

ПЕТИССОНЪ МЮРЪ.

ХИМІЯ ОГНЯ.

СЪ 17 РИСУНКАМИ.

Переводъ съ англійскаго подъ редакціей

проф. В. Θ. Тимоѳеева.



МОСКВА.

Изданіе М. и С. Сабашниковыхъ.

1899.

ПЕТИССОНЪ МЮРЪ.

ХИМИЯ ОГНЯ.

СЪ 17 РИСУНКАМИ.

Переводъ съ англійскаго подъ редакціей

проф. В. Ѳ. Тимоѳеева.

3846



МОСКВА.

Изданіе М. и С. Сабашниковыхъ.

1899.

Печатать и выпустить въ свѣтъ разрѣшается. 20-го Іюля 1898 года.
За Ректора *А. Брю.*

Харьковъ. Типографія Адольфа Дарре, Московская, 19.

БИБЛИОТЕКИ
ПОК. ПРОФ. А. Н. ВОЛНОВА

(сочм. 19⁴/₀ 03).

Предисловіе.

Цѣль этой книги—изложить наиболѣ простымъ способомъ основные элементарные законы химіи, при помощи изученія какихъ либо обыкновенныхъ явленій, какъ на примѣръ горѣніе свѣчи. Путь, котораго я предполагаю держаться, будетъ слѣдующій: я начну съ наиболѣ характерныхъ чертъ явленія, которое предполагаю изучить, устанавливаю затѣмъ тѣ вопросы, которые возникаютъ при поверхностномъ изученіи даннаго явленія и намѣчу способы нахожденія отвѣтовъ на эти вопросы. Полученные путемъ опытовъ отвѣты я поставлю въ связь съ другими вопросами, вытекающими изъ изученія подобныхъ же явленій и постараюсь такъ сопоставить получающіеся при этомъ результаты, чтобы получилась возможность связать ихъ вмѣстѣ (и слѣдовательно объяснить) при помощи какого либо широкаго обобщенія; такимъ образомъ постепенно и послѣдовательно я постараюсь подойти къ законамъ химіи.

Для полнаго освѣщенія научнаго метода я буду на каждомъ шагу прибѣгать не только къ опытамъ, но и къ немедленному и тщательному ихъ обсужденію.

Примѣры, избранные мною для изученія, взяты всѣ изъ обыденной жизни; я буду постоянно отмѣчать тѣсную связь, существующую между основами химіи и ежедневными явленіями, а также усиленно подчеркивать важное значеніе строго проведеннаго изслѣдованія и обсужденія обыденныхъ явленій.

Подробныя описанія и перечисленія фактическаго матеріала, которыхъ можно было бы ожидать отъ такого элементарнаго руководства по химіи, будутъ мною опущены.

При составленіи этой книги я во многомъ былъ обязанъ въ высокой степени интересной статьѣ доктора Армстронга, состав-

ляющей приложеніе къ отчету Комитета, избраннаго Британской Ассоціаціей Наукъ по вопросу о преподаваніи элементарной химіи.

Не могу не выразить здѣсь благодарности многимъ моимъ друзьямъ за помощь ихъ при корректированіи этой книги: въ особенности я долженъ поблагодарить Мистера Э. Эдвардса изъ Ньюкестля на Тайнѣ, который доказалъ свое сочувствіе дѣлу тѣмъ, что любезно взялъ на себя чтеніе всѣхъ корректуръ и кромѣ того сообщилъ цѣлый рядъ весьма цѣнныхъ для меня указаній.

Петиссонъ Мюръ.

Кембриджъ. Іюнь 1893.

Отъ редакціи.

«Химія огня» Мюра также какъ и «Химія жизни и здоровья» Кимминса, только что появившаяся въ русскомъ переводѣ, принадлежитъ къ числу изданій, предназначенныхъ для цѣлей «University Extension».

Въ этой книгѣ авторъ ея взялъ на себя весьма важную, но и весьма трудную задачу ввести читателя въ кругъ основныхъ явленій и законовъ химіи, избѣгая при томъ обыденной догматичности, столь часто встрѣчаемой въ элементарныхъ руководствахъ по химіи. Исходя изъ той мысли, что всякое измѣненіе состава какого либо вещества въ сущности заключаетъ въ себѣ всѣ основныя начала химіи, если не болѣе, онъ беретъ явленіе горѣнія и, анализируя его, разъясняя его при помощи экспериментовъ и сравнивая съ другими явленіями, постепенно раскрываетъ передъ взорами читателя сущность химическихъ явленій и постепенно приводитъ его къ открытію главнѣйшихъ опытныхъ законовъ химіи и къ выясненію энергетическихъ процессовъ, сопровождающихъ измѣненія вещества. Желаніе автора держаться исключительно опытной почвы, а также заставить читателя - новичка медленно, но неудержимо переходить отъ опыта къ его строгому анализу и отъ анализа къ новымъ опытамъ, безъ экскурсій въ область научнаго воображенія, сказывается и въ его весьма сдержанномъ отношеніи къ атомной теоріи.

Въ текстѣ предлагаемаго русскаго перевода «Химіи огня» не было сдѣлано отступленій отъ подлинника, но редакція сочла не лишнимъ сдѣлать слѣдующія добавленія: 1) приложение III, предназначенное для облегченія выясненія связи между ком-

бинаціонными и атомными вѣсами и 2) указаніе на прибли-
зительныя цѣны необходимыхъ для опытовъ приборовъ и
веществъ. Это добавленіе сдѣлано съ цѣлью поставить чита-
теля въ извѣстность относительно приблизительной стоимости
тѣхъ элементарныхъ химическихъ опытовъ, которые онъ дол-
женъ продѣлать, если желаетъ основательно усвоить содержа-
ніе данной книги.

Харьковъ,

15 Декабря 1898 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

глава I.	Стр.
Явленія, наблюдаемыя при горѣніи свѣчи	1—27
глава II.	
Составъ веществъ, участвующихъ въ явленіи горѣніи свѣчи .	29—48
глава III.	
Элементы и соединенія	49—65
глава IV.	
Тепловыя измѣненія, сопровождающія процессъ горѣніи . . .	66—94
глава V.	
Составъ соединеній	95—116
глава VI.	
Химическія свойства элементовъ и соединеній	117—148
приложение I.	
Таблица названій, символовъ и комбинаціонныхъ вѣсовъ элементовъ	—149
приложение II.	
Списокъ приборовъ и веществъ, необходимыхъ для производства опытовъ, описанныхъ въ этой книгѣ	150—152
приложение III [отъ редакціи].	
О комбинаціонныхъ вѣсахъ	153—157
Указатель	158—160

ГЛАВА I.

Явленія, наблюдаемыя при горѣніи свѣчи.

Много вопросовъ поднимается въ умѣ человѣка, смотрящаго на пылающій огонь. Въ этой книжкѣ, я предполагаю, насколько у меня хватитъ умѣнія, разсмотрѣть и точно опредѣлить вопросы, которые огонь вызываетъ въ умѣ химика. При этомъ я постараюсь указать на путь, съ помощью котораго химикъ можетъ найти отвѣты на эти вопросы, предложить вниманію читателя нѣкоторые изъ этихъ отвѣтовъ (какъ бы частны они ни казались), которые химія даетъ на вопросы, возбуждаемые созерцаніемъ огня, и наконецъ указать съ наивозможною ясностью на связь, существующую между процессами, происходящими въ пылающемъ очагѣ, и процессами, играющими немаловажную роль въ жизни природы.

Вникните въ сущность явленій, имѣющихъ мѣсто при горѣніи угля, дерева или торфа, и вы получите въ руки одинъ изъ многихъ ключей, которыми можно отпереть двери, ведущія въ область тайнъ природы. Огонь есть весьма обыденное явленіе, но именно въ обыденныхъ вещахъ часто лежатъ данныя для разрѣшенія весьма сложныхъ и тонкихъ вопросовъ.

Характерный признакъ всякаго химическаго явленія есть измѣненіе вещества. Когда мы смотримъ на горящее дерево или уголь, мы видимъ медленное измѣненіе, измѣненіе горящаго полѣна или куска угля—въ дымъ, пламя и золу. Въ чемъ же это измѣненіе отличается отъ другихъ? Отъ таковыхъ, напримѣръ, какъ измѣненіе куска стали, на которую положили магнитъ и которая, вслѣдствіе этого, приобрѣла спо-

способность притягивать желѣзные иголки? Во что превратились при измѣненіи дерево и уголь? Не исчезло-ли совсѣмъ вещество угля и не создалось-ли какое либо новое вещество? Можно ли въ этомъ измѣненіи усмотрѣть еще что-либо, кромѣ горѣнія матеріаловъ? Процессы при горѣніи угля сходны или нѣтъ съ тѣми, которые имѣютъ мѣсто при горѣніи дерева, или газа, или масла, или свѣчи, и если они сходны, то въ чемъ же состоитъ это сходство? Какъ можемъ мы раздѣлить на части процессъ измѣненія, въ началѣ котораго мы имѣемъ уголь, а въ концѣ золу? Отчего зола въ свою очередь также не сгораетъ? Откуда происходитъ теплота огня, и не есть-ли она что-то скрытое въ углѣ, что сейчасъ же улетѣло, когда ему открыли выходъ? Если это такъ, то въ чемъ состоитъ этотъ выходъ и почему она была заключена въ углѣ и какой ключъ отворилъ ей двери? Горящее пламя даетъ намъ тепло и свѣтъ; не представляетъ-ли собою громаднаго колоссальнаго огня— великій источникъ тепла и свѣта—солнце? Чѣмъ поддерживается огонь на солнцѣ и почему теплота его не уменьшается и свѣтъ его не потухаетъ?

Такіе и многіе подобные вопросы возникаютъ въ умѣ химика, когда онъ смотритъ въ огонь. Одно размышленіе не можетъ дать отвѣтовъ на эти вопросы, надобно кое-что сдѣлать и обсудить результаты того, что мы сдѣлали. Мы начнемъ съ постановки вопросовъ; для полученія на нихъ отвѣтовъ мы прибѣгнемъ къ опытамъ и результаты ихъ подвергнемъ обсужденію, послѣ чего придется поставить новые опыты, для разъясненія новыхъ вопросовъ, которые появятся, благодаря полученнымъ нами частнымъ отвѣтамъ.

Когда горитъ свѣча, или керосинъ въ лампѣ, или кусокъ дерева, то въ каждомъ случаѣ мы видимъ исчезновеніе (уничтоженіе) вещества. Свѣча исчезаетъ, запасъ керосина въ лампѣ медленно уменьшается, отъ дерева остается только маленькая кучка золы. Но хотя намъ и кажется, что вещество свѣчи, керосина и дерева исчезло, уничтожилось, нельзя еще утверждать, что оно дѣйствительно уничтожилось. Ощущенія сами по

себѣ не могутъ считаться особенно вѣрными руководителями; довѣрять одному чувству, въ данномъ случаѣ чувству зрѣнія, не подвергая его критикѣ разсудка, привело-бы насъ къ заблужденіямъ. Если одна рука пребыла нѣкоторое время въ очень холодной водѣ, а другая въ горячей, и если затѣмъ погрузить ихъ обѣ въ воду обыкновенной комнатной температуры, то рука, бывшая раньше въ холодной водѣ, почувствуетъ теперь тепло, рука-же, бывшая въ горячей, водѣ найдетъ ту же самую воду холодной. Если мы необдуманно повѣримъ ощущеніямъ первой руки, то мы сочтемъ воду теплой, если же намъ покажутся болѣе достовѣрными ощущенія другой руки, то мы ту же самую воду назовемъ холодной. Если въ стаканъ съ чаемъ или кофеемъ вбросить кусокъ сахара, то онъ постепенно исчезнетъ, но, хотя зрѣніе и осязаніе убѣждаютъ насъ въ исчезновеніи сахара, достаточно сдѣлать глотокъ этого чая или кофе, чтобы вкусъ убѣдилъ насъ въ существованіи этого сахара.

Когда свѣча, керосинъ или дерево горятъ, то можетъ быть образуются какія либо новыя вещества, отличныя отъ тѣхъ, которыя горѣли; но, хотя свѣча горитъ ярко и опредѣленно, мы тѣмъ не менѣе не замѣчаемъ никакихъ новыхъ веществъ ни по запаху, ни по слуху, ни по осязанію, ни по вкусу.

Доказать, что при горѣніи свѣчи образуется безцвѣтный газъ или воздухъ ¹⁾.

Опытъ 1-й. Заставимъ свѣчу горѣть въ большомъ стеклянномъ сосудѣ съ широкимъ отверстіемъ (рис. 1). Для этого надѣнемъ свѣчу на конецъ проволоки, зажжемъ ее, погрузимъ въ сосудъ и оставимъ горѣть на три-четыре минуты; выйдемъ затѣмъ свѣчу и нальемъ въ сосудъ немного прозрачной известковой воды. При встряхиваніи сосуда известковая вода становится мутной и содержитъ мелкія, бѣлыя, твердыя частички. Теперь возьмемъ другой подобный же сосудъ, нальемъ въ него также известковой воды и встряхнемъ; въ этомъ случаѣ известковая вода останется совершенно прозрачною. Зажжемъ опять

1) Необходимо прочитать полное описаніе опыта прежде, чѣмъ приступать къ нему.

свѣчу, опустимъ ее во второй сосудъ, дадимъ горѣть нѣсколько минутъ, выйдемъ и встряхнемъ сосудъ: въ известковой водѣ опять появятся твердыя бѣлыя частички.

Изъ этихъ опытовъ мы можемъ вывести заключеніе, что при горѣнн свѣчи образуется что-то такое новое и что это *что то новое* — есть безцвѣтный воздухъ или газъ, не отличаемый зрѣніемъ отъ обыкновеннаго воздуха, но обладающій свойствомъ, отсутствующимъ у обыкновеннаго воздуха, вызывать, при встряхиванн съ прозрачной известковой водой, образование въ ней мелкихъ, бѣлыхъ, твердыхъ частичекъ. Поставимъ теперъ новый опытъ.

Доказать, что при горѣнн масляной лампы, куска дерева или струи свѣтильнаго газа образуется безцвѣтный газъ.

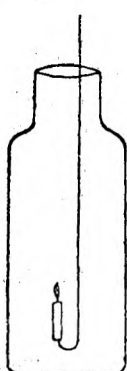


Рис. 1.

Опытъ 2-й. Опустимъ небольшую зажженную масляную лампу на 5 или 10 минутъ въ большой сосудъ съ широкимъ отверстіемъ, затѣмъ нальемъ въ него нѣсколько известковой воды и встряхнемъ; известковая вода помутнѣетъ. Повторимъ этотъ опытъ съ горящей древесной лучинкой и получимъ тотъ же самый результатъ. Повторимъ этотъ опытъ съ струей горящаго газа, выходящаго изъ стеклянной трубки съ небольшимъ отверстіемъ, результатъ тотъ-же самый.

Теперъ для насъ является весьма *въро-*
ятнымъ, что при горѣнн масляной лампы, или струи горящаго газа, или древесной лучинки образуется *тотъ же самый* безцвѣтный газъ или воздухъ, какъ и при горѣнн свѣчи. Весьма важно замѣтить, что результаты только что описанныхъ опытовъ не доказываютъ еще, что во всѣхъ случаяхъ получался одинъ и тотъ-же газъ или воздухъ; всѣ газы образовывали твердыя бѣлыя частички при встряхиванн съ известковой водой, но очень можетъ быть, что есть нѣсколько газовъ, обладающихъ однимъ этимъ общимъ свойствомъ и отличающихся въ другихъ отно-

шеніяхъ. Здѣсь достаточно будетъ сказать, что весьма тщательныя изслѣдованія показали, что всѣ свойства газа, мутящаго известковую воду и образующагося при горѣннн свѣчи, совершенно тѣже, какъ и свойства газозъ, мутящихъ известковую воду и образующихся при горѣннн масляной лампы, газоза рожка или куска дерева.

Но при всѣхъ этихъ случаяхъ горѣннн можетъ быть кромѣ безцвѣтнаго газа образуется еще что-нибудь другое.

Доказать, что при горѣннн свѣчи образуется вода.

Опытъ 3-й. Устроимъ приборъ, такъ какъ это показано на рис. 2-мъ. Трубка А имѣетъ въ длину 18—20 сантиметровъ и въ ширину 5 сант.,

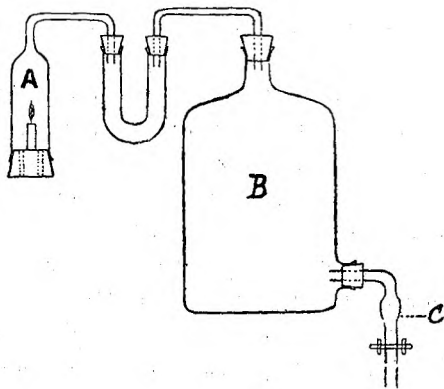


Рис. 2.



Рис. 3.

нижннй конецъ ея закрыть пробкой, въ которой проверчено нѣсколько отверстнй и на которой укрѣплена небольшая свѣчка. Вверху трубка А суживается и болѣе узкая ея часть, дважды загнута подъ прямымъ угломъ, затѣмъ проходитъ черезъ пробку, вставленную въ U-образную трубку, длиною около $7\frac{1}{2}$ сант. Другое колѣно этой U-образной трубки соединяется съ помощью стеклянной трубки съ большой стеклянкой В, на-

полненной водою; вода из этой стеклянки может вытекать через трубку С, смотря по желанію быстро или медленно. Наибольшая часть U-образной трубки погружена въ холодную воду. Зажжемъ теперь свѣчу и дадимъ водѣ вытекать изъ стеклянки съ такой скоростью, чтобы черезъ весь приборъ шелъ токъ воздуха, достаточный для поддержанія горѣнія свѣчи. Прекратимъ горѣніе черезъ 15—20 минутъ, перельемъ жидкость, собравшуюся въ U-образной трубкѣ, въ очень маленькую колбочку, закрытую пробкой съ термометромъ и стеклянной трубкой, загнутой подъ прямымъ угломъ (см. рис. 3). Будемъ осторожно нагрѣвать колбочку на пламени спиртовой лампы или Бунзеновскаго газоваго рожка до тѣхъ поръ, пока жидкость не начнетъ кипѣть и тогда отсчитаемъ термометръ. Если термометръ градуированъ по шкалѣ Реомюра, то онъ въ нашемъ опытѣ покажетъ 80 градусовъ, если же онъ градуированъ по 100 градусной шкалѣ, то при кипѣніи жидкости онъ покажетъ 100 градусовъ. Посмотримъ затѣмъ, попробуемъ и понюхаемъ эту жидкость; она обладаетъ всѣми главнѣйшими свойствами воды.

Но свойство кипѣть подъ обыкновеннымъ давленіемъ при 80° Р. или 100°Ц. присуще именно водѣ; слѣдовательно жидкость, образовавшаяся при горѣніи свѣчи въ токѣ воздуха, есть вода.

Повторимъ опытъ 3-й, но только возьмемъ вмѣсто свѣчи тонкую струю свѣтильнаго газа; мы увидимъ, что и въ данномъ случаѣ образуется вода.

Такимъ образомъ мы подтвердили наше предположеніе, что при горѣніи свѣчи, масла или свѣтильнаго газа образуется нѣчто новое, отличающееся отъ тѣхъ веществъ, которыя горѣли; сверхъ того, мы нашли, что при горѣніи свѣчи и газа непременно образуются два различныхъ вещества. Газъ, образующійся при горѣніи одного изъ упомянутыхъ тѣлъ, называется *углекислотой*; другое же вещество, появляющееся при горѣніи, есть *вода*.

Когда горитъ свѣча, масло или свѣтильный газъ, какъ не похожи на нихъ вещества, образующіяся при ихъ горѣніи! Углекислота есть газъ безъ цвѣта, запаха и вкуса, онъ не горитъ, а напротивъ тушитъ пламя и значительно тяжелѣе воздуха; свойства же воды всѣмъ извѣстны—это жидкость также безъ цвѣта, запаха и вкуса.

Приготовить и изслѣдовать газъ, получающійся при горѣнїи свѣчи.

Опытъ 4-й. Занимающійся долженъ, если это возможно, приготовить углекислый газъ, прибавляя соляную кислоту къ небольшимъ кусочкамъ мрамора, находящимся въ колбѣ, закупоренной пробкой съ трубками, какъ это показано на рис. 4; мраморъ долженъ быть сначала покрытъ небольшимъ слоемъ воды и затѣмъ уже слѣдуетъ подливать понемногу кислоту черезъ воронкообразную трубку. Получающійся при этомъ газъ собирають въ двѣ сухихъ стеклянки, какъ это показано на рисункѣ; какъ только зажженная спичка начинаетъ немедленно потухать при

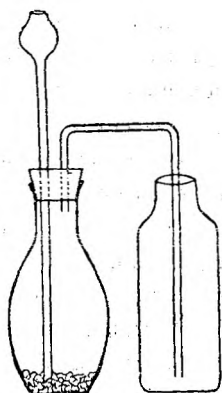


Рис. 4.

