ химии», стр. 183, и я считаю неуместным останавливаться здесь над подробностями, к ним относящимися.

и заставляет дополнить периодическую систему особою, *нулевою* группою, предшествующей I, представителями которой должно считать водород, литий, натрий и т. д. Такое помещение названных элементов в новую группу вполне соответствует тому атомному весу, который находится для этих газов на основании их плотности, признавая в частицах этих газов содержание 1 атома; так, гелий должно поместить перед литием, аргон перед калием, как видно из таблицы, где помещен и радий. В нижеследующей таблице, в нулевой группе, выше гелия, помещены неизвестные элементы *y* и *x* по двух причинам: во-первых, потому, что в солнечной короне, выше области свечения водорода, замечен элемент, обладающий самостоятельным спектром, а потому названный коронием, и хотя он еще неизвестен (гелий также был первоначально характеризован Круксом по самостоятельности его спектра), но ему должно приписать плотность, а потому и атомный вес, меньший, чем для водорода (короний обозначен в таблице чрез *y*), а, во-вторых, потому, что нет основания думать, что система элементов ограничивается в сторону легчайших элементов водородом. Помещение элементов *y* и *x* в группе нулевой заставляет думать, что элементы, отвечающие указанным местам системы, будут в высокой мере лишены способности к химическому реагированию, что отличает, как упомянуто уже выше, и гелий, и аргон и их аналогов. Такое же свойство должно приписать и веществу мирового эфира, который, сверх того, должен обладать ничтожно малою плотностью, а потому и большей скоростью движения его частиц, чтобы иметь возможность вырываться из сферы притяжения не только земной атмосферы, но и атмосфер нашего солнца и других солнц, обладающих большею массою, чем солнечная. Исследование о двойных звездах показывает, что масса известных звезд или не превосходит солнечную или более ее до 32 раз, а потому должно допустить, приписав веществу эфира свойства газов, на основании кинетической их теории, что плотность эфира гораздо менее водорода, и чтобы эфир мог вырываться из сферы притяжения звезд, в 50 раз превосходящих по массе солнце, он должен обладать, уподобляясь аргону и гелию, атомным весом не более 0.000 000 000 053 (а плотностью по водороду — вдвое более, как доказывается в выше цитированной моей статье «О мировом эфире»). Уже одна ничтожная малость этой величины достаточна для понимания как того, что нет близкой надежды уединить вещество светового эфира, так и того, что он проницает

все вещества и только в некоторой мере сжимается или собирается около весомых веществ, более или менее физико-механически, сгущаясь в наибольшей мере при таких громадных массах, как солнечная или звездная.[1]

Предшествующие соображения, касающиеся мирового эфира, связаны выше с понятием о периодической законности элементов, главным образом по той причине, что такие неожиданные открытия, как радия и аналогов аргона, оказались в полном согласии с периодичностью химических элементов и это согласие придает некоторую реальность самому представлению о мировом эфире, который необходимо принять по целой совокупности сведений о веществах и явлениях природы; но я при этом не упущу заметить, что понятие о химических элементах теснейшим образом связано с общепринятыми учениями Галилея и Ньютона о массе и весомости вещества и с учением Лавуазье о вечности вещества, представление же об эфире вызывается исключительно изучением явлений и потребностью свести их к простейшим представлениям. В числе этих последних долгое время удерживалось представление о существовании невесомых веществ (например флогистона, световой материи, вещества положительного и отрицательного электричеств, теплорода и т. п.), но мало-помалу оно исчезало, и ныне можно с уверенностью утверждать, что световой эфир, если он реален, весом, хотя и не взвешиваем, подобно тому, как нельзя взвешивать воздух среди воздуха, или воду в воде. Изъять же из пространства эфир доныне нельзя, потому что эфир везде и все проницает по громадной легкости и быстроте движения (проницаемости своих частиц). Поэтому доныне такие понятия, как о мировом эфире, остаются абстрактными или умственной концепцией, подобною той, которая ведет и к самому учению о немногих самостоятельных химических элементах, из коих слагаются все вещества природы. Отсюда следует тот вывод, противоречащий широко распространенной ошибке, что естествознание в своих коренных основах составляет область, проникнутую идеализмом, хотя в своих исходных точках характеризуется кажущимся,

---

[1] Примечательно то обстоятельство, что все накаленные самосветящиеся небесные тела оказываются по своей массе громадными, сравнительно с более холодными землею или луною, и, быть может, это связано со всеобщим распространением эфира и с его сгущением около громадных масс солнца и звезд. Примечательно также, что атомные массы радия, как тория и урана, очень велики по отношению к другим элементам.

Ряды	Группа нулевая	Группа I	Группа II	Группа III	Группа IV
0	*x*				
1	*y*	Во. ород H=1. 08			
2	Ге.ий He=4.0	Литий Li -7 03	Бериллий Be=9.1	Бор B=11.0	Углерод C=12.0
3	Неон Ne 19.9	Натрий Na=23.05	Магний Mg=24.1	Алюминий Al=27.0	Кремний Si=28.4
4	Аргон Ar=38	Калий K=39.1	Кальций Ca=40.1	Скандий Sc=44.1	Титан Ti=48.1
5		Медь Cu=63.6	Цинк Zn=65.4	Галлий Ga=70.0	Германий Ge=72.3
6	Криптон Kr=81.8	Рубидий Rb=85.4	Стронций Sr=87.6	Иттрий Y=89.0	Циркон Zr=90.6
7		Серебро Ag=107.9	Кадмий Cd=112.4	Индий In=114.0	Олово Sn=119.0
8	Ксенон Xe=128	Цезий Cs=132.9	Барий Ba=137.4	Лантан La=139	Церий Ce=140
9		—	—	—	—
10	—	—	—	Иттербий Yb=173	—
11		Золото Au=197.2	Ртуть Hg=200.0	Таллий Tl=204.1	Свинец Pb=206.9
12	—	—	Радий Rd=224	—	Торий Th=232