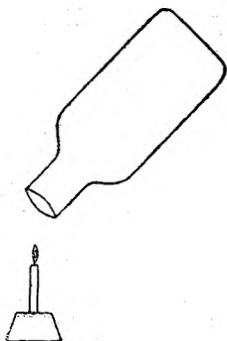


Рис 5.

опусканїи ея въ отверстіе стеклянки, послѣдняя, значить, наполнена углекислотой. Газъ этотъ должно понюхать (не набирая впрочемъ его слишкомъ много въ легкія), затѣмъ слѣдуетъ его вылить на горящую свѣчу, которая при этомъ потухаетъ (рис. 5); выливаніе это возможно, такъ какъ углекислый газъ тяжелѣе воздуха. Кромѣ того слѣдуетъ взболтать его съ небольшимъ количествомъ известковой воды. Благодаря этимъ опытамъ, занимающійся болѣе отчетливо можетъ противооставить свойства этого газа свойствамъ вещества, изъ котораго состоитъ свѣча. Само собою разумѣется, при этомъ дѣлается допущеніе, что полученный нами газъ есть углекислота.

Зададимъ теперъ себѣ вопросъ, можно-ли считать достаточно доказаннымъ образованіе двухъ веществъ воды и углекислаго газа при горѣнїи свѣчи, газа или масла? Не присут-

становало-ли при нашихъ опытахъ нѣчто, изъ чего эти вещества могли бы образоваться? Мы сожигали газъ, свѣчу или масло въ стеклянномъ сосудѣ, который въ началѣ горѣнія былъ наполненъ воздухомъ. А можетъ быть вода и углекислота получились изъ вещества сосуда или изъ воздуха, находившагося въ послѣднемъ? Остановимъ наше вниманіе на опытѣ съ горящей свѣчей; если свѣча подверглась измѣненію (какимъ путемъ, мы пока еще не знаемъ) и превратилась въ воду и углекислый газъ, и только въ эти вещества, то тогда сумма массъ обоихъ

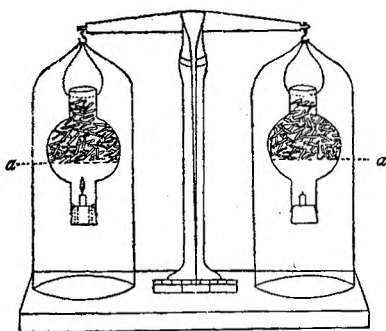


Рис. 6.

этихъ веществъ должна быть равна массѣ сгорѣвшей части свѣчи. Другими словами, определенное количество свѣчи должно при полномъ сгораніи дать такія количества воды и углекислоты, что сумма ихъ будетъ равняться количеству сгорѣвшей свѣчи.

Обыкновенный способъ измѣренія массы или количества вещества со-

стоитъ въ опредѣленіи его вѣса. Если поэтому мы взвѣсимъ свѣчу и затѣмъ зажжемъ ее въ такомъ приборѣ, въ которомъ можно будетъ уловить и взвѣсить образующуюся воду и углекислоту, то мы получимъ данныя для рѣшенія вопроса, будетъ-ли вѣсъ продуктовъ горѣнія равенъ вѣсу сгорѣвшей свѣчи. Для нашей цѣли нѣтъ необходимости опредѣлять вѣсъ свѣчи, или сожигать ее до конца, гораздо проще воспользоваться для этого приборомъ, изображеннымъ на рис. 6.

Доказать, что вещества, образующіяся при горѣнн свѣчи, вѣсятъ болѣе, чѣмъ первоначальное вещество свѣчи.

Опытъ 5-й. Берутъ большіе, по возможности точные вѣсы, а также два обыкновенныхъ ламповыхъ стекла по возможности равныя по

объему и вѣсу; каждое изъ стеколъ закрыто съ нижняго конца пробкой, на которой укрѣпленъ небольшой кусочекъ свѣчи и одна изъ этихъ пробокъ продыравлена нѣсколькими отверстиями. На небольшомъ разстояніи отъ фитиля каждой свѣчи внутри ламповаго стекла находится кусокъ тонкой металлической сѣтки, а на нее помѣщено нѣкоторое количество кусочковъ ѣдкаго натра длиной по $\frac{1}{2}$ дюйма; сверху ѣдкій натръ также прикрытъ сѣткой. *Ѣдкій натръ слѣдуетъ класть въ цилиндръ только тогда, когда приборъ вполне подготовленъ къ производству опыта; дѣлаютъ это потому, что ѣдкій натръ весьма быстро поглощаетъ разныя вещества изъ воздуха.* Оба ламповыхъ стекла подвѣшены на тонкой проволокѣ къ крючкамъ чашекъ вѣсовъ; равновѣсіе вѣсовъ устанавливается подсыпаніемъ мелкой дроби на ту чашку вѣсовъ, которая сначала оказывается болѣе легкой. Затѣмъ вынимаютъ пробку съ отверстиями, зажигаютъ прикрѣпленную къ ней свѣчу и немедленно водворяютъ пробку на прежнее мѣсто. Свѣча горитъ, благодаря тому, что воздухъ имѣетъ доступъ черезъ отверстия пробки; послѣ горѣнія въ теченіе нѣсколькихъ минутъ, конецъ коромысла, къ которому былъ прикрѣпленъ цилиндръ съ горящей свѣчей, начинаетъ опускаться. Опытъ продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока не станетъ совершенно очевиднымъ, что ламповый цилиндръ, содержавшій горѣвшую свѣчу, вѣситъ больше. Оба цилиндра находятся сначала въ одинаковыхъ условіяхъ на концахъ коромысла, разница же во время опыта состоитъ въ томъ, что одна свѣча на одномъ концѣ коромысла горитъ, а на другомъ нѣтъ.

Какимъ образомъ могло произойти увеличеніе вѣса? Ѣдкій натръ, находящійся въ ламповомъ цилиндрѣ, не пропускалъ черезъ себя ни паровъ воды, ни углекислоты, а задерживалъ ихъ, какъ сухая губка задерживаетъ воду; зная это обстоятельство, мы видимъ изъ опыта, что сумма вѣсовъ воды и углекислоты, образовавшихся при горѣніи свѣчи, больше, чѣмъ вѣсъ сгорѣвшей свѣчи. Чтобы окончательно подтвердить это положеніе, слѣдовало бы кромѣ того тщательно взвѣсить ламповое стекло до и послѣ опыта; еслибы это было сдѣлано, то мы бы нашли, что вѣсъ цилиндра остался совершенно неизмѣннымъ, а слѣдовательно и вода, и углекислота не могли произойти отъ стекла сосуда, въ которомъ горѣла свѣча. Но если вода и углекислота вѣсятъ вмѣстѣ больше, чѣмъ свѣча, и если оба эти вещества, какъ мы уже показали, образуются изъ свѣчи, то очевидно при процессѣ горѣнія что-то прибавляется къ свѣчѣ.

Что это можетъ быть и откуда оно можетъ происходить? Это все равно, какъ еслибы мы взвѣсили яблоко, приняли его съ вѣсовъ на нѣкоторое время, затѣмъ опять бы взвѣсили и нашли бы, что оно вѣситъ больше, чѣмъ прежде; если бы это случилось, то пришлось бы предположить, что незамѣтно для насъ кто-нибудь положилъ въ него кусочекъ свинца или камня или что-нибудь въ этомъ родѣ. Что же могло быть прибавлено къ горячей свѣчѣ? Единственный источникъ, откуда могло произойти это неизвѣстное добавочное вещество, очевидно—воздухъ. Въ такомъ случаѣ не принимаетъ ли воздухъ дѣятельнаго участія въ горѣніи свѣчи?

Доказать, что при горѣніи свѣчи, необходимымъ участникомъ является воздухъ.

Опытъ 6-й. Если занимающійся можетъ достать воздушный насосъ съ хорошо приспособленнымъ колоколомъ, то онъ найдетъ отвѣтъ на этотъ вопросъ, помѣстивши зажженную свѣчку подъ колоколь и выкачивая воздухъ; по мѣрѣ удаленія воздуха пламя свѣчи будетъ все слабѣе и слабѣе, пока наконецъ не потухнетъ. Если при повтореніи этого опыта въ моментъ близкій къ потуханію пламени впустить въ колоколь умѣренный токъ воздуха, то пламя начнетъ разгораться все болѣе и болѣе.

Если нѣтъ воздушнаго насоса, то можно удовольствоваться какимъ либо простымъ приборомъ, который бы гасилъ свѣчу, прекращая доступъ къ ней воздуха. Нѣсколько простыхъ опытовъ съ горящей свѣчей и такимъ гасителемъ будутъ достаточно убѣдительны для тѣхъ, кто знаетъ, что свѣчи, какъ и всякіе предметы, окружены океаномъ воздуха; эти опыты покажутъ, что свѣча не можетъ горѣть безъ воздуха; и что, если мы желаемъ изслѣдовать, откуда происходятъ продукты горѣнія, вода и углекислота, то мы должны обратить наше вниманіе не только на свѣчу, но и на воздухъ, окружающій ее во время горѣнія.

Но мы еще собственно говоря не опредѣлили роли, которую самъ по себѣ играетъ воздухъ во время горѣнія свѣчи. Мы

можемъ видѣть и трогать свѣчу и наблюдать ея уменьшеніе по мѣрѣ горѣнія, но воздуха мы не видимъ и не имѣемъ возможности непосредственно наблюдать процессъ, при которомъ горящая свѣча или воздухъ, въ которомъ она горитъ, совместно производятъ углекислоту. Намъ необходимо разрѣшить вопросъ, отличается-ли чѣмъ нибудь отъ первоначальнаго воздуха тотъ воздухъ, въ которомъ горѣла свѣча. Мы уже установили, что ѣдкій натръ поглощаетъ и задерживаетъ углекислоту,—поэтому, если оставить свѣчу горѣть нѣкоторое время въ закрытомъ сосудѣ, наполненномъ воздухомъ, и затѣмъ удалить образовавшуюся углекислоту при помощи ѣдкаго натра, то мы будемъ имѣть возможность подвергнуть изслѣдованію оставшійся воздухъ. Если въ сосудъ съ воздухомъ внести горящую свѣчу и затѣмъ закрыть чѣмъ нибудь отверстіе, то свѣча скоро потухаетъ, такъ какъ образовавшаяся углекислота тушитъ пламя. Попробуемъ же теперь сжечь въ закрытомъ сосудѣ какое-нибудь вещество, которое горитъ болѣе быстро и болѣе энергично, чѣмъ свѣча, и которое при этомъ не даетъ углекислоты. Вещество, которое пригодится намъ для нашей цѣли, находится въ такъ называемыхъ сѣрныхъ спичкахъ и есть *фосфоръ*.

Изслѣдовать горѣніе фосфора въ воздухѣ.

Опытъ 7-й. Возьмемъ небольшой кусочекъ фосфора, обсушимъ его легкимъ нажатіемъ пропускной бумаги ¹⁾. Полученный кусочекъ фосфора положимъ въ небольшую чашечку, укрѣпленную на концѣ проволоки, проходящей черезъ металлическую пластинку, зажжемъ фосфоръ и погрузимъ его въ сухой сосудъ изъ тонкаго стекла съ широкимъ отверстіемъ, при чемъ металлической пластинкой закроемъ отверстіе сосуда. Фосфоръ быстро и ярко горитъ, причемъ на стѣнкахъ и днѣ сухого сосуда

¹⁾ При опытахъ съ фосфоромъ надо быть всегда очень осторожнымъ и держать его всегда подъ водою. Если требуется отрѣзать отъ него кусокъ для опыта, то его вынимаютъ изъ воды и работаютъ на воздухѣ наивозможно меньшее время, такъ какъ фосфоръ легко загорается на воздухѣ, въ особенности, если онъ сухой.

осаждаются, напоминающие снѣгъ, бѣлые хлопья. По окончаніи горѣнія, когда сосудъ остынетъ, нальемъ въ него немного воды и встряхнемъ; твердое бѣлое вещество моментально распустится въ водѣ.

Итакъ, когда въ воздухѣ горитъ фосфоръ, то образуется твердое бѣлое вещество, легко растворяющееся въ водѣ. Поэтому, если мы сожжемъ фосфоръ въ ограниченномъ количествѣ воздуха, то можно будетъ легко удалить одинъ изъ продуктовъ горѣнія и остающійся затѣмъ воздухъ также подвергнуть изслѣдованію.

Сжечь фосфоръ въ ограниченномъ количествѣ воздуха и изслѣдовать остающійся послѣ горѣнія воздухъ.

Опытъ 8-й. Возьмемъ большую стеклянку съ отрѣзаннымъ нижнимъ дномъ и закупоримъ ее хорошей пробкой; черезъ отверстіе, сдѣланное въ пробкѣ, вставимъ небольшой кусокъ широкой стеклянной трубки, согнутой подъ прямымъ угломъ. На наружный конецъ этой трубки надѣнемъ каучуковую трубку, длиною около 2-хъ футовъ, и зажмемъ ее хорошимъ зажимомъ, какъ разъ около конца стеклянной трубки. Возьмемъ затѣмъ другую широкую пробку, прикрѣпимъ на ней небольшой тигель или чашечку, въ которую помѣщено 6, 8 кусочковъ фосфора величиной съ горошину и пустимъ пробку плавать на поверхности воды, находящейся въ большой чашкѣ, имѣющей глубину отъ 6 до 8 дюймовъ. Выйдемъ затѣмъ изъ раньше упомянутой нами стеклянки пробку и накроемъ стеклянкой плавающую на водѣ пробку. Черезъ отверстіе стеклянки вставимъ раскаленную желѣзную проволоку, зажжемъ ею фосфоръ въ чашкѣ и *немедленно же плотно* закупоримъ отверстіе стеклянки пробкой, причемъ зажимъ долженъ плотно зажимать гуттаперчевую трубку. Во время горѣнія вода медленно подымается въ стеклянкѣ и слѣдовательно горящій фосфоръ поглощаетъ и удаляетъ изъ воздуха, находящагося въ стеклянкѣ, нѣкоторую часть его. Когда фосфоръ пересталъ горѣть, переносимъ весь приборъ, т. е. стеклянку вмѣстѣ съ чашкой, наполненной водой, въ большую глубокую ванну (чанъ) съ водой; закрѣпимъ стеклянку въ штативѣ такъ, чтобы она не касалась дна ванны и выйдемъ изъ подъ нея ненужную теперь уже чашку.

Наполнимъ водой три небольшихъ бутылки и помѣстимъ ихъ отверстіемъ внизъ въ большую чашку съ водою; закроемъ стеклянной пластинкой отверстіе одной изъ этихъ бутылокъ и помѣстимъ ее полную воды въ глубокую ванну съ водою (бутылку надо поставить на дно ванны, стараясь держать ее въ вертикальномъ положеніи отверстіемъ

вниз) ¹⁾. Удалим штативъ, который поддерживалъ нашу стеклянку и начнемъ медленно погружать послѣднюю въ воду, открывъ въ тоже самое время зажимъ на каучуковой трубкѣ: благодаря этому, воздухъ станетъ выходить изъ стеклянки. Помѣстимъ свободный конецъ каучуковой трубки подъ воду, выпустимъ изъ нея немного воздуха и затѣмъ придвинемъ одну изъ бутылокъ, наполненныхъ водою, такъ, чтобы отверстіе ея пришлось надъ концомъ каучуковой трубки. Воздухъ, выходящій изъ стеклянки, будетъ проходить по трубкѣ въ бутылку и собираться въ ней, вытѣсняя изъ нея воду (см. рис. 7). Когда бутылка совершенно напол-

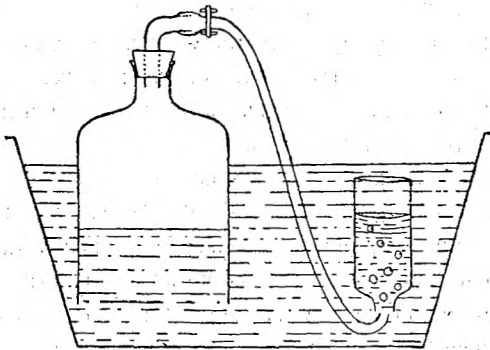


Рис. 7.

нитса этимъ воздухомъ, закроемъ ея отверстіе стеклянной пластинкой и перенесемъ ее въ чашку съ водою, гдѣ стоятъ и другія двѣ бутылки. Такимъ же образомъ наполнимъ воздухомъ изъ стеклянки и другія двѣ бутылки. Возьмемъ теперь одну изъ бутылокъ, поставимъ ее на столъ отверстіемъ вверхъ и погрузимъ въ нее горящую лучинку или спичку: и лучинка, и спичка потухнутъ. Нальемъ во вторую бутылку немного прозрачной известковой воды и встряхнемъ нѣсколько разъ: известковая вода останется прозрачной. Возьмемъ третью бутылку и перевернемъ ее надъ пламенемъ горячей свѣчи, принявъ предосторожность, чтобы капли воды не попали на фитиль. Свѣча не потухнетъ и слѣдовательно газъ этотъ не будетъ тяжелѣе воздуха. (Сравнить результаты подобного же опыта, но съ углекислотою—опытъ 4-й стр. 7).

¹⁾ Если подъ руками имѣется большой ящикъ съ водою, имѣющій подъ водою полку съ отверстіями, то всѣ три бутылки можно наполнить водою въ ящикѣ и, обернувши отверстіемъ внизъ, установить ихъ на полочкѣ.

Результатъ этого опыта показываетъ, что фосфоръ, сгорающій въ кислородѣ, поглощаетъ и удаляетъ изъ воздуха часть послѣдняго и остающійся воздухъ оказывается отличающимся отъ обыкновеннаго воздуха, ибо онъ тушитъ пламя спички; кромѣ того этотъ остающійся воздухъ отличается отъ углекислоты, ибо онъ легче ея и не вызываетъ помутнѣнія известковой воды при встряхиваніи съ послѣдней.

Итакъ становится весьма вѣроятнымъ, что при горѣніи свѣчи въ воздухѣ или горѣніи фосфора происходитъ поглощеніе части воздуха. Пока мы еще не въ состояніи окончательно доказать или опровергнуть это положеніе. Мы нашли уже одну причину, почему труднѣе изслѣдовать воздухъ, остающійся послѣ горѣнія свѣчи, чѣмъ тотъ, который остается послѣ горѣнія фосфора (см. стр. 11 и 12).

Если мы положимъ, что горящая свѣча относится къ воздуху такъ же, какъ и горящій фосфоръ, то, исходя изъ этого положенія и принявъ во вниманіе результаты только что приведенныхъ опытовъ, мы можемъ вывести заключеніе, что при горѣніи свѣчи въ воздухѣ получаются вода и углекислота и исчезаетъ часть воздуха и что если изъ остающагося воздуха удалить образовавшуюся при горѣніи углекислоту, то онъ отличается отъ обыкновеннаго воздуха тѣмъ, что въ немъ не горитъ свѣча, а отъ углекислоты (въ которой свѣча также не горитъ)—тѣмъ, что не дѣйствуетъ на прозрачную известковую воду.

Итакъ весьма вѣроятно, что горящая свѣча забираетъ, поглощаетъ или вообще какимъ то образомъ связываетъ нѣкоторую составную часть воздуха, причемъ получается вода и углекислый газъ и что съ другой стороны остающійся воздухъ, или, лучше сказать, остающаяся составная часть воздуха, не напоминаетъ послѣдняго въ его отношеніи къ горящимъ тѣламъ. Въ такомъ случаѣ можетъ быть воздухъ состоитъ болѣе, чѣмъ изъ одного вещества и матеріалъ свѣчи также содержитъ нѣсколько веществъ? Чтобы глубже проникнуть въ суть того процесса, который мы изучаемъ, намъ надо сперва найти

отвѣты на слѣдующіе вопросы: каковъ составъ воздуха? Каковъ составъ вещества свѣчи? Изъ чего состоятъ вода и углекислота?

Чашка чаю состоитъ изъ воды и чая, но въ ней можетъ быть и молоко и сахаръ; пирожное пуддингъ дѣлается изъ муки, масла, яицъ, сахара, но въ немъ можетъ быть еще коринка, изюмъ и пряности. Чай не особенно отличается отъ веществъ, изъ которыхъ онъ приготовленъ, чѣмъ больше въ немъ сахару, тѣмъ замѣтнѣе это на вкусъ; чѣмъ меньше молока влить въ чай, тѣмъ темнѣе цвѣтъ чайнаго настоя и тѣмъ менѣе чувствуется вкусъ молока. Мы не видимъ въ пуддингѣ ни яицъ, ни масла, но можемъ предполагать присутствіе ихъ по вкусовому эффекту. Но часто ни зрѣніе, ни осязаніе, ни вкусъ, ни обоняніе не могутъ намъ дать указаній на составныя части даннаго вещества. Разсматривая чернило, нюхая и пробуя его, вы не можете сказать, что оно составлено изъ воды, зеленого купороса, таннина и камеди; точно также вы не станете предполагать, что мясо, кости и мускулы составлены изъ веществъ, которыя были потреблены въ пищу, хотя на это и намекаетъ ежедневный опытъ. Точно также, трудно предположить, чтобы сахаръ состоялъ изъ угля и воды, но если вы обольете въ высококомъ стаканѣ кусочекъ сахара горячей сѣрной кислотой, то вы увидите, что выдѣлится большое количество пара и останется масса черного угля. Разсматривая, пробуя и нюхая мѣлъ—вы ни за что не догадаетесь, что одна изъ составныхъ частей этого вещества есть углекислота.

Показать измѣненія, происходящія съ мѣломъ при его накаливаніи.

Опытъ 9-й. Если мы помѣстимъ въ трубку изъ тугоплавкаго стекла немного мѣлу въ порошокъ, закроемъ пробкой, черезъ которую проходитъ стеклянная трубка, согнутая подъ прямымъ угломъ и затѣмъ начнемъ нагревать трубку, сначала осторожно, и потомъ до самой высокой температуры, какую только можемъ дать хорошая Бунзеновская горѣлка, то мы найдемъ, что выдѣляется газъ, который, при пропусканіи его черезъ известковую воду, вызываетъ помутнѣніе послѣдней (смотри рис. 8).

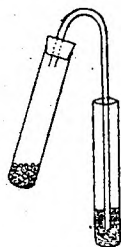


Рис. 8.

Очевидно, что свойства взятого нами вещества резко отличаются от свойств тех веществ, из которых оно составлено, а потому нѣтъ ничего удивительнаго, если оказывается, что свѣча или воздухъ составлены изъ веществъ, непохожихъ на вещество свѣчи или на воздухъ.

Получить уголь изъ восковой свѣчи.

Опытъ 10-й. Отрѣжемъ нѣсколько кусочковъ отъ восковой свѣчи, вбросимъ ихъ въ высокій стаканъ, нагрѣемъ затѣмъ въ особомъ стаканѣ (поставленномъ на проволочной сѣткѣ или на треножникѣ) 2 унца купороснаго масла (крьпкой сѣрной кислоты) ¹⁾ и нальемъ ее на кусочки воска; черезъ нѣкоторое время начнется выдѣленіе паровъ, кусочки воска вздуваются и чернѣютъ и скоро въ стаканѣ остается только черный пористый уголь.

Итакъ углеродъ, какъ кажется, является одной изъ составныхъ частей свѣчи. Опытъ нашъ дѣйствительно не доказываетъ еще, что уголь есть составная часть вещества свѣчи, такъ какъ возможно предположить, что уголь образовался изъ купороснаго масла или изъ стекляннаго сосуда. Было бы слишкомъ долго доказывать путемъ опытовъ, что ни сѣрная кислота, ни стекло не содержатъ углерода; пока мы ограничимся принятіемъ на вѣру этого положенія и будемъ считать доказаннымъ, что уголь не входитъ въ составъ ни одного изъ этихъ послѣднихъ веществъ.

Если уголь представляетъ собою одну изъ составныхъ частей вещества свѣчи, то кромѣ него въ составъ ея должны входить и другія вещества, такъ какъ свѣча по внѣшнему своему виду и по строенію совершенно отличается отъ угля ²⁾. Результаты опыта, на первый взглядъ имѣющаго малое отношеніе къ вопросу о составѣ вещества свѣчи, покажутъ намъ съ

¹⁾ Необходимо соблюдать большую осторожность при обращеніи съ крьпкой сѣрной кислотой, въ особенности съ горячей: капля ея, попавшая на тѣло, вызываетъ весьма сильныя обжоги.

²⁾ Собственно говоря, правильнѣе сказать, что въ составъ свѣчи входитъ *углеродъ*, а не *уголь*.

большую вѣроятностью, что одной изъ составныхъ частей ея является еще весьма легкій горючій газъ безъ цвѣта и запаха.

Пропустить черезъ воду, смѣшанную съ небольшимъ количествомъ сѣрной кислоты, электрической токъ и изслѣдовать образующіеся при этомъ газы.

Опытъ 11-й. Для производства этого опыта требуется батарея изъ 3 или 4 элементовъ или *аккумуляторъ*. Къ каждому полюсу батареи или аккумулятора привяжемъ мѣдную проволоку; на конецъ каждой изъ нихъ прикрѣпимъ небольшой кусочекъ платиновой проволоки, соединенный съ кусочками платиновой пластинки длиной въ 5 сантим. и шириной въ $2\frac{1}{2}$ сантим. ¹⁾; расположимъ затѣмъ и платиновые листики такъ, какъ это показано на рис. 9, причѣмъ листики должны торчать вверхъ, а проволоки должны быть выведены наружу изъ сосуда вдоль дна и стѣнокъ его; наконецъ соединимъ платиновые и мѣдные проволоки, принявъ предосторожность, чтобы это соединеніе находилось не внутри сосуда, а внѣ его. Нальемъ теперь въ сосудъ, обозначенный на рис. 9, достаточное количество воды, смѣшанной предварительно съ $\frac{1}{20}$ своего объема сѣрной кислоты, такъ чтобы вода покрывала сплошь платиновые листики и поверхность ея находилась бы надъ послѣдними. Возьмемъ три пробирки, наполнимъ ихъ водою, смѣшанной предварительно съ $\frac{1}{20}$ своего объема сѣрной кислоты и помѣстимъ ихъ

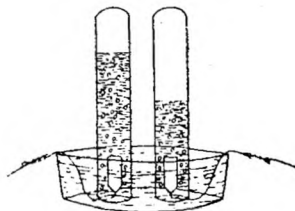


Рис. 9.

¹⁾ Можно соединить платиновую проволоку съ платиновымъ листкомъ слѣдующимъ образомъ; конецъ платиновой проволоки кладутъ на листокъ такъ, чтобы онъ не доходилъ на полъ дюйма до центра послѣдняго и, нагрѣвъ ихъ до красна съ помощью Бунзеновской горѣлки, быстро помѣщаютъ на какую-нибудь твердую поверхность (напр. на желѣзную пластинку) и быстрыми и сильными ударами молотка спаиваютъ проволоку вмѣстѣ съ листкомъ; повторяя такую обработку нѣсколько разъ, можно достигнуть прочнаго скрѣпленія проволоки съ листкомъ. Затѣмъ платиновую проволоку плотно обертываютъ нѣсколько разъ около конца мѣдной проволоки.

3346

отверстіемъ внизъ въ сосудъ. Когда все такимъ образомъ снаряжено, то на поверхности каждаго платиноваго листика появляются пузырьки газа, выдѣляющагося затѣмъ въ воздухъ. Возьмемъ теперь двѣ пробирки, наполненныхъ подкисленной водою, и поставимъ ихъ осторожно такъ, чтобы они накрыли каждый изъ платиновыхъ листиковъ; для того чтобы они прочно держались, утвердимъ ихъ въ штативѣ. Въ такомъ случаѣ газы, выдѣляющіеся отъ каждаго платиноваго листика, собираются въ пробиркѣ, поставленной надъ послѣднимъ. Мы замѣчаемъ при этомъ, что одна изъ пробирокъ наполняется газомъ вдвое скорѣе, чѣмъ другая. Когда одна изъ трубокъ совершенно наполнилась газомъ, а другая только на половину, подведемъ большой палецъ подъ отверстіе пробирки, совершенно наполненной газомъ, удалимъ штативъ, выйдемъ пробирку изъ сосуда, попрежнему закрывая ее пальцемъ, зажжемъ восковую свѣчку, отодвинемъ большой палецъ и немедленно поднесемъ зажженную свѣчку къ отверстию пробирки, при чемъ *послѣднюю все время надо держать отверстіемъ внизъ*. Газъ загорается: если восковую свѣчку вдвинуть дальше въ пробирку—пламя тухнетъ. Поставимъ новую пробирку съ подкисленной водою надъ тѣмъ платиновымъ листикомъ, газъ отъ котораго мы только что изслѣдовали; удалимъ другую пробирку, на половину наполненную газомъ изъ сосуда, совершая тѣже манипуляціи, какъ мы только что описали, повернемъ ее отверстіемъ вверхъ (все время держа ее закрытой большимъ пальцемъ), зажжемъ деревянную лучинку, потушимъ ее, такъ, чтобы она все таки тлѣла, отнимемъ большой палецъ отъ отверстія пробирки и погрузимъ въ находящійся въ ней газъ тлѣющій конецъ лучинки. Послѣдняя ярко вспыхиваетъ при этомъ, но газъ, находящійся въ пробиркѣ, не загорается. Когда третья пробирка, въ которую мы собирали газъ, впервые нами изслѣдованный, совершенно наполнилась послѣднимъ, закроемъ ее отверстіе пальцемъ, выйдемъ изъ воды, повернемъ отверстіемъ вверхъ, удалимъ большой палецъ и поднесемъ черезъ 10—15 секундъ къ ея отверстию зажженную свѣчу. Мы при этомъ ничего не наблюдаемъ, такъ какъ очевидно весь газъ изъ нея ушелъ; слѣдовательно газъ этотъ гораздо легче воздуха. (Раньше мы нашли, что этотъ газъ тушитъ горящую свѣчу, но самъ горитъ).

Этотъ опытъ показываетъ, что при прохожденіи электрическаго тока черезъ смѣсь разбавленной сѣрной кислоты и воды, послѣдняя разлагается (а слѣдовательно вѣроятно и составлена изъ нихъ) на два безцвѣтныхъ газа, изъ которыхъ одинъ очень легокъ, загорается при прикосновеніи съ горящей свѣчей, но тушитъ послѣднюю, если ее въ него погрузить,

другой же газъ самъ не горитъ, но вызываетъ энергичное горѣніе тлѣющей лучинки. Результаты этого опыта наводятъ на такое заключеніе, которое впрочемъ нельзя считать окончательно доказаннымъ этимъ опытомъ, ибо газы, получающіеся при прохожденіи электрическаго тока черезъ подкисленную воду, можетъ быть произошли не изъ воды, а изъ другихъ матеріаловъ, примѣнявшихся при опытѣ, напр. изъ сѣрной кислоты, изъ стекла, изъ платины, или наконецъ изъ воздуха.

Чтобы окончательно доказать, что эти газы получаются прямо или косвенно изъ воды, достаточно было бы доказать, что ихъ нельзя получить изъ другихъ упомянутыхъ матеріаловъ. Такое доказательство отрицательнаго характера было бы весьма трудно. Тѣмъ не менѣе у насъ есть другой путь убѣдиться въ томъ—правильно или неправильно высказанное нами выше предположеніе. Можно весьма точно опредѣлить количество каждаго изъ газовъ, получающихся при прохожденіи электрическаго тока черезъ опредѣленное количество воды, смѣшанной съ опредѣленнымъ количествомъ сѣрной кислоты. Если сумма количествъ обоихъ газовъ вполне соответствуетъ количеству воды, исчезнувшей при этомъ процессѣ, а количество сѣрной кислоты остается неизмѣннымъ, то мы считаемъ себя въ правѣ заключить, что именно вода была разложена прямымъ или косвеннымъ путемъ на два газа и что эти газы слѣдовательно суть составныя части воды. Это заключеніе окончательно подтвердилось бы, еслибы намъ удалось заставить опредѣленные количества обоихъ газовъ такъ соединиться или тѣсно сплотиться, чтобы получилась вода и еслибы мы нашли, что количество образующейся при этомъ воды равняется суммѣ количествъ обоихъ газовъ, при соединеніи которыхъ образовалась вода. Оба эти процесса вполне возможны и легко осуществимы; результаты ихъ не оставляютъ никакого сомнѣнія въ томъ, что вода составлена изъ двухъ газовъ, образующихся при прохожденіи электрическаго тока черезъ воду, подкисленную сѣрной кислотой.

Но при горѣніи свѣчи на воздухѣ образуется вода: слѣдовательно свѣча содержитъ или воду, или какую нибудь изъ составныхъ частей воды. Разсмотримъ этотъ вопросъ болѣе обстоятельно.

Приготовить горючій газъ, который былъ нами полученъ изъ подкисленной воды.

Опытъ 12-й. Горючій газъ, получающійся при прохожденіи электричества черезъ подкисленную воду, можно получить гораздо легче, дѣйствуя сѣрной кислотой, разбавленной водою, на цинковыя стружки. Устроимъ приборъ, какъ это показано на рис. 10. Колба А закрыта хорошей пробкой, въ которую вставлены длинная трубка, доходящая почти до дна и снабженная сверху воронкой, и другая выводная трубка, которой конецъ помѣщенъ подъ водою въ чашкѣ В. Налейте 1 объемъ сѣрной кислоты въ 20-кратный объемъ воды, тщательно перемѣшаемъ эту смѣсь и оставимъ ее охладиться, такъ какъ при смѣшеніи сѣрной кислоты съ водою выдѣляется большое количество тепла и смѣсь поэтому значительно нагревается. Помѣстимъ въ колбу А немного цинковыхъ стружекъ или зереннаго цинка, напомнимъ пару стеклянокъ водою и, перевернувъ ихъ дномъ вверхъ, помѣстимъ отверстие въ сосудъ В. Теперь нальемъ приготовленной нами и

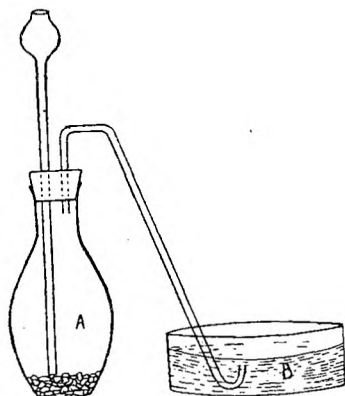


Рис. 10.

охлажденной сѣрной кислоты въ колбу А черезъ трубку съ воронкой; начинается выдѣленіе газа, пузырьки котораго проходятъ черезъ слой воды въ чашкѣ В. Спустя одну, двѣ минуты беремъ пробирку и наполняемъ ее газомъ по вышеуказанному способу, отверстие пробирки прикрываемъ пальцемъ, зажигаемъ свѣчку, отнимаемъ палецъ отъ пробирки и, не переворачивая ее, сейчасъ же подносимъ горящую свѣчку къ ея отверстию. Если газъ сгораетъ спокойно, то это показываетъ, что весь воздухъ совершенно удаленъ изъ аппарата; если же газъ сгораетъ съ легкимъ взрывомъ, то даемъ газу выдѣляться изъ колбы А еще въ теченіе двухъ трехъ минутъ, наполняемъ газомъ новую пробирку и изслѣ-

дуюем ея содержимое, какъ было указано выше и только по совершенномъ удаленіи воздуха изъ прибора наполняемъ двѣ раньше приготовленныя стклянки газомъ и разбираемъ приборъ на части. Затѣмъ изслѣдуемъ газъ въ стклянкахъ совершенно такъ же, какъ мы изслѣдовали горючій газъ, полученный при прохожденіи электрическаго тока черезъ подкисленную воду.

Этотъ опытъ показываетъ, что газъ, полученный при дѣйстви разбавленной сѣрной кислоты на цинкъ, тождественъ съ горючимъ газомъ, полученнымъ при электролизѣ подкисленной воды: полное тождество ихъ можетъ быть доказано подробнымъ изслѣдованіемъ всѣхъ ихъ свойствъ. Этотъ горючій газъ названъ *водородомъ*.

Посмотримъ теперь, что получается, когда горитъ водородъ.

Снечь сухой водородъ и показать, что при этомъ образуется вода.

Опытъ 13-й. Для опыта требуется приборъ для получения водорода изъ цинка и разбавленной сѣрной кислоты, но только измѣненный такъ, какъ это показано на рис. 11. Цилиндръ *B* содержитъ *сухой хлористый кальцій*, вещество сильно поглощающее воду; выводная же трубка изъ цилиндра *B* на концѣ сужена и имѣетъ весьма малое отверстіе *b* (рис. 11)¹⁾. Нальемъ въ колбу *A* столько разбавленной сѣрной кислоты, чтобы газъ выдѣлялся постепенно, но не быстро; черезъ нѣсколько минутъ помѣстимъ сухую пробирку надъ отверстіемъ *B*. По истеченіи нѣкотораго времени поднимемъ эту пробирку вверхъ и въ моментъ, когда отверстіе пробирки удалится отъ отверстія трубки *b*, поднесемъ пробирку, попрежнему обращенную отверстіемъ внизъ, къ пламени. Если газъ въ пробиркѣ горитъ

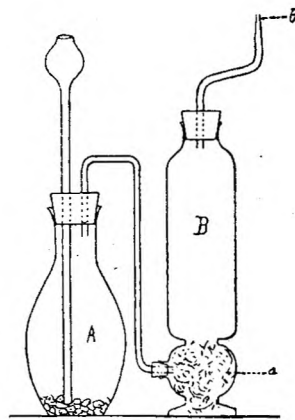


Рис. 11.

¹⁾ Въмѣсто цилиндра, показаннаго на рисункѣ, можно употребить двѣ U-образныя трубки. На поверхность хлористаго кальція въ каждой U-образ-

совершенно покойно, то мы можем поднести пламя къ отверстию *B* и зажечь выдѣляющійся газъ; если же газъ въ пробиркѣ загорается хотя бы съ малымъ взрывомъ, то нельзя зажигать выдѣляющійся изъ *b* газъ. *Ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ зажигать газъ у отверстія b, пока предварительное изслѣдованіе въ пробиркѣ, произведенное по выше описанному способу, не покажетъ, что весь воздухъ удаленъ изъ прибора токомъ газа, выдѣляющагося изъ колбы A; въ противномъ случаѣ можетъ случиться взрывъ, раздробляющій весь приборъ.* Поэтому не мѣшаетъ для личной безопасности прикрывать приборъ толстымъ полотенцемъ, угѣряющимъ опасность возможнаго взрыва. Дадимъ теперь водороду горѣть внутри трубки, соединенной съ U-образной трубкой, погруженной въ холодную воду, такъ какъ это описано въ опытѣ 3-мъ (см. рис. 2 стр. 5). Убѣдимся теперь въ томъ, что жидкость, скопляющаяся въ U-образной трубкѣ, есть вода: для этого опредѣлимъ ея точку кипѣнія.

Такъ какъ водородъ, образующійся въ колбѣ *A*, проходитъ черезъ значительный слой вещества (хлористаго кальція), жадно и вполне поглощающаго влагу, то газъ, выходящій изъ отверстія *b*, не можетъ содержать влаги; такимъ образомъ становится ясно, что вода образуется именно при горѣніи сухого водорода въ воздухѣ. Но раньше мы пришли къ заключенію, что свѣча содержитъ водородъ, или что она содержитъ этотъ газъ и другой (негорючій) газъ, получающійся при электролизѣ подкисленной воды, или наконецъ, что она содержитъ воду. Надобно напомнить еще и то, что сумма вѣсовыхъ количествъ воды и углекислаго газа, образующагося при горѣніи свѣчи на воздухѣ, больше, чѣмъ вѣсъ сгорѣвшей свѣчи (см. стр. 8), такъ что слѣдовательно горящая свѣча поглощаетъ часть или составную часть изъ воздуха, въ которомъ она горитъ (см. стр. 14), а также, что при горѣніи въ воздухѣ сухого водорода образуется вода. Сопоставляя эти факты съ заключеніемъ, къ которому мы только что пришли, а именно, что или водородъ, т. е. неподдерживающій горѣнія газъ, полученный изъ воды, или же вода—является составной частью вещества свѣчи, ста-

ной трубкѣ или въ цилиндрѣ помѣщаютъ рыхлый слой ваты. При употребленіи въ дѣло цилиндра пространство подъ хлористымъ кальціемъ—а должно быть наполнено рыхлымъ слоемъ ваты.

новится весьма вѣроятнымъ, хотя и неокончательно доказаннымъ, что водородъ есть одна изъ составныхъ вещей свѣчи и что вода, появляющаяся при горѣннн свѣчи, образовалась при сгораннн именно этой составной части свѣчи, т. е. водорода.

Но, могутъ спросить, не содержитъ-ли самъ воздухъ тѣ газы, которые образуются при прохожденн электрическаго тока черезъ подкисленную воду и потому не есть ли вода, образующаяся при горѣнн свѣчи, продуктъ, зависящн исключительно отъ воздуха, въ которомъ сгораетъ свѣча.