Группа V	Группа VI	Группа VII	
Азот N=14.04	Кислород O=16.0	Фтор F=19.0	
Фосфор P=31.0	Сера S=32.06	Хлор Cl=35.45	Группа VIII
Ванадий V=51.4	Хром Cr=52.1	Марганец Mn=55.0	Железо Кобальт Никкель) Fe=55.9 Co=59 Ni=59 (Cu)
Мышьяк As=75	Селен Se=79	Бром Br=79.95	
Ниобий Nb=94.0	Молибден Mo=96.0	—	Рутений Родий Палладий Ru=101.7 Rh=103.0 Pd=106.5 (Ag)
Сурьма Sb=120.0	Теллур Te=127	Иод J=127	
—	—	—	— — — (—)
—	—	—	
Тантал Ta=183	Вольфрам W=184	—	Осмий Иридий Платина Os=191 Ir=193 Pt=194.9 (Au)
Висмут Bi=208	—	—	
—	Уран U=239	—	

всеобъемлющим материализмом. По этой причине, а также потому, что непонятное всегда останется, хотя многое и поймется, я полагаю, что повторяющиеся нападки на признание многих химических элементов (вместо единой материи) нельзя считать чем-либо иным, как повторением попыток отыскать «начало всех начал».

Газета «Новое время», 28 февраля 1905г.

ПАМЯТИ А. Л. ПОТЫЛИЦЫНА

25 февраля скончался, а завтра хоронят скромного, даже тихого на вид, но твердого в убеждениях сибиряка Алексея Лаврентьевича Потылицына, имя которого, как исследователя-химика и как педагога, не должно умирать в русской памяти. Ведь таких людей много не бывает. Узнал его сперва как студента Петербургского университета и как работника крепкого и вдумчивого, хотя и свободолюбивца, какими были все студенты 60-х годов. Таким он и помер. Родину, науку и правду никогда, даже в минуты юношеского увлечения, он не забывал, свободы желал не для себя, а для трех упомянутых величин, которым он и посвятил свою жизнь. Свои личные... настроения или соображения он не предпочитал указанным трем величинам. Зная Алексея Лаврентьевича с юношества и видевшись с ним едва ли больше, чем с месяц назад, я знаю, как он горячо принимал к сердцу все то, что явно относится к русским успехам... Это был действительно ученый с юности, кажется с 1872 г., когда он стал лаборантом химической лаборатории Петербургского университета. Все его статьи были полны такого химического интереса, что — я знаю из личных свидетельств, — читали их всегда первыми, когда находили в журналах, конечно, посвященных специальной химической литературе. Преимущественного внимания заслужили исследования Алексея Лаврентьевича, касавшиеся пределов химических реакций, вытеснения галоидов друг другом и влияния теплот образования на ход химических превращений. Однако большинство исследований его относится к скромным частным вопросам химического свойства, но всегда таким, над которым задумывались многие, но не знали, как приняться за решение, он же находил методы и много темных уголков ярко осветил. Недолго он был лаборантом и скоро сделался — сперва учителем в кадетском корпусе, а

потом получил кафедру в Горыгорецком земледельческом институте; скоро потом он перешел профессором химии в Варшавский университет, а оттуда его почти против воли назначили директором упомянутого Института. Там он потерял жену и часть детей и отдался весь после этого оставшейся при нем дочери, для устройства которой и переехал в Петербург, выйдя в отставку. Составленное им элементарное руководство по химии занимало его своими новыми изданиями даже здесь. А чтобы хоть одной чертой охарактеризовать его отношение к современной войне, достаточно указать хотя бы на то, что, при очень скромных личных средствах, его немалый вклад поступил одним из первых в сборы на сооружение новых военных кораблей.

Мир праху доброго, хорошего человека, отличного ученого и преданного привязчивого друга.

27 февр[аля 1905 г.].

Печатается по постановлению
Редакционно-издательского Совета
Академии Наук СССР

*

Технический редактор *Р. С. Певзнер*
Корректор *Н. П. Ракова*

*

РИСО АН СССР № 3915. Подписано к печати 19/XI 1949 г. Печ. л. $40^1/_2+3$ вклейки. Уч.-изд. л. 36,59. М-30016. Тираж 3000. Зак. № 1455.

1-я тип. Издательства Академии Наук СССР
Ленинград, В. О., 9 л., 12.

ОПЕЧАТКИ

Страница	*Строка*	*Напечатано*	*Должно быть*
8	24 сверху	$10H^2SO^4 \cdot H^2SO^4 \cdot H^2O$	$10H^2SO^4 \cdot H^2O$
14	8—7 снизу	354, 357, 449	358, 449, 635
21	3 сверху	1657	1856
83	8 снизу	$Cu^6Fe^3Cy^6$	$Cu^6Fe^2Cy^6$
115	6 сверху	Lutraria	Lutaria
183	1 снизу	$= \frac{0.5}{0.2775} 50$	$y = \frac{0.5}{0.2775} 50$
192	11 сверху	другое	другие
276	8 снизу	должен	должны
368	1 сверху	общих	обоих
383	1 »	f4	14
527	3 »	который	которой
546	19 снизу	последней я цели	последней цели
581	21 »	вместо p^1 и q	вместо p^1 и q^1
624	9 »	алколоида	алкалоида