Въ слѣдующей главѣ мы покажемъ, что воздухъ содержитъ тотъ же самый негорючн газъ, который образуется при электролизѣ подкисленной воды, а также и тотъ, который остается послѣ горѣнн въ воздухѣ свѣчи или фосфора; получающн же при электролизѣ горючн газъ—не есть составная часть воздуха. Поэтому въ ближайшихъ нашихъ изслѣдованнхъ мы примемъ на вѣру правильность высказаннаго только что взгляда на составъ воздуха.

Получающн при электролизѣ подкисленной воды негорючн газъ называется *кислородомъ*. Когда водородъ горитъ въ воздухѣ, получается вода; воздухъ содержитъ кислородъ, но не водородъ; вода же состоитъ только изъ этихъ двухъ газовъ—водорода и кислорода. Поэтому, когда водородъ горитъ въ воздухѣ, то онъ какимъ то образомъ весьма тѣсно соединяется съ кислородомъ воздуха, при чемъ свойства обоихъ газовъ совершенно отличны отъ свойствъ воды, образовавшейся изъ этихъ газовъ. Вещество свѣчи состоитъ изъ углерода и какихъ-то другихъ веществъ. Однимъ изъ этихъ веществъ является или водородъ, или кислородъ, или вода. По всѣмъ вѣроятнмъ это водородъ. Когда свѣча горитъ въ воздухѣ, получается вода, а разъ мы приняли, что свѣча содержитъ водородъ, то становится совершенно яснымъ, изъ какого источника образуется вода при горѣнн свѣчи, а именно, что вода образуется путемъ тѣснаго соединенн водорода свѣчи съ кислородомъ окружающаго воздуха. Такое заключенн становится еще болѣе вѣроятнымъ, если вспом-

нить тотъ фактъ, что свѣча тухнетъ при удаленіи отъ нея окружающаго ее воздуха (см. стр. 10). Очевидно воздухъ необходимъ, чтобы свѣча продолжала горѣть и чтобы слѣдовательно могло происходить образованіе воды. Поэтому *весьма вѣроятно*, что свѣча не содержитъ воды, а только одну составную часть ея, а другая составная часть воды доставляется воздухомъ. Такой выводъ относительно происхожденія воды, образующейся при горѣніи свѣчи въ воздухъ, согласуется съ тѣмъ фактомъ, что сумма вѣсовъ углекислага газа и воды (продуктовъ горѣнія свѣчи) болѣе, чѣмъ вѣсъ сгорѣвшей свѣчи, а этотъ фактъ заставляетъ насъ умозаключить, что при горѣніи свѣчи что-то присоединяется къ веществу ея. Поэтому, если мы предположили, что свѣча содержитъ воду, которая выдѣляется изъ нея при горѣніи, подобно тому, какъ вода вытекаетъ изъ мокрой губки при ея выжиманіи, то мы должны все увеличеніе въ вѣсѣ продуктовъ горѣнія отнести на счетъ соединенія какого то вещества изъ атмосферы, съ той составной частью свѣчи, которая не есть вода, а очевидно углеродъ.

Напослѣдокъ намъ остается рѣшить вопросъ, что же происходитъ, когда углеродъ сгораетъ въ воздухъ. Древесный уголь представляетъ собою почти чистый углеродъ; что при горѣніи угля *что-то* образуется, ясно для каждаго, кто когда нибудь пользовался огнемъ отъ древеснаго угля. Если кто-либо находится въ комнатѣ, согрѣваемой горѣніемъ древеснаго угля (жаровней), то скоро начинаетъ чувствовать себя нехорошо, если только въ комнатѣ нѣтъ очень хорошей тяги для удаленія продуктовъ горѣнія.

Показать, что при горѣніи угля на воздухъ образуется, по вѣсѣмъ вѣроятіямъ, углекислота.

Опытъ 14-й. Возьмемъ небольшой кусочекъ древеснаго угля, крѣпко обвяжемъ его нѣсколько разъ проволокой, другой конецъ которой закрѣпимъ въ кускѣ картона такой величины, чтобы имъ можно было прикрыть большую стеклянную банку съ широкимъ отверстіемъ. Проволока должна быть такой длины, чтобы при наложеніи картона съ проволокой

на банку, уголь приходился бы посрединѣ банки. Зажжемъ этотъ уголекъ, вставимъ его въ банку и оставимъ его горѣть, пока не потухнетъ. Нальемъ затѣмъ въ банку чистой известковой воды и встряхнемъ ее, при чемъ она помутнѣетъ.

Этотъ опытъ показываетъ, что при горѣннѣ угля въ воздухѣ образуется углекислый газъ. Тщательное изслѣдованіе свойствъ газа, образующагося при горѣннѣ угля на воздухѣ, съ полной достовѣрностью показываетъ, что это вещество есть углекислый газъ. Такъ какъ углекислый газъ поглощается ѣдкимъ натромъ (см. стр. 9), то можно устроить приборъ, въ которомъ образующаяся при горѣннѣ угля углекислота будетъ вся удержана ѣдкимъ натромъ.

Показать, что, образующійся при горѣннѣ угля на воздухѣ, газъ вѣситъ больше, чѣмъ несгорѣвшій уголь.

Опытъ 15-й. Устройство прибора представлено на рисункѣ 12. Кусокъ довольно широкой стеклянной трубки А закрытъ съ одного конца

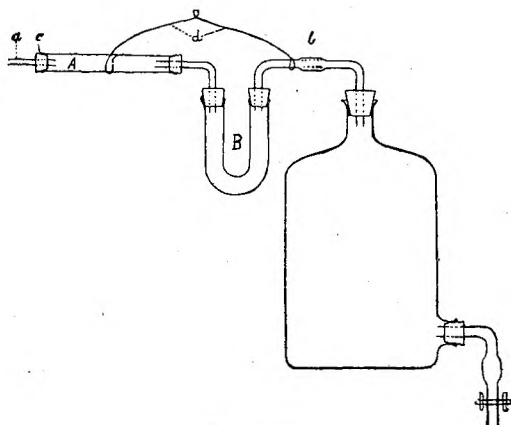


Рис. 12.

пробкой, черезъ которую проходитъ тонкая коротенькая трубочка—*a*, открытая съ обѣихъ концовъ; съ другого конца широкая трубка закрыта пробкой, черезъ которую въ свою очередь проходитъ загнутая подъ пря-

мымъ угломъ трубочка, соединяющая широкую трубку А съ U-образной трубкой В. Трубка В содержитъ кусочки твердаго ѣдкаго натра, слегка смоченнаго водой, выводная же трубка изъ В соединена съ помощью небольшой каучуковой трубки в съ большой стеклянкой (наполненной водой) такъ, какъ это показано на рисункѣ. При вытекании воды изъ этой стеклянки, воздухъ протекаетъ черезъ А и В. Снимемъ каучуковую трубку в и подвѣсимъ на проволоку d трубки А и В къ одному концу коромысла вѣсовъ; положимъ три или четыре небольшихъ кусочка угля на чашку вѣсовъ съ этой же стороны и уравновѣсимъ все, набросавъ кусочковъ металла или мелкой дроби на другую чашку вѣсовъ. Соединимъ теперь опять трубки со стеклянкой при помощи каучука в, откроемъ нижній кранъ у стеклянки, такъ чтобы вода изъ нея могла вытекать, выйдемъ пробку с изъ трубки А, возьмемъ кусочки угля щипчиками, зажжемъ ихъ, помѣстимъ въ трубку А и сейчасъ же вставимъ назадъ пробку с. Далѣе будемъ нагревать трубку А съ помощью Бунзеновской горѣлки и урегулируемъ вытекание воды изъ стеклянки настолько, чтобы оно вызывало токъ воздуха, обуславливающий медленное сгорание древеснаго угля. Когда послѣдній сгоритъ, снимемъ каучукъ в, дадимъ трубкѣ А вполне остыть и подвѣсимъ ее на вѣсы: мы увидимъ, что приборъ этотъ теперь вѣситъ больше, чѣмъ тогда, когда уголь еще не сгорѣлъ.

Итакъ углекислый газъ, получающійся при горѣнии древеснаго угля въ воздухѣ, образовался путемъ соединенія воздуха или составныхъ частей его съ углемъ; чтобы окончательно доказать это, необходимо еще показать, что вѣсъ сосудовъ, въ которыхъ происходилъ опытъ, не подвергся измѣненію во время самаго процесса.

Весьма мало вѣроятнымъ представляется предположеніе, что все увеличеніе вѣса, замѣчаемое при горѣнии свѣчи, зависитъ *только* отъ соединенія углерода свѣчи съ какой то составной частью воздуха.

Такимъ образомъ мы привели цѣлый рядъ данныхъ, ведущихъ къ весьма опредѣленному заключенію, что вещество свѣчи состоитъ изъ двухъ по крайней мѣрѣ веществъ—углерода и водорода и что при горѣнии въ воздухѣ свѣчи, углеродъ ея соединяется съ кислородомъ, находящимся въ воздухѣ, образуя углекислый газъ; водородъ же, являющійся одной изъ составныхъ частей свѣчи, также соединяется съ кислородомъ воздуха и образуетъ воду. Когда мы болѣе познакомимся съ

составомъ воды и углекислаго газа, мы будемъ въ состояніи поставить опытъ, который окончательно подтвердитъ высказанныя нами умозаключенія (глава II, стр. 40—42). Теперь мы только замѣтимъ, что нельзя окончательно рѣшить вопроса о томъ, что происходитъ при горѣніи свѣчи, пока мы не опредѣлимъ точно вѣса сгорѣвшей свѣчи, вѣса каждаго изъ образовавшихся продуктовъ и *количественнаго* состава каждаго изъ нихъ. Окончательный опытъ долженъ быть количественнаго характера, мы должны подсчитать вѣсъ вещества, принимавшія какое-либо участіе въ разбираемомъ нами явленіи горѣнія.

Итакъ теперь мы достигли нѣкоторыхъ опредѣленныхъ взглядовъ на процессы, имѣющіе мѣсто при горѣніи свѣчи: тѣмъ не менѣе мы всетаки находимся у преддверія вопроса.

Мы начали наши занятія со сравненія одного явленія съ другими, причемъ старались сдѣлать по возможности общіе выводы; по пути намъ пришлось построить предположенія, гипотезы, которыя мы сейчасъ же старались провѣрить опытнымъ путемъ, причемъ обыкновенно результаты произведеннаго опыта побуждали насъ къ постановкѣ новаго ряда опытовъ и чѣмъ далѣе подвигались мы въ своихъ изслѣдованіяхъ, тѣмъ болѣе сказывалась необходимость взвѣшиванія и измѣренія веществъ, которыя принимали участіе въ разсматриваемыхъ нами химическихъ измѣненіяхъ. Нами было найдено, что вещества, получающіяся при горѣніи свѣчи при обыкновенныхъ условіяхъ, не могутъ быть оцущаемы при помощи нашихъ органовъ чувствъ и что слѣдовательно могутъ существовать совершенно опредѣленные вещества невидимыя на глазъ, не осязаемыя наощупь и не дѣйствующія на органы вкуса, обонанія и слуха. Мы кромѣ того нашли, что продукты горѣнія вещества свѣчи весьма отличны отъ веществъ, которыя, вступивъ въ соединенія, образовали эти продукты; дѣйствительно врядъ ли можно указать на болѣе непохожія другъ на друга въ своихъ главныхъ свойствахъ вещества, какъ свѣча съ одной стороны, вода и углекислый газъ съ другой.

ГЛАВА II.

Составъ веществъ, участвующихъ въ явленіи горѣнія свѣчи.

Въ опытѣ 8-мъ (стр. 12) мы сожигали кусочекъ фосфора въ ограниченномъ объемѣ воздуха. При горѣнии фосфора часть воздуха исчезла, а та часть, которая осталась послѣ того, какъ фосфоръ пересталъ горѣть, тушила горящую лучинку. Сверхъ того оставшійся воздухъ не давалъ мути въ известковой водѣ при взбалтываніи съ ней и слѣдовательно не былъ углекислымъ газомъ.

Показать, что фосфоръ при горѣнии въ воздухѣ отнимаетъ пятую часть того объема воздуха, въ которомъ происходило горѣніе.

Опытъ 16-й. На одномъ концѣ стекляннаго цилиндра или куска стеклянной трубки длиной въ 14 дюймовъ (35 сант.) и діаметромъ въ 3 дюйма ($7\frac{1}{2}$ сант.) отмѣриваемъ часть около 2-хъ дюймовъ (5 сант.) и пространство отъ этой точки до точки, отстоящей на $\frac{1}{2}$ дюйма ($1\frac{1}{4}$ сант.) отъ другого конца, раздѣлимъ на 5 равныхъ частей, намѣчая каждое дѣленіе наклеиваніемъ кусочка бумаги съ внѣшней стороны цилиндра. Затѣмъ возьмемъ плоскій сосудъ около 9 дюймовъ ($22\frac{1}{2}$ сант.) въ діаметрѣ и не менѣе 6 дюймовъ (15 сант.) глубины, нальемъ въ него воды на такую же высоту, какъ и длина отъ отверстія стекляннаго цилиндра до точки, съ которой начинается раздѣленіе на пять частей (т. е. приблизительно на 5 сант.). Закроемъ верхній конецъ цилиндра хорошей пробкой, входящей внутрь цилиндра на $\frac{1}{2}$ дюйма, т. е. доходящей до точки, гдѣ оканчивается 5-е дѣленіе, вставимъ въ эту пробку коротенькую стеклянную трубку, снабженную хорошо притертымъ краномъ; вмѣсто крана на конецъ трубки можно насадить небольшой кусочекъ каучуковой трубки, на которую надѣтъ хорошій зажимъ (рис. 13). Возьмемъ кусочекъ фосфора величиной въ десять разъ больше

горошины, быстро высушимъ его легкимъ нажиманіемъ о пропускную бумагу, положимъ въ небольшой тигель, укрѣпленный на пробкѣ, пустимъ плавать эту пробку на поверхности воды въ плоскомъ сосудѣ, зажжемъ фосфоръ, накроемъ его стекляннымъ цилиндромъ съ открытымъ краномъ и немедленно закроемъ этотъ кранъ (или зажемемъ), чтобы вполне разединить воздухъ въ цилиндрѣ отъ наружнаго воздуха.

По мѣрѣ горѣнія фосфора мы видимъ, что вода поднимается внутри стекляннаго цилиндра; время отъ времени будемъ подливать понемногу воды въ плоскій сосудъ. Когда фосфоръ пересталъ горѣть и цилиндръ вполне остылъ, нальемъ въ плоскій сосудъ воды настолько, чтобы она, какъ внутри цилиндра, такъ и снаружи, стояла на одномъ уровнѣ. Оказывается, что воздухъ, оставшійся въ цилиндрѣ, занимаетъ теперь $\frac{4}{5}$ того объема, который онъ имѣлъ передъ горѣніемъ, или другими словами, приблизительно $\frac{1}{5}$ объема воздуха поглощается при горѣніи фосфора.

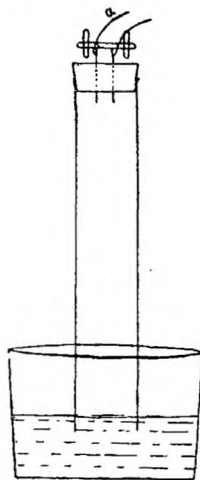


Рис. 18.

Итакъ, когда фосфоръ горитъ на воздухѣ, то онъ удаляетъ около $\frac{1}{5}$ того объема воздуха, въ которомъ происходитъ его горѣніе.

Показать, что желѣзныя опилки, подвергаясь ржавленію во влажномъ воздухѣ, поглощаютъ около $\frac{1}{5}$ даннаго объема воздуха.

Опытъ 17-й. Вымоемъ начисто цилиндръ и стеклянный сосудъ, которымъ мы пользовались въ предыдущемъ опытѣ. Нальемъ въ сосудъ такое же количество воды, какъ и раньше. Отвѣсимъ затѣмъ около 6 унцовъ мелкихъ желѣзныхъ опилокъ въ небольшой кисейный мѣшочекъ, смочимъ тщательно эти опилки водой и подвѣсимъ мѣшочекъ надъ поверхностью воды въ плоскомъ сосудѣ. Это можно легко сдѣлать, устроивъ изъ проволоки небольшой штативъ, ножки котораго стояли бы на днѣ плоскаго сосуда, а на верхушкѣ былъ бы прицѣпленъ кисейный мѣшочекъ. Накроемъ опилки стекляннымъ цилиндромъ, закроемъ кранъ и оставимъ покойно стоять весь приборъ. Вода медленно начнетъ подниматься въ цилиндрѣ; когда это поднятіе прекратится (что произойдетъ приблизительно въ 24 часа), то нальемъ воды въ сосудъ, такъ чтобы

уровень ея внутри и внѣ цилиндра былъ бы одинъ и тотъ же. Въ такомъ случаѣ мы найдемъ, что оставшійся воздухъ занимаетъ около $\frac{4}{5}$ первоначальнаго объема. Къ стеклянной трубкѣ, снабженной краномъ или зажимомъ, присоединимъ съ помощью каучука стеклянную трубку, нижній конецъ которой слегка загнуть вверхъ, и погрузимъ послѣдній въ большую ванну съ водой. Затѣмъ возьмемъ весь приборъ и погрузимъ въ эту глубокую ванну какъ плоскій сосудъ, такъ и нижній конецъ цилиндра настолько, чтобы онъ былъ немного ниже поверхности воды. Удалимъ изъ ванны плоскій стеклянный сосудъ, погрузимъ цилиндръ глубже въ ванну, поставимъ надъ загнутымъ концомъ стеклянной трубки цилиндръ, наполненный водой и перевернутый отверстиемъ внизъ (смот. опытъ 8 стр. 12) и переведемъ воздухъ въ этотъ надставленный цилиндръ. При изслѣдованіи свойствъ этого воздуха оказывается, что онъ тушитъ горящую лучинку, не даетъ мутнѣ съ известковой водой и почти также тяжелъ, какъ и обыкновенный воздухъ. Изслѣдовавъ желѣзные опилки въ кисейномъ мѣшочкѣ, мы найдемъ, что онѣ сильно заржавѣли съ поверхности.

Большое сходство между результатами этого опыта и опытовъ 8-го и 16-го дѣлаетъ весьма правдоподобнымъ предположеніе, что процессы, происходящіе при горѣніи фосфора въ воздухѣ и ржавленіи желѣза во влажномъ воздухѣ весьма между собою сходны; по всѣмъ вѣроятіямъ оба они состоятъ въ удаленіи изъ воздуха одной его составной части, причемъ остается другая составная часть, неспособная поддерживать горѣніе лучинки.

Такимъ образомъ воздухъ очевидно состоитъ изъ двухъ разнородныхъ газообразныхъ веществъ: одно изъ нихъ удаляется при горѣніи фосфора или ржавленіи желѣза въ воздухѣ, а другое остается по окончаніи горѣнія или ржавленія. Газъ, удаляемый изъ воздуха при этихъ процессахъ, составляетъ очевидно около $\frac{1}{5}$ объема воздуха.

Нѣкоторые металлы, какъ, напримѣръ, олово и свинецъ при нагрѣваніи ихъ на воздухѣ подвергаются медленному горѣнію безъ пламени. Познакомимся нѣсколько ближе съ этимъ явленіемъ.

Показать, что вещества, получающіяся при сильномъ прокаливаніи на воздухѣ цинка, олова или свинца, всѣяты болѣе, чѣмъ несгорѣвшіе цинкъ, олово и свинецъ.

Опытъ 18-й. Помѣстимъ $\frac{1}{3}$ унца (10 граммъ) зерненого цинка въ тонкостѣнный тигель и почти такое же количество оловянной фольги въ другой тигель; въ каждый тигель помѣстимъ небольшой кусочекъ стеклянной палочки и на довольно точныхъ вѣсахъ уравновѣсимъ оба тигля отдѣльно каждый съ стеклянными палочками; поставимъ затѣмъ тигли на треугольники и станемъ нагрѣвать Бунзеновской горѣлкой, сначала слабо, а затѣмъ сильно. При нагрѣваніи будемъ часто перемѣшивать содержимое тиглей при помощи стеклянной палочки и будемъ нагрѣвать до тѣхъ поръ, пока большая часть цинка не превратится въ желтоватый порошокъ, а большая часть олова въ бѣлый порошокъ. Дадимъ тиглямъ остыть и взвѣсимъ ихъ вновь. Мы найдемъ при этомъ, что порошки, получившіеся при нагрѣваніи цинка и олова въ воздухѣ, всѣяты болѣе, чѣмъ сами металлы. Такимъ образомъ, что-то присоединилось къ цинку и къ олову. Повторимъ этотъ опытъ съ мелкими кусочками свинца и получимъ результатъ, аналогичный предыдущему.

Этотъ опытъ наводитъ насъ на мысль, что процессъ, съ помощью котораго цинкъ, олово и свинецъ, нагрѣваемые на воздухѣ, превращаются въ порошковатыя тѣла, непохожія на первоначально взятые металлы, можетъ состоять въ соединеніи съ этими металлами той составной части воздуха, которая поглощалась горѣніемъ фосфора или ржавленіемъ желѣза. Если продуктъ горѣнія свинца въ воздухѣ образовался путемъ соединенія свинца съ составной частью воздуха, то можетъ быть возможно получить эту послѣднюю изъ сгорѣвшаго свинца. Такъ *сурикъ* образуется при горѣніи свинца въ токѣ воздуха; — посмотримъ, что мы можемъ получить изъ этого сурика.

Получить изъ сурика газъ, въ которомъ горючія тѣла сгораютъ быстро и съ блескомъ.

Опытъ 19-й. Возьмемъ $\frac{1}{3}$ унца (10 граммъ) сурика, просушеннаго предварительнымъ нагрѣваніемъ на слабомъ пламени, и помѣстимъ его въ сухую трубку изъ тугоплавкаго стекла длиною въ 4—5 дюймовъ (10—12 $\frac{1}{2}$ сантиметра) и діаметромъ въ $\frac{1}{2}$ дюйма (1 $\frac{1}{4}$ сант.), закроемъ

эту трубку хорошей пробкой, въ которую вставлена стеклянная отводная трубка такъ, какъ это показано на рис. 14, и помѣстимъ этотъ приборъ такъ, чтобы весь газъ, выдѣляющійся изъ этой трубки, могъ быть собранъ обыкновеннымъ способомъ надъ водою. Наполнимъ водою двѣ небольшихъ стклянки и помѣстимъ ихъ перевернутыми отверстиями внизъ въ ванну. Теперь станемъ нагрѣвать стеклянную трубку сначала слабо, затѣмъ немного повышая температуру, при чемъ нагрѣваніе надобно начинать съ верхняго слоя сурика и постепенно переводить пламя внизъ. Когда сурикъ достаточно накалился, то начинаетъ выдѣляться газъ, выходящій пузырьками черезъ воду въ ваннѣ; дадимъ этому газу выдѣляться спокойно въ воздухъ въ теченіе нѣсколькихъ секундъ и затѣмъ наполнимъ имъ двѣ приготовленныхъ стклянки. Когда послѣднія наполнились, то удалимъ конецъ газоотводной трубки изъ воды, прежде чѣмъ потушить огонь подъ трубкой съ сурикомъ;

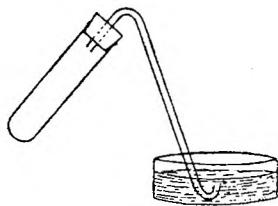


Рис. 14.

въ противномъ случаѣ при охлажденіи трубки вода устремится въ нее и трубка лопнетъ. Раньше уже должны быть приготовлены лучинки, небольшой кусочекъ фосфора и кусочекъ проволоки, на одномъ концѣ которой прикрѣплена небольшая чашечка, другой же прикрѣпленъ къ металлической пластинкѣ достаточно широкой, чтобы прикрыть отверстія каждой изъ стклянокъ, наполненныхъ нами газомъ. Зажжемъ лучинку, перевернемъ одну изъ стклянокъ отверстиемъ вверхъ и вставимъ въ нее глѣбшую лучинку: она вспыхнетъ и будетъ горѣть съ большимъ блескомъ. Положимъ кусочекъ фосфора въ маленькую чашечку, укрѣпленную на проволоку, зажжемъ фосфоръ, внеся чашечку на одинъ моментъ въ пламя горѣлки и погрузимъ загорѣвшійся фосфоръ во вторую стклянку съ газомъ: фосфоръ вспыхнетъ ослѣпительнымъ свѣтомъ и будетъ горѣть, выдѣляя густой бѣлый дымъ.

Если принять во вниманіе, что фосфоръ горитъ довольно хорошо въ воздухѣ, что при этомъ онъ поглощаетъ составную часть воздуха и что остающійся воздухъ не можетъ поддерживать горѣніе, то можно свободно допустить, что если бы составная часть воздуха, исчезающая при горѣніи фосфора, могла быть получена отдѣльно отъ другой составной части воздуха, прекращающей всякое горѣніе, то эта, поддерживающая горѣніе,

составная часть по всѣмъ вѣроятіямъ должна вызывать весьма быстрое и блестящее горѣніе горючаго тѣла, т. е. можно ожидать, что поддерживающая горѣніе составная часть воздуха проявить такія же свойства, какія были проявлены по отношенію къ фосфору и горящей лучинкѣ тѣмъ газомъ, который мы получили изъ сурика.

Если нагревать ртуть на воздухѣ до точки ея кипѣнія, то на поверхности ея весьма медленно образуется красный порошокъ; это явленіе совершенно подобно тому, которое мы наблюдали надъ свинцомъ, цинкомъ и оловомъ въ опытѣ 18, только оно протекаетъ гораздо болѣе медленно. Изслѣдуемъ же этотъ красный порошокъ, т. е. сгорѣвшую ртуть или окалину ртути.

**Получить изъ окалины ртути газъ, въ которомъ горючія тѣла
горятъ быстро и съ блескомъ.**

Опытъ 20-й. Опытъ ведется совершенно такъ же, какъ опытъ 19, но только вмѣсто сурика берутъ окалину ртути, т. е. такъ называемую красную окись ртути. Выдѣляющійся при накачиваніи ея газъ вызываетъ яркое воспламененіе лучинки и ослѣпительное горѣніе фосфора. При изслѣдованіи остывшей трубки въ ней оказываются мелкіе шарики ртути.

Чтобы окончательно доказать предположеніе, что при горѣніи свинца или ртути въ воздухѣ металлъ соединяется съ одной составной частью воздуха и что эта составная часть получается при болѣе сильномъ нагреваніи сгорѣвшихъ свинца или ртути, чтобы доказать это, надобно было бы сжечь определенную навѣску одного изъ этихъ металловъ, напр. ртути въ отмѣренномъ объемѣ воздуха, измѣрить измѣненіе объема воздуха, получающагося при полномъ сгораніи всего металла, взвѣсить полученную сгорѣвшую ртуть, нагрѣть послѣ взвѣшиванія это вещество такъ сильно, чтобы выдѣлился газъ, измѣрить объемъ выдѣлишагося газа и взвѣсить оставшуюся ртуть. Цѣлый рядъ подобныхъ опытовъ количественнаго характера былъ произведенъ Лавуазье въ 70-хъ годахъ прошлаго столѣтія.

Лавуазье помѣстилъ ртуть въ стеклянный баллонъ, конецъ отводной трубки котораго былъ загнутъ вверхъ, такъ что выходилъ надъ поверхностью ртути въ стеклянной ваннѣ; конецъ этотъ былъ прикрытъ градуированнымъ (снабженнымъ дѣленіями) колоколомъ. Такимъ образомъ воздухъ баллона находился въ сообщеніи съ воздухомъ въ колоколѣ, ртуть же въ ваннѣ препятствовала сообщенію наружнаго воздуха съ воздухомъ, находившимся въ сосудѣ. Ртуть баллона подвергалась нагрѣванію при точкѣ кипѣнія въ теченіе 12 дней, послѣ чего въ объемѣ воздуха внутри прибора не замѣчалось уже дальнѣйшаго уменьшенія; уменьшеніе это было измѣрено по подъему ртути въ градуированномъ колоколѣ. При нагрѣваніи ртути на ея поверхности образовались красныя чешуйки; они были собраны, взвѣшены и помѣщены въ небольшую реторту, длинная шейка которой была на концѣ загнута вверхъ и помѣщена въ небольшую ванну со ртутью, отверстіе же шейки было прикрыто небольшимъ градуированнымъ цилиндромъ, наполненнымъ ртутью и перевернутымъ отверстіемъ внизъ. При нагрѣваніи красныхъ чешуекъ выдѣлялся газъ, который былъ собранъ въ градуированномъ цилиндрѣ и измѣренъ.

Данныя опыта Лавуазье были слѣдующія:

Въ баллонъ было помѣщено 4 унца ртути.	
Объемъ воздуха въ градуированномъ колоколѣ передъ нагрѣваніемъ ртути	50 куб. дюймовъ
Объемъ воздуха въ градуированномъ колоколѣ послѣ нагрѣванія ртути	42 ¹ / ₂ »
Объемъ исчезнувашаго воздуха	7 ¹ / ₂ куб. дюйм.
Вѣсъ чешуекъ окалины ртути	45 ¹ / ₂ гранъ
Объемъ газа, полученнаго при нагрѣваніи 45 гранъ окалины ртути = 7 ¹ / ₂ куб. дюйм., вѣсить	3 ¹ / ₂ »
Вѣсъ ртути, полученной при нагрѣваніи 45 гр. окалины ртути	41 ¹ / ₂ »
Сумма вѣсовъ газа и ртути, полученныхъ при нагрѣваніи 45 гранъ окалины ртути . .	45 гранъ

Въ этомъ расчетѣ приняты во вниманіе всѣ вещества, принимавшія участіе въ процессѣ: все количество той составной части воздуха, которая исчезла при сжиганіи ртути, было получено вновь обратно; точно также было вновь получено все количество ртути, сгорѣвшей въ красныя чешуйки, и вѣсъ ртути, подвергшейся горѣнію, сложенный съ вѣсомъ составной части воздуха, поглощенной ртутью при горѣніи, точно равнялся вѣсу образовавшейся при горѣніи окалины ртути.

Эти опыты, произведенные великимъ основателемъ химической науки, полно и обстоятельно разъясняютъ сущность того измѣненія въ составѣ, которое претерпѣваетъ ртуть при горѣніи ея въ воздухѣ.

Познакомимся теперь нѣсколько подробнѣе со свойствами поддерживающей горѣніе составной части воздуха. Этотъ газъ легко приготовить, нагревая хорошо перемѣшанную смѣсь мелко измелченнаго сухого *хлорновато-кислаго калия* (бертолетовой соли) съ одной четвертью по вѣсу сухой порошковатой *перекиси марганца* ¹⁾.

Приготовить и изслѣдовать газъ, который выдѣленъ былъ раньше изъ сурика и окалины ртути.

Опытъ 21-й. Приготовимъ такой же приборъ, какимъ мы пользовались въ опытѣ 19-мъ; возьмемъ нѣкоторое количество сухой смѣси хлорновато-калиевой соли и перекиси марганца и наполнимъ ею до половины трубку; затѣмъ наполнимъ четыре стеклянки водой и перевернемъ ихъ отверстиемъ внизъ въ водяной ваннѣ. Станемъ нагревать смѣсь въ трубкѣ сперва въ верхней части, а потомъ въ нижней, постепенно повышая температуру; первая порціи выдѣляющагося газа выпустимъ на воздухъ и затѣмъ наполнимъ всѣ четыре стеклянки выдѣляющимся газомъ. Привяжемъ къ концу проволоки кусочекъ свѣчи и, зажегши его, внесемъ въ первую стеклянку; во вторую такимъ же образомъ внесемъ зажжен-

¹⁾ Занимающійся не долженъ смущаться тѣмъ, что онъ ничего не знаетъ о свойствахъ этихъ тѣлъ. Онъ долженъ смотрѣть на нихъ пока, только какъ на матеріалъ для полученія газа, подлежащаго опытному изслѣдованію.

ный небольшой уголекъ, въ третью—кусочекъ горящаго фосфора и въ четвертую небольшое количество начавшей горѣть цинковой пыли. Въ каждомъ случаѣ будемъ зажигать вещество непосредственно передъ внесеніемъ его въ стеклянку и когда горѣніе кончилось, закроемъ каждую стеклянку стекляннѣй пластинкой или кускомъ картона. Въ тѣхъ стеклянкахъ, въ которыхъ горѣли уголь и свѣча, нальемъ немного прозрачной известковой воды; получающееся при этомъ помутнѣніе известковой воды показываетъ намъ, что въ каждой изъ стеклянокъ находился углекислый газъ. Такимъ образомъ газъ, который образуется при горѣніи свѣчи или угля въ составной части воздуха, поддерживающей горѣніе, такой-же, какъ еслибы эти вещества горѣли на обыкновенномъ воздухѣ. Разсмотримъ то вещество, которое образовалось при горѣніи цинковой пыли; оно представляетъ собой порошокъ желтаго цвѣта, напоминающій тотъ порошокъ, который образовывался при горѣніи цинка въ воздухѣ (сравни опытъ 18). При горѣніи фосфора образовался было густой бѣлый дымъ, который затѣмъ исчезъ; нальемъ немного воды въ эту стеклянку, встряхнемъ ее, прильемъ нѣсколько капель раствора синяго лакмуса; синій цвѣтъ переходитъ въ красный. Нальемъ немного воды въ чистую стеклянку, прибавимъ раствора синяго лакмуса и встряхнемъ; мы не замѣтимъ никакого измѣненія. Такимъ образомъ при горѣніи фосфора въ той составной части воздуха, которая поддерживаетъ горѣніе, образовалось что-то такое, что не содержится въ воздухѣ и что, растворяясь въ водѣ, измѣняетъ синій цвѣтъ лакмуса въ красный.

Мы уже нашли раньше, что при пропусканіи электрическаго тока черезъ подкисленную воду получаютъ два газа.

Приготовить изъ подкисленной воды газъ, который вѣроятно тотъ же самый, какъ и газъ въ опытѣ 21.

Опытъ 22-й. Повторимъ вновь опытъ 11, при чемъ будемъ пропускать черезъ воду токъ до тѣхъ поръ, пока не наберется полная трубка того газа, который образуется въ меньшемъ количествѣ, и затѣмъ зажжемъ въ немъ кусочекъ угля; по окончаніи горѣнія, можно легко доказать присутствіе въ трубкѣ угольной кислоты.

На сколько видно изъ этихъ опытовъ, газъ, входящій въ составъ воды и поддерживающій горѣніе, тотъ же самый, какъ и газъ, входящій въ составъ воздуха и поддерживающій горѣніе. Это заключеніе, которое мы раньше приняли на вѣру,

было провѣрено количественнымъ ¹⁾ сравненіемъ свойствъ газовъ, полученныхъ изъ воздуха и воды.

Газъ, находящійся въ водѣ и въ воздухѣ и характеризующійся свойствомъ поддерживать горѣніе, извѣстенъ подъ названіемъ *кислорода*.

Кислородъ входитъ въ составъ и воздуха и воды.

Мы уже получили кислородъ изъ сурика (опытъ 19). Мы также видѣли раньше (см. стр. 19), что вода образовалась при соединеніи кислорода съ водородомъ. Поэтому, если пропускать водородъ надъ нагрѣтымъ сурикомъ, то можно ожидать образованія воды. Провѣримъ это.

Пропустить надъ сурикомъ сухой водородъ и получить воду и свинецъ.

Опытъ 23-й. Приготовимъ приборъ для полученія сухого водорода, какъ это описано въ опытѣ 13 (стр. 21), но только выводную трубку

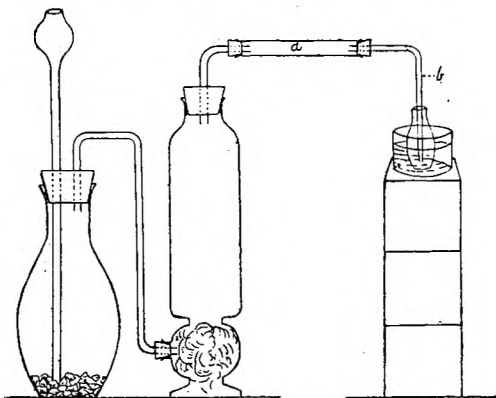


Рис. 15.

пропустимъ черезъ пробку, которая вставлена въ трубку изъ тугоплавкаго стекла, длиной около 10 сант. (*a*, рис. 15); на другомъ концѣ этой тугоплавкой трубки укрѣпимъ хорошую пробку и въ нее вставимъ тру-

¹⁾ Смыслъ фразы *количественное сравненіе* можетъ быть ясенъ при разсмотрѣніи опытовъ 16 и 17, сдѣланныхъ съ фосфоромъ и желѣзомъ.

бочку, согнутую под прямым углом и опускающуюся нижним концомъ въ маленькую сухую колбочку, поставленную такъ, что ее можно окружить холодной водой (*b*, рис. 15). Помѣстимъ въ тугоплавкую трубку *a* около 10 граммовъ сухого сурика такъ, чтобы онъ занялъ собой большую часть трубки. Нальемъ въ стеклянку съ цинкомъ немного кислоты, повернемъ вверхъ открытый конецъ трубки и черезъ нѣсколько минутъ соберемъ немного выдѣляющагося газа въ небольшую пробирку и сдѣлаемъ пробу, не содержится ли въ немъ воздуха (см. оп. 13). Какъ только окажется, что воздухъ вполне удаленъ изъ аппарата, *но не раньше, чѣмъ мы удостовѣрились въ этомъ*, повернемъ выводную трубку концомъ внизъ, такъ чтобы онъ вошелъ въ маленькую колбочку (*b*) и начнемъ нагрѣвать трубку, содержащую сурикъ; сначала нагрѣваніе должно быть слабое и затѣмъ его надо усиливать до нагрѣванія трубки до темно-краснаго каленія, при чемъ все время надо пропускать хорошій токъ водорода. Немного погодя, мы увидимъ, что въ выводной трубкѣ образуются капли безцвѣтной жидкости и стекаютъ въ колбочку. Будемъ продолжать опытъ, пока не соберется жидкости въ количествѣ, достаточномъ для опредѣленія точки ея кипѣнія (см. опытъ 3, стр. 6). Полученная жидкость есть вода. Замѣтимъ, что въ трубкѣ съ сурикомъ образовалось значительное количество металлическаго свинца. Будемъ поддерживать токъ водорода, пока трубка не охладится вполне, и разберемъ весь приборъ на части, только когда онъ совсѣмъ остыль.

Теперь не можетъ быть никакого сомнѣнія относительно состава воды. Вода состоитъ изъ кислорода и водорода. Сурикъ состоитъ изъ свинца и кислорода; если его нагрѣвать въ струѣ водорода, то при соединеніи водорода съ кислородомъ образуется вода и вслѣдствіе удаленія кислорода изъ сурика остается металлическій свинецъ.

Опытъ, который мы только что сдѣлали, а именно получение воды пропусканіемъ водорода надъ нагрѣтымъ сурикомъ, даетъ намъ указаніе на способъ опредѣленія количествъ водорода и кислорода, въ которыхъ они соединяются для образованія опредѣленнаго количества воды, т. е. на способъ опредѣленія количественнаго состава воды. Если взвѣсить сурикъ до и послѣ опыта, то потеря въ вѣсѣ сурика покажетъ намъ количество кислорода, соединившагося съ водородомъ; если же кромѣ того взвѣсить образовавшуюся воду, то разница между ея вѣсомъ и вѣсомъ кислорода покажетъ намъ вѣсѣ водорода,

который, соединившись съ опредѣленнымъ количествомъ кислорода, далъ опредѣленное количество воды. Въ этомъ направленіи былъ сдѣланъ рядъ опытовъ, только вмѣсто сурика употребляли вещество, представляющее соединеніе мѣди съ кислородомъ. Результатъ этихъ опытовъ показалъ, что въ круглыхъ числахъ девять вѣсовыхъ частей воды состоятъ изъ одной вѣсовой части водорода, соединенной съ восемью вѣсовыми частями кислорода.

Въ настоящее время мы не вполне еще подготовлены къ постановкѣ опыта, который бы доказалъ то наше предположеніе, которое мы высказали въ первой главѣ, а именно, что вещество свѣчи состоитъ изъ углерода и водорода и что когда свѣча горитъ, то углеродъ, соединяясь съ кислородомъ воздуха, даетъ углекислый газъ, а водородъ свѣчи, соединяясь съ кислородомъ воздуха, образуетъ воду (сравни стр. 26, гдѣ это положеніе выведено, какъ вѣроятное заключеніе изъ разсмотрѣнныхъ фактовъ). Прежде чѣмъ поставить такой опытъ, мы должны подумать, какъ произвести количественное опредѣленіе состава углекислаго газа и должны разобраться въ результатахъ этого опредѣленія.

Намъ извѣстно, что углекислый газъ образуется при горѣніи угля въ кислородѣ и что углекислота легко поглощается ѣдимымъ натромъ; этихъ фактовъ достаточно для основанія метода опредѣленія количественнаго состава этого газа. Достаточно сжечь опредѣленную навѣску чистаго углерода (древесный уголь представляетъ собой довольно чистый углеродъ съ небольшимъ количествомъ примѣсей) въ струѣ чистаго кислорода, поглотить всю образовавшуюся углекислоту въ соответственномъ приборѣ, содержащемъ ѣдкій натръ, и опредѣлить вѣсъ этого прибора до и послѣ опыта: прибавивъ въ вѣсъ прибора покажетъ вѣсъ образовавшейся углекислоты. Вѣсъ углерода, который произвелъ данное количество углекислоты, извѣстенъ, а такъ какъ углекислота состоитъ изъ углерода и кислорода, то разница между вѣсомъ сгорѣвшаго углерода и образовавшейся изъ него углекислоты дастъ намъ вѣсъ кисло-

рода, который, соединясь съ опредѣленнымъ вѣсомъ углерода, далъ опредѣленный вѣсъ углекислоты.

Опыты такого рода были произведены съ большой тщательностью; какъ наиболѣе чистый углеродъ былъ взятъ алмазь. Въ результатѣ оказалось въ круглыхъ числахъ, что одиннадцать вѣсовыхъ частей углекислаго газа состоятъ изъ трехъ вѣсовыхъ частей углерода, соединенныхъ съ восемью вѣсовыми частями кислорода. Если вещество свѣчи состоитъ изъ углерода и водорода и только изъ нихъ, то можно опредѣлить составъ вещества свѣчи, сжигая опредѣленное количество свѣчи, вѣсъ которой извѣстенъ, въ струѣ кислорода и находя вѣса образовавшихся воды и углекислоты, поглощая первую въ взвѣшенной U-образной трубкѣ, содержащей хлористый кальцій (сравни опытъ 13, стр. 21), а вторую, т. е. углекислоту, во взвѣшенномъ приборчикѣ, содержащемъ ѣдкій натръ. Увеличеніе вѣса трубки съ хлористымъ кальціемъ идетъ на счетъ воды, образовавшейся изъ опредѣленной навѣски свѣчи, а привѣсъ трубки съ ѣдкимъ натромъ происходитъ отъ поглощенія углекислоты, получившейся отъ горѣнія соотвѣтственно той же навѣски свѣчи. Зная же, что $\frac{1}{9}$ какого-либо вѣса воды представляетъ собою содержащейся въ ней водородъ и $\frac{3}{11}$ какого либо вѣса углекислоты—содержащейся въ послѣдней углеродъ, весьма легко вычислить изъ полученныхъ нами экспериментальныхъ данныхъ содержаніе углерода и водорода въ навѣскѣ свѣчи, сгорѣвшей въ данномъ опытѣ.

Парафиновые свѣчи составлены изъ углерода и водорода; салныя и стеариновые свѣчи содержатъ еще кромѣ того немного кислорода.

Въ настоящее время мы нѣсколько уже познакомились съ измѣненіями, происходящими въ составѣ тѣхъ веществъ, которыя принимаютъ участіе въ явленіи горѣнія. Когда фосфоръ горитъ въ воздухѣ, то нѣкоторое опредѣленное вещество, входящее въ составъ воздуха и называемое кислородомъ, вступаетъ въ тѣсное соединеніе съ фосфоромъ; при этомъ образуется твердое, бѣлое вещество, растворяющееся въ водѣ.

Полученный раствор обладает свойством переводить синюю настойку лакмуса въ красный цвѣтъ. Оставшійся воздухъ, т. е. обыкновенный воздухъ, лишенный кислорода, не можетъ уже поддерживать горѣнія какого либо горящаго вещества. Когда уголь горитъ въ воздухѣ, то точно также кислородъ воздуха вступаетъ въ такое единеніе съ углеродомъ, что въ получающемся при этомъ продуктѣ, называемомъ углекислотой, нельзя отличить ни одного изъ тѣхъ свойствъ, которыя характеризуютъ отдѣльно уголь и кислородъ. Воздухъ, лишенный кислорода такимъ путемъ, точно также уже не можетъ поддерживать горѣнія. Вполнѣ аналогичные процессы протекаютъ при нагрѣваніи свинца и ртути на воздухѣ. Свинецъ и ртуть такъ тѣсно соединяются съ кислородомъ воздуха, что получающіеся при этомъ продукты, состоящіе изъ кислорода съ одной стороны и свинца или ртути съ другой, обладаютъ свойствами, совершенно отличными отъ свойствъ первоначальныхъ веществъ. Воздухъ же, остающійся послѣ горѣнія, въ обоихъ случаяхъ точно также неспособенъ поддерживать горѣніе, такъ какъ этотъ воздухъ потерялъ кислородъ. Вещество, образовавшееся при соединеніи фосфора съ кислородомъ воздуха, легко можно отдѣлить отъ остающагося воздуха, взбалтывая послѣдній съ водою; вещества, образовавшіяся при горѣніи свинца или ртути, путемъ соединенія послѣднихъ съ кислородомъ воздуха, суть твердыя тѣла и благодаря этому легко могутъ быть отдѣлены отъ остающагося воздуха; но вещество, образующееся при соединеніи углерода съ кислородомъ воздуха, есть газъ, а потому по окончаніи горѣнія у насъ остается смѣсь газовъ—углекислоты и остаточнаго, не поддерживающаго горѣнія воздуха. Поэтому гораздо труднѣе разобраться въ тѣхъ явленіяхъ, которыя происходятъ при горѣніи угля въ воздухѣ, чѣмъ прослѣдить сущность горѣнія свинца или ртути въ воздухѣ. Когда же мы переходимъ къ явленіямъ, совершающимся при горѣніи свѣчи, то дѣло еще болѣе усложняется. Свѣчи составлены уже не изъ одного вещества, а изъ двухъ, а иногда и изъ трехъ совершенно различныхъ веществъ: углерода, водорода и иногда

кислорода ¹⁾. При соединеніи составныхъ частей свѣчи съ кислородомъ воздуха образуется два совершенно различныхъ продукта—углекислый газъ и водяной парь; оба эти продукта, благодаря даннымъ условіямъ, являются въ газообразномъ состояніи. Поэтому когда горѣніе кончилось, то мы имѣемъ смѣсь газообразныхъ продуктовъ горѣнія съ неподдерживающей горѣнія составной частью воздуха, которая остается, когда горящая свѣча поглотила весь кислородъ изъ воздуха, въ которомъ она горѣла.

Занимающийся, я думаю, теперь пойметъ, почему было необходимо обратить его вниманіе на нѣкоторое время на примѣры горѣнія менѣе сложные, чѣмъ случай горѣнія свѣчи, на которомъ мы сначала остановились.

Воздухъ или правильнѣе сказать газъ, остающійся по удаленіи изъ обыкновеннаго воздуха кислорода при помощи горящаго тѣла, называется *азотомъ* (латинское названіе его *Nitrogenium*, что обозначаетъ образователь *нитра*, т. е. вещества, которое мы теперь называемъ селитрой; азотъ дѣйствительно входитъ въ составъ селитры. Другое же названіе его *азотъ* происходитъ отъ греческихъ словъ α —приставка отрицанія и $\zeta\omega$ —живу, названіе, намекающее на то, что азотъ не поддерживаетъ жизни). Въ настоящее время мы достаточно познакомились со свойствами этого тѣла; извѣстный объемъ его вѣситъ почти столько же, какъ такой же объемъ обыкновеннаго воздуха. Онъ безвкусенъ, не имѣетъ ни цвѣта, ни запаха; при встряхиваніи съ известковой водой онъ не образуетъ бѣлаго осадка и если въ него ввести горящее тѣло, то оно въ немъ немедленно тухнетъ.

Если мы возьмемъ какой-либо опредѣленный объемъ воздуха, то около $\frac{1}{5}$ части его составляетъ кислородъ, газъ, въ которомъ горящія тѣла сгораютъ быстро и съ большимъ блескомъ; около $\frac{4}{5}$ объема приходится на азотъ, газъ, не поддер-

¹⁾ Если сама свѣча содержитъ кислородъ, то послѣдній участвуетъ въ сжиганіи кислородомъ воздуха углерода и водорода свѣчи.

живающей горѣнія. Такъ какъ отношеніе воздуха къ горящей лучинкѣ какъ разъ таково, какое можно ожидать отъ смѣси двухъ газовъ, изъ которыхъ одинъ вызываетъ энергичное горѣніе, а другой наоборотъ останавливаетъ его, то мы можемъ попробовать образовать воздухъ, прибавляя къ азоту, остающемуся послѣ горѣнія фосфора въ ограниченномъ объемѣ воздуха объемъ кислорода, равный $\frac{1}{8}$ объема взятаго воздуха до начала горѣнія.

Удалить кислородъ изъ воздуха, сожигая въ немъ фосфоръ, и вновь образовать воздухъ, прибавляя къ оставшемуся послѣ горѣнія газу опредѣленное количество кислорода.

Опытъ 24-й. Составимъ приборъ, подобный тому, который мы описали въ опытѣ 16 (стр. 28), не раздѣляя цилиндра на 5 частей, но сдѣлавъ на немъ мѣтку соответственно уровню воды въ ваннѣ, прежде чѣмъ началось горѣніе. Произведемъ горѣніе кусочка фосфора такъ, какъ это описано на стран. 29. Пока фосфоръ горитъ, приготовимъ кислородъ, въ количествѣ равномъ $\frac{1}{2}$ объема того стекляннаго цилиндра, въ которомъ горитъ фосфоръ (смотри опытъ 21. стр. 35); когда горѣніе кончилось и аппаратъ охладился, приравняемъ уровни воды внѣ и снаружи цилиндра, опуская его внизъ, и отмѣтимъ на цилиндрѣ уровень воды въ немъ. Теперь перенесемъ цилиндръ вмѣстѣ съ ванной, въ которой онъ стоялъ, въ большой чанъ съ водою и укрѣпимъ его въ штативѣ такъ, чтобы нижнее отверстіе его находилось подъ водою. Удалимъ долой ванну, помѣстимъ въ чанъ стеклянку съ приготовленнымъ кислородомъ отверстіемъ внизъ, выйдемъ изъ нея пробку или снимемъ пластинку, закрывающую отверстіе этой стеклянки, и подведемъ ее подъ цилиндръ, наклоняя при этомъ такъ, чтобы пузырьки кислорода,

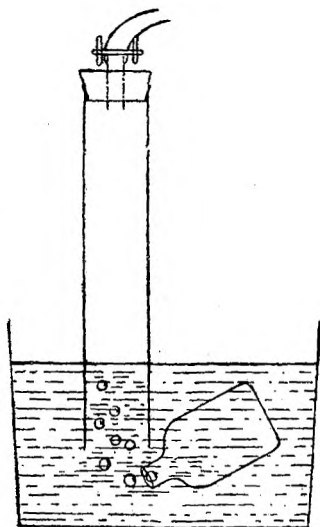


Рис. 16.

выдѣляясь изъ стклянки, проходили бы черезъ воду въ цилиндръ, (см. рис. 16). Будемъ напускать кислородъ въ цилиндръ, пока уровень воды въ цилиндрѣ не понизится до той черты, на которой онъ находится передъ началомъ горѣнія фосфора. Этимъ путемъ мы возстановимъ въ воздухѣ тотъ кислородъ, который былъ удаленъ изъ него раньше процессомъ горѣнія. Прикроемъ отверстие цилиндра стекляннѣй пластинкой, вынемъ его изъ чана, встряхнемъ нѣсколько разъ, чтобы перемѣшать находящуюся въ немъ смѣсь газовъ, снимемъ пластинку и погрузимъ въ цилиндръ горящую лучинку: лучинка будетъ горѣть, также какъ и въ обыкновенномъ воздухѣ. Такимъ образомъ, насколько показываетъ намъ результатъ нашего опыта, мы воспроизвели обыкновенный воздухъ.

Такимъ образомъ является возможнымъ удалить кислородъ изъ воздуха, сожигая въ послѣднемъ фосфоръ, и затѣмъ возобновить первоначальный воздухъ, прибавляя къ оставшемуся послѣ горѣнія фосфора азоту то же самое количество кислорода, которое было удалено раньше фосфоромъ.

Какъ видно, свойства воздуха мало отличаются отъ свойствъ составныхъ частей кислорода и азота ¹⁾. Кислородъ въ воздухѣ открывается лучинкой—лучинка горитъ; азотъ также узнается лучинкой, такъ какъ яркое горѣние, происходящее въ чистомъ кислородѣ, значительно умѣряется азотомъ, не поддерживающимъ горѣнія: азотъ стремится потушить лучинку, но не можетъ этого вполнѣ достигъ, кислородъ же стремится быстро сжечь лучинку съ блескомъ, но дѣйствіе его подавляется вліяніемъ азота.

Съ другой стороны главнѣйшія свойства свѣчи весьма рѣзко отличаются отъ свойствъ ея составныхъ частей водорода, углерода и кислорода. Въ частицахъ вещества свѣчи, какъ бы мелко мы ихъ ни раздѣлили, мы не можемъ усмотрѣть ни твердыхъ, черныхъ частицъ углерода, ни безцвѣтныхъ газообразныхъ частицъ водорода или кислорода; точно также мы не можемъ воспроизвести свѣчу, смѣшивая вмѣстѣ ея составныя части.

¹⁾ Въ воздухѣ содержатся еще небольшія количества другихъ веществъ, но мы теперь не будемъ разсматривать этого вопроса.

Въ свѣчѣ находятся и углеродъ и водородъ и присутствіе ихъ доказывается тѣмъ фактомъ, что при горѣніи свѣчи въ воздухѣ образуются какъ разъ тѣ же продукты—углекислота и вода—, какъ и при горѣніи въ воздухѣ отдѣльно углерода и водорода. Точно также вѣса углекислоты и воды, образовавшихся при горѣніи опредѣленнаго вѣса свѣчи, тѣ же самыя, какъ и вѣса этихъ веществъ, получаемые при отдѣльномъ горѣніи такихъ количествъ углерода и водорода, которыя по вычисленіямъ находятся въ данной навѣскѣ свѣчи ¹⁾).

Явленія, совершающіяся при горѣніи свѣчи суть характерныя химическія явленія. Вещества, образующіяся при химическомъ процессѣ, отличаются отъ тѣхъ, изъ которыхъ они произошли, какъ по составу, такъ и по свойствамъ. Другое характерное химическое явленіе, разсмотрѣнное нами, это явленіе, совершающееся при нагрѣваніи мѣла. Результаты опыта 9-го стр. 15 показали намъ, что при сильномъ накаливаніи порошка мѣла выдѣляется газъ, который при пропусканіи черезъ прозрачную известковую воду образуетъ бѣлый осадокъ.

Разложить накаливаніемъ мѣлъ и выяснитъ разницу между образовавшимися веществами и взятымъ первоначально мѣломъ.

Опытъ 25-й. Помѣстимъ въ тонкостѣнный фарфоровый тигель около 2-хъ граммовъ мѣла, закроемъ тигель крышкой и взвѣсимъ все на точныхъ вѣсахъ. Станемъ затѣмъ нагрѣвать тигель до ярко краснаго каленія въ теченіе часа при помощи большой хорошей Бунзеновской горѣлки; дадимъ остыть тиглю и опять взвѣсимъ. Тигель вмѣстѣ съ его содержимымъ вѣситъ значительно меньше, чѣмъ до накаливанія; очевидно, при нагрѣваніи что-то выдѣлилось изъ мѣла. Выбросимъ остающееся вещество изъ тигля въ стаканъ и смочимъ его водою; немного погодя прибавимъ еще воды, посмотримъ замѣчается-ли какое-нибудь измѣненіе и затѣмъ прибавимъ немного въ стаканъ соляной кислоты: бѣлое вещество будетъ медленно растворяться *безъ шипѣнія*. Помѣстимъ въ другой

¹⁾ Это заключеніе слѣдуетъ сравнить съ фактами и разсужденіями на стр. 22—23. При этихъ разсужденіяхъ мы принимали какъ за доказанное, что составъ углекислоты и воды всегда одинъ и тотъ-же. Въ слѣдующей главѣ мы подробнѣе разсмотримъ этотъ вопросъ.

стаканъ немного мѣла, смочимъ водой, немного погони прильемъ еще воды и затѣмъ соляной кислоты; вещество будетъ растворяться и раствореніе это будетъ сопровождаться шипѣніемъ, т. е. выдѣленіемъ газа.

Помѣстимъ теперь немного мѣла въ небольшую стеклянку съ пробкой, въ которую вставлены одна приводная трубка и другая выводная, согнутая дважды подъ прямымъ угломъ, такъ что внѣшній конецъ ея можетъ быть вставленъ въ стаканъ. Нальемъ въ послѣдній немного прозрачной известковой воды, а въ стеклянку съ мѣломъ—нальемъ черезъ приводную трубку соляной кислоты. Выдѣляющійся изъ стеклянки газъ будетъ пузырьками проходить черезъ известковую воду и вызоветъ образованіе бѣлаго осадка.

Такимъ образомъ вещество, получающееся при сильномъ накаливаніи мѣла, отличается отъ послѣдняго и разница по всей видимости состоитъ въ присутствіи или отсутствіи нѣкотораго газа.

Но мы уже нашли, что газъ, выдѣляющійся при сильномъ прокаливаніи мѣла, вызываетъ образованіе мути въ известковой водѣ, и потому весьма вѣроятно, что газъ, получающійся при дѣйствіи соляной кислоты на мѣлъ, тотъ же, который получается при прокаливаніи мѣла. При сопоставленіи же съ другими опытами становится совершенно ясно, что этотъ газъ есть углекислота.

Если газъ, получающійся изъ мѣла, есть углекислота, то весьма вѣроятной является возможность вновь образованіе мѣла, присоединяя углекислоту къ веществу, оставшемуся послѣ сильнаго прокаливанія мѣла.

Разложить мѣлъ нагрѣваніемъ и вновь образованіе мѣла, присоединяя углекислоту къ веществу, оставшемуся послѣ прокаливанія мѣла.

Опытъ 26-й. Сильно прокалить въ теченіе часа около одного грамма мѣла, такъ какъ это показано въ опытѣ 25-мъ, но, не взвѣсивая тигля, дать остыть, прибавить воды, взболтать и прибавить еще воды, пока не растворится все твердое вещество. Приготовить углекислоту, дѣйствіемъ соляной кислоты на мраморъ и пропускать ее черезъ приготовленный растворъ; собрать образовавшійся бѣлый осадокъ, промыть его 3, 4 раза водой и высушить на слабомъ огнѣ. Высушенное вещество

высыпать въ стеклянку, прилить къ нему соляной кислоты и выдѣляющійся при этомъ газъ пропустить черезъ прозрачную известковую воду. Образование въ послѣднемъ случаѣ бѣлаго осадка дѣлаетъ въ высокой степени вѣроятнымъ то предположеніе, что вещество, образовавшееся при пропускании углекислоты черезъ водный растворъ вещества, оставшаго послѣ сильнаго прокаливанія мѣла—есть ничто иное, какъ мѣлъ.

Вещество, образующееся при сильномъ прокаливаніи мѣла, пока не перестанетъ выдѣляться газъ, есть известъ. Переходъ извести въ мѣлъ и мѣла въ известъ суть характерные химическіе процессы. Прибавляя углекислоту къ извести, мы превращаемъ ее въ мѣлъ. Отнимая отъ мѣла углекислоту, мы превращаемъ его въ известъ. Углекислота не можетъ быть подмѣчена въ мѣлѣ и не можетъ быть открыта по тѣмъ свойствамъ, которыя у нея замѣчаются, когда мы ее изслѣдуемъ отдѣльно отъ мѣла. Газъ этотъ такъ тѣсно соединенъ съ известью, что оба они образуютъ совершенно особое вещество, вполне отличное какъ по составу, такъ и по свойствамъ и отъ углекислоты и отъ извести.

Мы уже познакомились съ цѣлымъ рядомъ различныхъ веществъ, характеризующихся каждый особыми свойствами: вещества, эти называются кислородомъ, водородомъ, азотомъ, углекислотой, мѣломъ, известью, водой и углеродомъ.

При изслѣдованіи явленій, совершающихся при горѣніи свѣчи, мы начали съ наблюденія; результаты этихъ наблюденій возбудили рядъ вопросовъ, для разрѣшенія которыхъ мы должны были сдѣлать рядъ опытовъ. Получившіеся при этомъ отвѣты затрогивали цѣлый рядъ новыхъ вопросовъ, которые въ свою очередь были подвергнуты экспериментальному изслѣдованію. Когда такимъ образомъ мы собрали известное количество фактовъ, стоящихъ между собою въ связи, мы построили гипотезу для объясненія этихъ фактовъ. Исходя изъ этой гипотезы, мы сдѣлали рядъ заключеній и предсказаній и эти предсказанія были провѣрены путемъ наблюденія и опыта. Такъ напр. наблюденіе, что при горѣніи свѣчи, послѣдняя исчезаетъ, возбудило вопросъ: исчезаетъ ли совершенно вещество свѣчи, т. е. разрушается-ли оно безъ слѣда или только превращается въ

другія формы вещества. Произведенный опытъ далъ отвѣтъ на этотъ вопросъ, но отвѣтъ этотъ возбуждалъ новый вопросъ: если наблюдаемый процессъ состоитъ только въ измѣненіи формы вещества свѣчи и новое образовавшееся вещество свѣчи вѣситъ болѣе, чѣмъ сама свѣча, то спрашивается, почему оно вѣситъ болѣе? Тогда мы высказали слѣдующую гипотезу: разъ продукты горѣнія вѣсятъ болѣе, чѣмъ свѣча, то вѣроятно горящая свѣча забираетъ что-то внѣ самой себя и разъ свѣча горитъ въ воздухѣ, то это *что-то* можетъ быть содержится въ воздухѣ; эта гипотеза вела за собою заключеніе: если горящая свѣча удаляетъ что-то изъ воздуха, то при этомъ горѣніи количество воздуха должно уменьшаться. Такое заключеніе было провѣрено опытнымъ путемъ и найдено правильнымъ.

Таковъ научный методъ изслѣдованія и только онъ ведетъ къ точному знанію.

ГЛАВА III.

Элементы и соединенія.

Мы уже узнали, что вещество свѣчи составлено изъ углерода и водорода, а иногда и кислорода, что при горѣннн свѣчи въ воздухѣ образуются углекислота и вода и что углекислота состоитъ изъ углерода и кислорода, а вода изъ водорода и кислорода. Доказывая въ предыдущей главѣ присутствіе углерода и водорода въ свѣчѣ, мы приняли на вѣру фактъ постоянства и неизмѣнности состава углекислоты и воды.

Опредѣленное вѣсовое количество чистой углекислоты состоитъ всегда только изъ углерода и кислорода и вѣсъ находящагося въ немъ кислорода всегда въ $2\frac{2}{3}$ раза больше, чѣмъ вѣсъ находящагося въ немъ углерода; точно также опредѣленное вѣсовое количество чистой воды всегда состоитъ только изъ водорода и кислорода и вѣсъ кислорода въ немъ всегда въ 8 разъ болѣе вѣса водорода. Такого рода заключенія были сдѣланы какъ выводъ изъ цѣлага ряда весьма тщательно произведенныхъ анализовъ и синтезовъ различныхъ образчиковъ углекислоты и воды. Если чистый углеродъ вполне сгораетъ въ кислородѣ, то $2\frac{2}{3}$ грамма кислорода неизмѣнно соединяются съ 1-мъ гр. углерода, образуя $3\frac{2}{3}$ гр. углекислоты; остальной же кислородъ совершенно не дѣйствуетъ на взятый углеродъ. Если одинъ граммъ, или одинъ унцъ, или одинъ золотникъ водорода смѣшать съ 8 граммами, или 8 унцами, или 8 золотниками кислорода, и черезъ смѣсь пропустить электрическую искру, то весь водородъ и весь кислородъ исчезаютъ и образуются 9 граммовъ, или 9 унцовъ, или 9 золотниковъ воды. Если же имѣется кислорода болѣе, чѣмъ 8

вѣсовыхъ частей на 1 часть водорода, то избытокъ этотъ остается неизмѣненнымъ; точно также, если на 8 частей кислорода приходится болѣе чѣмъ 1 часть водорода, то излишекъ послѣдняго остается также неизмѣненнымъ.

Эти два вещества—углекислота и вода—суть совершенно опредѣленные виды матеріи; каждое изъ нихъ характеризуется опредѣленнымъ и неизмѣннымъ составомъ и опредѣленными свойствами, отличающими его отъ цѣлаго ряда другихъ веществъ.

Чашка чая въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ довольно опредѣленное вещество по своимъ свойствамъ, но составъ чашки чая мѣняется весьма значительно; иногда въ ней есть молоко или сахаръ, а иногда нѣтъ ни того, ни другого.

Воздушный известковый *растворъ* имѣеть свойства отличныя отъ свойствъ другихъ веществъ, а также и отъ свойствъ песка, извести и воды, изъ которыхъ онъ составленъ. Но было бы весьма трудно найти два образчика «раствора», составленныхъ изъ вполне одинаковыхъ количествъ песка, извести и воды; составъ «раствора» мѣняется въ извѣстныхъ предѣлахъ, хотя при этомъ измѣненіи свойства смѣси песку, извести и воды не настолько измѣняются, чтобы можно было сказать, что какая либо смѣсь ихъ не есть уже болѣе цементъ. Оконная замазка составлена изъ мѣла и масла; если она слишкомъ тверда и жестка, то прибавленіе небольшого количества масла дѣлаеть ее болѣе мягкой и легче поддающейся давленію; если она слишкомъ мягка, то ее можно сдѣлать болѣе твердой, прибавивъ мѣла. При составленіи замазки существуютъ какъ для масла, такъ и для мѣла извѣстные количественные предѣлы; замазка должна быть достаточно тверда, чтобы сохранять приданную ей форму и достаточно мягка, чтобы размазываться подъ давленіемъ руки. Но внутри этихъ количественныхъ предѣловъ, составъ замазки можетъ сильно измѣняться, хотя она и не потеряетъ при этомъ своихъ основныхъ свойствъ.

Такія вещества, какъ чашка чая, «растворъ» или замазка рѣзко отличаются отъ такихъ, какъ углекислота и вода; составъ первыхъ изъ нихъ болѣе или менѣе измѣняется и свойства

различныхъ образчиковъ ихъ не вполне тождественны. Напротивъ составъ послѣднихъ веществъ никогда не измѣняется и свойства различныхъ образчиковъ ихъ абсолютно тождественны. Сверхъ того свойства чашки чая, «раствора» или замазки не особенно отличаются отъ свойствъ тѣхъ веществъ, изъ которыхъ они приготовлены; свойства же углекислоты и воды совершенно отличны отъ свойствъ тѣхъ веществъ, изъ которыхъ они произошли.

Мы уже видѣли, что отношеніе обыкновеннаго воздуха къ горящей лучинкѣ заставляетъ думать, что въ воздухѣ мы имѣемъ дѣло *со смѣсью* кислорода и азота (см. стр. 42).

Насколько можно заключить изъ нашихъ наблюденій, мы имѣемъ право сказать, что обыкновенный воздухъ не отличается особенно отъ составныхъ его частей. Такимъ образомъ обыкновенный воздухъ скорѣе относится къ разряду такихъ веществъ какъ чашка чая, «растворъ», замазка, чѣмъ такихъ, какъ углекислота и вода, а потому при тщательномъ изслѣдованіи можетъ оказаться, что составъ воздуха нѣсколько мѣняется, и что свойства различныхъ образчиковъ воздуха не вполне тождественны.

Быль взять цѣлый рядъ образчиковъ воздуха изъ различныхъ мѣстъ въ городахъ и деревняхъ, и подвергнуть анализу, при чемъ въ результатѣ оказалось, что каждыя 100 куб. дюймовъ, или 100 куб. футовъ, или 100 куб. сантиметровъ воздуха содержать около 21 куб. дюйма (куб. фута или куб. сантиметра) кислорода и около 79 куб. дюймовъ и т. д. азота. Кромѣ того было найдено, что въ 100 объемахъ чистаго деревенскаго воздуха содержаніе кислорода измѣняется отъ 20,85 до 21,0 объема; объемъ же азота измѣняется отъ 79 до 79,15 объема на 100 объемовъ воздуха. Слова нѣтъ, что разница эта не велика, но она совершенно достаточна для доказательства того, что составъ воздуха въ различныхъ мѣстахъ и при различныхъ условіяхъ нѣсколько мѣняется. Кромѣ главныхъ составныхъ частей воздуха — кислорода и азота — въ немъ содержатся небольшія количества углекислоты, амміака и водяныхъ паровъ;

количество углекислоты въ деревенскомъ воздухѣ составляетъ около 3-хъ объемовъ на 10,000 объемовъ воздуха; количество амміака составляетъ около $\frac{1}{10}$ части на 1,000,000 частей воздуха, хотя впрочемъ оно сильно мѣняется; количество же водяного пара измѣняется очень рѣзко въ зависимости отъ мѣстности и времени года. Городской воздухъ содержитъ значительное количество твердыхъ веществъ, какъ напр. сажа и различные газы, образующіеся въ топкахъ жилыхъ домовъ и на фабрикахъ и заводахъ. Вліяніе воздуха различныхъ мѣстностей на здоровье людей достаточно хорошо показываетъ намъ, что свойства воздуха въ разныхъ мѣстахъ не одни и тѣ же. Если бы воздухъ имѣлъ постоянный составъ, а слѣдовательно одни и тѣ же свойства, то «перемѣна воздуха» не имѣла бы того значенія, какое теперь ей приписываютъ.

Итакъ, обыкновенный воздухъ, подобно «раствору» или замазкѣ или чашкѣ чая, не обладаетъ неизмѣннымъ составомъ и неизмѣнными свойствами. Съ другой стороны вода и углекислота отличаются отъ воздуха, «раствора», замазки и чашки чая тѣмъ, что какъ составъ ихъ, такъ и свойства всегда одни и тѣ же.

Вещества, составъ и свойства которыхъ могутъ болѣе или менѣе измѣняться, назовемъ *смѣсями*. Вещества же, неизмѣняющіяся ни въ составѣ, ни въ свойствахъ, назовемъ пока *не-смѣсями*.

Если кучу гравія встряхивать въ грубомъ рѣшетѣ, то онъ раздѣляется на двѣ части—болѣе крупныя и болѣе мелкія зерна. Если просѣять болѣе мелкую часть, то она раздѣлится опять на двѣ порціи, отличающіяся другъ отъ друга величиною зеренъ. Повторяя этотъ процессъ и примѣняя все болѣе и болѣе частыя сита; можетъ быть окажется возможнымъ раздѣлить гравій на 5—6 частей, болѣе или менѣе отличныхъ другъ отъ друга. Если всѣ эти части смѣшать опять вмѣстѣ, то мы получимъ первоначальный гравій. Мы знаемъ, что ни воду, ни углекислоту нельзя раздѣлить на несходныя части путемъ процѣживанія или просѣиванія и что оба эти вещества не получаютъ при простомъ смѣшеніи водорода съ кислородомъ въ одномъ слу-

чаѣ, и углерода съ кислородомъ въ другомъ. Мы кромѣ того знаемъ, что, при пропусканіи электрическаго тока черезъ подкисленную воду, послѣдняя разлагается на два совершенно отличныхъ отъ нея вещества—водородъ и кислородъ; съ другой стороны намъ извѣстно, что вода можетъ образоваться при пропусканіи электрической искры черезъ смѣсь одной вѣсовой части водорода съ 8-мью вѣсовыми частями кислорода. Наконецъ мы знаемъ, что углекислота получается при горѣннй углерода въ избыткѣ кислорода и что одна вѣсовая часть углерода соединяется всегда съ $2\frac{2}{3}$ частями кислорода, образуя $3\frac{2}{3}$ вѣсовыхъ части углекислоты.

Попробуемъ теперь рѣшить вопросъ, можно ли разложить далѣе составныя части воды или углекислоты на несходныя между собой части. Изъ выше произведенныхъ опытовъ (см. опыты 13, 15 и 21 на стр. 21, 25, 35) явствуется, что водородъ, углеродъ и кислородъ могутъ быть превращены въ другія вещества. Когда углеродъ сгораетъ въ избыткѣ кислорода, то онъ исчезаетъ совмѣстно съ нѣкоторымъ количествомъ послѣдняго, при чемъ образуется углекислота; когда водородъ сгораетъ въ избыткѣ кислорода, то также образуется вода, но исчезаетъ водородъ и нѣкоторое количество кислорода. Но ни въ одномъ изъ этихъ случаевъ ни углеродъ, ни водородъ, ни кислородъ *не распадаются* на несходныя между собой части; образующіяся вновь вещества—вода и углекислота—получаются путемъ *присоединенія* кислорода къ углероду или къ водороду; весь исчезнувшій углеродъ, кислородъ, водородъ цѣликомъ содержатся въ образовавшихся углекислотѣ и водѣ. Это доказываютъ многочисленныя тщательно произведенныя опыты. Изъ нихъ слѣдуетъ, что вѣсъ образовавшейся углекислоты вполнѣ равенъ суммѣ вѣсовъ исчезнувшихъ количествъ углерода и кислорода, вѣсъ же углерода и кислорода, полученныхъ изъ углекислоты, точно равенъ вѣсу потребленнаго количества послѣдней; точно также вѣсъ воды, образовавшейся при пропусканіи электрической искры черезъ смѣсь кислорода и водорода, точно равняется суммѣ вѣсовъ потребленныхъ кислорода и водорода, а

сумма вѣсовъ кислорода и водорода, полученныхъ путемъ разложенія воды, точно равняется вѣсу разложенной воды.

Изучающій данную книгу не въ состояніи пока провѣрить эти положенія своими собственными силами; тѣ анализы и синтезы, которые для этого надобно сдѣлать, только въ томъ случаѣ заслуживали бы довѣріе, еслибы экспериментаторъ имѣлъ за собой продолжительную и разнообразную аналитическую практику. Поэтому занимающемуся остается пока принять на вѣру эти положенія, какъ результаты многочисленныхъ количественныхъ опытовъ, произведенныхъ выдающимися учеными съ большою тщательностью.

Но можетъ быть существуютъ другіе процессы, при которыхъ углеродъ, водородъ и кислородъ распадаются на несходныя части. Какого же рода процессы даютъ возможность разлагать вещества на составляющія ихъ части?

Въ этомъ отношеніи нагрѣваніе веществъ иногда даетъ возможность выдѣлить отдѣльно составныя вещества, изъ которыхъ образовано первоначальное вещество.

Разложить мѣдный купоросъ на воду и твердое бѣлое вещество и вновь образовать изъ нихъ мѣдный купоросъ.

Опытъ 27-й. Положимъ немного измельченнаго синяго мѣднаго купороса (сѣрнистой мѣди) въ тонкую чашку или тигель и накроемъ ее сухой стеклянной воронкой; станемъ нагрѣвать порошокъ купороса, перемѣшивая его время отъ времени стеклянной палочкой. Изъ купороса выдѣляется паръ и сгущается на стѣнкахъ воронки въ видѣ водяныхъ капель. Послѣ нагрѣванія въ теченіе нѣкотораго времени въ тиглѣ остается бѣлый порошокъ. Дадимъ ему остыть и нальемъ нѣсколько капель воды на бѣлый порошокъ,—вода вполне впитается и бѣлое вещество станетъ синимъ.

Въ этомъ опытѣ синій купоросъ распался отъ нагрѣванія на воду и бѣлое вещество, а при соединеніи послѣднихъ снова образовался синій купоросъ ¹⁾.

¹⁾ Занимающійся долженъ замѣтить, что опытъ 27 не вполне доказываетъ высказанное только что положеніе. Чтобы вполне доказать это

Въ опытѣ 25 стр. 45 мѣль при нагрѣваніи также разлагался на известь и углекислоту.

Прохожденіе электрическаго тока черезъ вещество также иногда разлагаетъ его на составныя части.

Разложить мѣдный купоросъ, пропуская черезъ него электрическій токъ, на мѣдь и еще что-то другое.

Опытъ 28-й. Пропустимъ черезъ растворъ синяго мѣднаго купороса въ водѣ, подкисленной сѣрной кислотою, электрическій токъ, взявъ двѣ платиновыхъ пластинки, какъ электроды (сравни опытъ 11), и помѣстивъ ихъ въ растворѣ купороса на разстояніи $\frac{1}{2}$ дюйма другъ отъ друга; они ни въ какомъ случаѣ не должны соприкасаться. При пропусканіи тока въ теченіе нѣкотораго времени на одномъ изъ электродовъ образуется осадокъ твердаго краснаго вещества—мѣди.

Въ этомъ опытѣ мѣдный купоросъ распался отъ дѣйствія электрическаго тока на мѣдь (красное твердое вещество) и сѣрную кислоту, которая осталась растворенной въ водѣ.

Иногда вещество можетъ быть разложено на составныя части путемъ взаимодѣйствія съ другимъ веществомъ при нагрѣваніи и безъ его участія.

Разложить мѣдный купоросъ (сѣрно-кислую мѣдь) взаимодействіемъ съ кускомъ желѣза на мѣдь и какое-то другое вещество.

Опытъ 29-й. Приготовимъ водный растворъ сѣрнокислой мѣди, прибавимъ къ нему немного сѣрной кислоты и помѣстимъ въ него желѣзную пластинку. Черезъ нѣсколько минутъ пластинка покрывается краснымъ слоемъ мѣди.

положеніе, надобно было бы доказать, что вѣсъ взятаго для опыта синяго купороса равняется суммѣ вѣсовъ образовавшихся воды и бѣлаго порошка и что затѣмъ вѣсъ образовавшагося вновь синяго купороса также равняется суммѣ вѣсовъ, взятыхъ для образованія соединенія, воды и бѣлаго порошка. Такимъ образомъ полная провѣрка выше даннаго положенія можетъ быть достигнута только путемъ опытовъ количественнаго характера.

Въ этомъ опытѣ мѣдный купоросъ при дѣйствии желѣза распадается на мѣдь и сѣрную кислоту; мѣдь отлагается на желѣзѣ и въ то же самое время часть желѣза растворяется въ сѣрной кислотѣ ¹⁾).

Разложить хлорновато-кислый калий (бертолетовую соль) на кислородъ и бѣлое твердое вещество, дѣйствуя на него углемъ при высокой температурѣ.

Опытъ 30-й. Внесемъ въ сухую пробирку немного измельченнаго *хлорновато-кислаго калия*, бросимъ туда 2 или 3 небольшихъ кусочка угля и закроемъ пробирку хорошо подобранной пробкой, въ которую вставлена еще стеклянная трубка, согнутая подъ угломъ въ 45° и затѣмъ опущенная другимъ концомъ внизъ въ небольшой стаканчикъ съ известковой водою. Станемъ нагрѣвать трубку, пока не начнетъ плавиться хлорноватокислый калий и не станетъ выдѣляться газъ; уголь при этомъ сгораетъ съ большимъ блескомъ и образующійся осадокъ въ известковой водѣ показываетъ, что произошло образование углекислаго газа. Когда уголь вполне сгорѣлъ, дадимъ пробиркѣ вполне остыть, нальемъ въ нее немного дистиллированной воды и будемъ слегка подогрѣвать, пока не растворится хотя часть твердаго остатка пробирки. Выльемъ этотъ растворъ въ чистую пробирку и прибавимъ къ нему нѣсколько капель раствора *азотно-кислаго серебра*; при этомъ образуется бѣлый творожистый осадокъ, падающій на дно пробирки. Растворимъ въ теплой дистиллированной водѣ немного неизмѣннаго хлорновато-кислаго калия и прибавимъ нѣсколько капель раствора азотно-кислаго серебра: осадка не образуется. Слѣдовательно послѣ нагрѣванія угля въ соприкосновеніи съ расплавленнымъ хлорновато-кислымъ калиемъ образуется углекислый газъ, а въ пробиркѣ остается бѣлое твердое вещество вполне отличное отъ хлорновато-кислаго калия.

Бѣлое твердое вещество, дающее въ водномъ растворѣ бѣлый осадокъ по прибавленіи раствора азотнокислаго серебра, называется *хлористымъ калиемъ*. Въ этомъ опытѣ взаимодѣйствіе угля съ расплавленнымъ хлорновато-кислымъ калиемъ повело къ разложенію послѣдняго на два различныхъ вещества: одно изъ нихъ—хлористый калий, осаждающійся въ

¹⁾ См. примѣчаніе къ страницѣ 54.

пробиркѣ въ видѣ бѣлаго твердаго тѣла, другое же—кислородъ, который, сожигая уголь, образуетъ углекислый газъ ¹⁾).

Ни путемъ нагрѣванія, ни пропусканіемъ электрическаго тока, ни путемъ взаимодействія съ другими веществами, ни какимъ-либо другимъ путемъ не было выдѣлено изъ углерода, водорода или кислорода новое вещество, которое бы отличалось отъ углерода, водорода или кислорода.

Слова нѣтъ, что при нѣкоторыхъ процессахъ эти вещества измѣняются, но, какъ показали тщательно произведенные количественные опыты, эти измѣненія состоятъ въ *прибавленіи* къ углероду, водороду или кислороду другихъ веществъ; совершенно ясно было доказано, что при этихъ измѣненіяхъ разсматриваемыя нами вещества не выдѣляютъ изъ себя отличныхъ отъ себя составныхъ частей, которыя бы вѣсили менѣе, чѣмъ первоначальное вещество.

Такъ какъ углеродъ, водородъ и кислородъ суть опредѣленные виды матеріи, характеризуемые каждый опредѣленными, неизмѣнными свойствами, то эти вещества должно отнести къ классу *не-смѣсей* (см. стр. 52). Но углеродъ, водородъ и кислородъ не были разложены на несходственные части, тогда какъ вода и углекислота могутъ быть разложены на новыя отличныя отъ нихъ вещества; отсюда слѣдуетъ, что классъ *не-смѣсей* должно раздѣлить на два подкласса. Тѣ вещества, которыя имѣютъ вполнѣ опредѣленный и неизмѣнный составъ и таковыя же свойства и которыя могутъ быть разложены на несходныя составныя части, отличныя отъ нихъ самихъ,

¹⁾ Очевидно, что высказанное предположеніе можетъ быть окончательно доказано путемъ взвѣшиванія взятаго для опыта хлорноватокислаго калия и оставшагося послѣ опыта хлористаго калия и измѣренія образовавшейся углекислоты; такимъ образомъ можно найти и опредѣлить количество кислорода, содержащагося въ образовавшейся углекислотѣ, такъ какъ составъ углекислоты всегда одинъ и тотъ же. Если сумма вѣсовъ хлористаго калия и кислорода оказывается равною вѣсу хлорноватокислаго калия и если вѣсъ прибора не измѣнился, то разбираемое нами предположеніе окажется доказаннымъ.

называются *соединеніями*; тѣ же, которыя обладаютъ вполнѣ опредѣленными и неизмѣнными свойствами и не могли быть разложены на несходныя съ ними составныя части, называются *элементами* ¹⁾.

Составъ *соединенія* всегда выражаютъ съ помощью *элементовъ*, изъ которыхъ оно составлено; элементы же обозначаются съ помощью особыхъ названій, присвоенныхъ каждому изъ нихъ. При современномъ состояніи знаній мы должны разсматривать *элементъ* какъ особый родъ вещества, однородный во всѣхъ своихъ частяхъ, т. е. каждая часть элемента имѣетъ тѣ же самыя свойства, какъ и всякая другая часть.

Всякое *химическое соединеніе* есть вполнѣ опредѣленное вещество, отличающееся отъ всякихъ другихъ веществъ и вполнѣ опредѣляемое особыми свойствами, а потому оно представляетъ собой вполнѣ однородное тѣло; съ другой стороны мы знаемъ, что каждое соединеніе можетъ быть разложено или можетъ быть образовано путемъ комбинаціи двухъ или большаго числа элементовъ, т. е. двухъ или болѣе видовъ матеріи, которые сами по себѣ отличаются отъ вещества, образовавшагося путемъ совмѣстнаго ихъ соединенія.

Въ опытѣ 25 на стр. 45 мѣла былъ разложенъ путемъ нагрѣванія на известъ и углекислый газъ; эти составныя части мѣла вполнѣ отличны отъ него и каждая изъ нихъ представляетъ собою опредѣленный видъ вещества, обладающій каждый своими особыми свойствами. Но каждая изъ этихъ составныхъ частей мѣла можетъ быть въ свою очередь далѣе разложена на несходныя части. Такъ при совмѣстномъ дѣйствіи нагрѣванія и электричества известъ можетъ быть разложена далѣе на

¹⁾ Занимающійся долженъ обратить вниманіе на признаки *разложенія* одного вещества на другія; если изъ опредѣленнаго вѣса даннаго вещества получаются путемъ разложенія другія вещества не похожія на первоначальныя, то вѣсъ каждаго изъ нихъ долженъ быть менѣе, чѣмъ вѣсъ взятаго первоначальнаго вещества, и сумма вѣсовъ всѣхъ продуктовъ разложенія должна равняться вѣсу разложеннаго первоначальнаго вещества.

кислородъ и желтовато-бѣлое, довольно мягкое тѣло, называемое *кальциемъ*: ни кислородъ, ни кальцій не удалось разложить далѣе на несходныя части или создать ихъ путемъ соединенія различныхъ между собою видовъ вещества. Мы уже знаемъ, что углекислота можетъ быть разложена на углеродъ и кислородъ, а также можетъ быть образована сопоставленіемъ углерода и кислорода при подходящихъ условіяхъ; но нельзя образовать углеродъ или кислородъ, соединяя вмѣстѣ два или болѣе несходныхъ вещества, и точно также нельзя ни одного изъ нихъ разложить на какія либо новыя несходныя вещества. Первоначальный анализъ мѣла, т. е. разложеніе его на составныя части показываетъ, что это вещество состоитъ изъ извести и углекислоты; но болѣе полный и детальный анализъ выясняетъ намъ, что мѣлъ состоитъ изъ углерода, кислорода и кальція. Химическое соединеніе — мѣлъ — составлено изъ соединеній — углекислоты и извести; но сама углекислота составлена изъ элементовъ углерода и кислорода, а известь — изъ элементовъ кальція и кислорода.

Мы уже говорили о томъ, что воздухъ представляетъ собою смѣсь такихъ веществъ, какъ кислородъ, азотъ, углекислота, амміакъ и пары воды; изъ этихъ составныхъ частей воздуха ни кислородъ, ни азотъ не могли быть разложены на несходныя части, а потому ихъ слѣдуетъ отнести къ классу элементовъ; углекислота же, вода, а также амміакъ суть соединенія.

Каждое соединеніе можетъ быть образовано путемъ взаимодѣйствія двухъ и болѣе элементовъ, а слѣдовательно и можетъ быть разложено на два и болѣе элемента; сумма вѣсовъ элементовъ, на которые можетъ быть разложено соединеніе или путемъ взаимодѣйствія которыхъ соединеніе образовалось, равняется вѣсу взятаго соединенія. Способы, путемъ которыхъ можно образовать соединенія изъ элементовъ, весьма различны; способы, путемъ которыхъ соединенія могутъ быть разложены на ихъ составныя элементарныя части, также весьма разнообразны, но большинство изъ нихъ принадлежитъ къ одному

изъ тѣхъ основныхъ типовъ, которые были иллюстрированы опытомъ (опыты 28—30, стр. 55—56), а именно дѣйствіе теплоты, электрическаго тока, взаимодѣйствіе съ другими веществами, или же комбинаціи указанныхъ способовъ по нѣсколько вмѣстѣ.

Каждый опредѣленный видъ вещества, который не могъ быть образованъ путемъ соединенія двухъ и болѣе не сходныхъ между собой видовъ вещества и не могъ быть разложенъ на нѣсколько несходныхъ веществъ, относится къ классу элементовъ. Надо впрочемъ замѣтить, что то, что мы называемъ сегодня элементомъ, завтра можетъ оказаться соединеніемъ, такъ какъ время отъ времени открываютъ новые методы разложенія веществъ на несходныя части.

Пока химики не пользовались услугами гальванической батареи, то полагали, что известъ нельзя разложить на составныя части. Но съ тѣхъ поръ какъ Деви получилъ изъ извести два отличающихся отъ нея вещества, пропусканіемъ черезъ нее электрическаго тока, то известъ пришлось отнести къ классу соединеній. Такимъ образомъ, когда говорятъ, что то или другое тѣло—элементъ, то, собственно говоря, не утверждаютъ его абсолютной однородности, а только хотятъ показать, что до сихъ поръ это тѣло не было разложено на разнородныя части.

Въ настоящее время мы имѣемъ возможность дать себѣ довольно полный отчетъ въ тѣхъ явленіяхъ, которыя происходятъ при горѣніи свѣчи въ воздухѣ, при чемъ мы будемъ пользоваться новыми терминами, съ которыми только что ознакомились. Вещество, изъ котораго сдѣлана свѣча, есть смѣсь нѣсколькихъ соединеній элементовъ углерода и водорода; эта смѣсь кромѣ того обыкновенно содержитъ нѣкоторыя соединенія элементовъ углерода, водорода и кислорода. Когда такая смѣсь соединеній горитъ въ воздухѣ, который въ свою очередь представляетъ собою смѣсь элементовъ кислорода и азота (содержащую небольшія количества такихъ соединеній какъ вода, углекислота и амміакъ), то соединенія углерода съ водородомъ или углерода съ водородомъ и кислородомъ, содержащіяся въ веществѣ свѣчи,

взаимодѣйствуютъ, или, какъ говорятъ, *реагируютъ* съ кислородомъ воздуха. Элементъ углеродъ выходитъ изъ соединенія съ водородомъ или изъ соединенія съ водородомъ и кислородомъ и вступаетъ въ соединеніе съ элементомъ кислородомъ, образуя при этомъ углекислоту; въ свою очередь элементъ водородъ выходитъ изъ соединенія съ углеродомъ или изъ соединенія съ углеродомъ и кислородомъ, съ которыми онъ былъ раньше связанъ, и вступаетъ въ соединеніе съ кислородомъ, образуя при этомъ соединеніе воду. Что касается другой составной части воздуха—элемента азота, то онъ не подвергается никакому измѣненію. Если мы имѣемъ воздуха больше, чѣмъ сколько надобно для полнаго сгоранія вещества свѣчи, то этотъ избытокъ воздуха также не подвергается измѣненію.

Вначалѣ мы имѣли смѣсь соединеній углерода и водорода (и отчасти кислорода) съ одной стороны и смѣсь элементовъ кислорода и азота съ другой; послѣ же горѣнія мы имѣемъ смѣсь азота съ соединеніемъ углерода и кислорода (углекислота) и соединеніемъ водорода и кислорода (вода); при этомъ процессѣ происходитъ два ряда измѣненій совершенно опредѣленнаго характера: измѣненія въ составѣ и измѣненія въ свойствахъ. Составъ различныхъ образцовъ свѣчей не вполне одинаковъ. Точно также не вполне одинаковъ и составъ различныхъ образцовъ воздуха, но зато вполне опредѣленъ и неизмѣненъ какъ составъ тѣхъ соединеній, смѣсь которыхъ составляетъ вещество свѣчи, такъ и составъ веществъ, образующихся при горѣніи свѣчи. Свойства сальныхъ свѣчей несомнѣнно отличаются отъ свойствъ восковыхъ; даже въ одной и той же свѣчѣ отдѣльныя ея части не абсолютно тождественны въ своихъ свойствахъ; но зато свойства каждаго изъ соединеній, находящихся въ свѣчѣ, одни и тѣ же, какія бы свѣчи мы не взяли, лишь бы въ нихъ находилось данное соединеніе. Точно также свойства образующихся при горѣніи соединеній—воды и углекислоты, всегда одни и тѣ же, происходятъ-ли они отъ горѣнія сальной или стеариновой или восковой и т. д. свѣчи.

Тѣ измѣненія, которыя происходятъ при горѣннн свѣчи, суть характерныя химическiя измѣненія. Чтобы разъяснить эти измѣненія, мы должны были заняться изслѣдованiемъ состава веществъ свѣчи, тѣхъ продуктовъ, которые образуются при ея горѣннн и состава воздуха до и послѣ горѣннн. Это изслѣдованiе привело насъ къ опредѣленiю элементовъ, входящихъ въ составъ тѣхъ соединений, которыя содержатся въ свѣчѣ, а также элементовъ, входящихъ въ составъ воздуха. Кромѣ того намъ пришлось опредѣлить и количества этихъ элементовъ, содержащихся въ опредѣленныхъ количествахъ какъ продуктовъ горѣннн, такъ и воздуха. Чтобы окончательно изслѣдовать и разъяснить разсматриваемое нами химическое измѣненiе, надобно изслѣдовать свойства соединений, содержащихся въ свѣчѣ, и свойства элементовъ, образующихъ эти соединения, и установить связь между свойствами элементовъ и свойствами образуемыхъ ими соединений. Наконецъ намъ надобно опредѣлить свойства элементовъ воздуха и установить ихъ связь со свойствами тѣхъ соединений, которыя образуются при горѣннн свѣчи въ воздухѣ.

Задачи химiи, какъ науки, состоятъ въ изученiи свойствъ элементовъ и соединений, состава соединений, связи между составомъ и свойствами соединений и связи между составомъ и свойствами соединений съ одной стороны и свойствами тѣхъ элементовъ, изъ которыхъ состоятъ эти соединения, — съ другой. Тѣ измѣненія состава и свойствъ, которыя имѣютъ мѣсто при произрастанiи растений, представляютъ собою примѣры химическихъ измѣненiй. Живое растение поглощаетъ изъ почвы съ помощью корней нѣкоторыя опредѣленные вещества; другiя вещества оно извлекаетъ съ помощью своихъ листьевъ изъ воздуха. При взаимодействiи поглощенныхъ элементовъ и ихъ соединений подъ влiянiемъ солнечнаго свѣта происходитъ рядъ химическихъ процессовъ, въ результатѣ которыхъ появляются весьма разнообразныя соединения, смѣсь которыхъ, накопляясь въ стволѣ, тканяхъ, листьяхъ и цвѣтахъ растений, обуславливаетъ ростъ послѣднихъ.

Нѣжная весенняя зелень, роскошная темная лѣтняя листва, которая такъ украшаетъ длинные лѣтніе дни, поразительная игра желтыхъ и красныхъ окрасокъ, появляющихся въ листьѣ осенью передъ переходомъ къ зимѣ, все это говоритъ уму химика о цѣломъ рядѣ опредѣленныхъ химическихъ измѣненій. Въ каждый моментъ годового цикла химикъ видитъ игру неизмѣнныхъ законовъ; онъ знаетъ, что это разнообразіе явленій обусловливается сравнительно небольшимъ числомъ причинъ, постоянно дѣйствующихъ, и хотя онъ не можетъ предсказать, въ какой формѣ выразится игра разнообразныхъ условий, при которыхъ совершается проявленіе законовъ природы, но во всякомъ случаѣ во всемъ разнообразіи явленій онъ можетъ открыть дѣйствіе однѣхъ и тѣхъ же причинъ. Выясненіе единства причинъ въ разнообразіи явленій и составляетъ конечную цѣль его изслѣдованій и является наградой за его упорный трудъ.

Многіе процессы, лежащіе въ основаніи различныхъ видовъ заводской и фабричной дѣятельности, представляютъ собою примѣры химическихъ измѣненій. Соединеніе, называемое *сѣрной кислотой* (двуокись сѣры), образуется при горѣніи элемента *сѣры* въ воздухѣ; если дать этому соединенію взаимодействовать съ другимъ соединеніемъ, извѣстнымъ подъ названіемъ *двуоксида азота*—оно состоитъ изъ элементовъ азота и кислорода и получается изъ селитры—въ присутствіи пара, то образуется *купоросное масло*, т. е. *сѣрная кислота*. Кислота эта представляетъ собою соединеніе элементовъ—водорода, кислорода и сѣры; изученіе соотношеній между составомъ и свойствами этой кислоты и соотношеній между составомъ и свойствами ея съ одной стороны и свойствами элементовъ ея составляющихъ съ другой стороны есть задача химіи. Если мы смѣшаемъ сѣрную кислоту съ обыкновенной поваренной солью, то выдѣлится кислый газъ и образуется твердое вещество, отличное отъ поваренной соли и сѣрной кислоты; если это твердое вещество смѣшать съ мѣломъ и углемъ, сильно накаливъ и затѣмъ, давъ остыть расплавленной

массѣ, выщелочить ее водою, то получается растворъ, при выпариваніи котораго выдѣляются кристаллы обыкновенной соды. Анализъ показываетъ, что составъ сѣрной кислоты, поваренной соли и соды вполне опредѣленъ и неизмѣненъ: эти вещества суть опредѣленные химическія соединенія. Тѣ измѣненія состава, которыя имѣютъ мѣсто при изготовленіи кристаллической соды изъ поваренной соли, а также измѣненія свойствъ, соотвѣтствующія измѣненію состава, представляютъ собой объекты изслѣдованія для химиковъ.

Извлеченіе металловъ изъ рудъ, окраска матерій, приготовленіе и очистка эфирныхъ маселъ, приготовленіе и примѣненіе цементовъ, дубленіе кожъ, приготовленіе чернилъ и сотни другихъ процессовъ представляютъ собою примѣры химическихъ измѣненій, лежащихъ въ основѣ весьма важныхъ видовъ промышленности.

Во всѣхъ этихъ процессахъ происходятъ опредѣленные измѣненія въ составѣ веществъ, сопровождаемые соотвѣтственнымъ измѣненіемъ свойствъ; элементы соединяются въ опредѣленныхъ количествахъ съ другими элементами; опредѣленные количества соединеній реагируютъ съ опредѣленными количествами другихъ соединеній, при чемъ элементарныя составныя части ихъ перераспредѣляются въ новыя формы соединеній и образующіяся такимъ путемъ новыя вещества проявляютъ особыя характерныя и неизмѣнныя свойства.

Въ настоящее время извѣстно около 70 различныхъ веществъ, изъ которыхъ ни одно не могло быть разложено на несходныя части или наоборотъ создано путемъ взаимодействія двухъ и болѣе несходныхъ между собой веществъ. При соединеніи этихъ элементовъ образуются всѣ тѣ соединенія, которыя получены химиками. Эти элементы весьма сильно различаются въ своихъ свойствахъ. Одни изъ нихъ, какъ напр. *кислородъ*, *водородъ* и *азотъ*, суть безцвѣтные газы; другіе, какъ напр. *хлоръ* и *фторъ*, суть окрашенные газы; нѣкоторые изъ нихъ представляютъ жидкости, какъ напр. *ртуть* и *бромъ* (тяжелая красная жидкость), но большинство изъ нихъ твердыя тѣла.

Всѣ металлы относятся къ классу элементовъ; таковы, напр., *железо, цинкъ, свинецъ, олово, мѣдь, серебро, золото, платина, никкель, алюминій и ртуть*. Къ элементамъ принадлежатъ также *сѣра, іодъ, мышьякъ, углеродъ и фосфоръ*.

Задача химика—опредѣлить свойства этихъ элементовъ и свойства и составъ образующихся изъ нихъ соединений, а также сдѣлать изъ добытыхъ путемъ изученія фактовъ выводъ по возможности широкаго и общаго значенія.

ГЛАВА IV.

Тепловыя измѣненія, сопровождающія процессъ горѣнія.

Измѣненія состава и свойствъ, имѣющія мѣсто при горѣнїи свѣчи, свѣтильнаго газа, куска дерева или угля, весьма сходны между собой. Въ каждомъ случаѣ мы исходимъ изъ смѣси соединеній углерода и водорода или соединеній углерода, водорода и кислорода, при чемъ эти послѣднія измѣняются въ смѣсь соединеній—углекислоты и воды; въ случаѣ горѣнія дерева и угля въ числѣ продуктовъ горѣнія является еще твердая зола. Для совершенія этихъ измѣненій необходимъ кислородъ, который и доставляется окружающимъ воздухомъ.

При каждомъ случаѣ горѣнія мы замѣчаемъ образованіе тепла и свѣта, т. е. пламени. Въ каждомъ случаѣ происходитъ быстрый химическій процессъ и пока этотъ процессъ совершается, мы ощущаемъ тепло и видимъ пламя; если потушить свѣчу, или газовый рожокъ, или пылающее дерево, или уголь, то измѣненіе свойствъ и состава приостанавливается и точно также прекращается выдѣленіе тепла и свѣта. Это явленіе можно сравнить съ водянымъ колесомъ, которое вращается, благодаря паденію воды въ рѣкѣ отъ верхняго до нижняго уровня; пока вода низвергается черезъ колесо, послѣднее вращается, но разъ мы затворимъ шлюзъ, то вода перестаетъ течь и колесо останавливается.

Отчего же проявляется теплота, когда совершаются нѣкоторые химическіе процессы? Всегда-ли перераспредѣленіе элементовъ и разрушеніе соединеній сопровождается выдѣленіемъ тепла? Что такое тепло? Почему горѣніе свѣчи или газо-

ваго рожка представляют собою легко наблюдаемые процессы, тогда какъ другія химическія измѣненія, какъ напр., ржавленіе желѣза и постепенное превращеніе пищи въ нашемъ тѣлѣ въ кости, кровь и мускулы не даютъ матеріала для нашихъ зрительныхъ ощущеній. Что такое свѣтъ? Что такое пламя? Отвѣты на эти вопросы скорѣе относятся къ области физики, чѣмъ химіи, но мы все таки скажемъ о нихъ теперь нѣсколько словъ.

Теплота не есть родъ или форма вещества. Всякое вещество имѣетъ вѣсъ, между тѣмъ при нѣкоторыхъ измѣненіяхъ вещества можно получить большія количества тепла, хотя самое количество вещества не подвергается никакому измѣненію. Такъ при высверливаніи жерла въ пушкѣ получаютъ большія количества тепла, но вѣсъ высверленной пушки вмѣстѣ со стружками и сверлильнымъ аппаратомъ равняется вѣсу пушки и сверлильнаго аппарата до начала сверленія. Если въ водѣ быстро вращать мѣшалку, то вода начинаетъ нагрѣваться, но вѣсъ всего прибора послѣ того, какъ было образовано большее количество тепла, совершенно таковъ же, какъ вѣсъ прибора до начала операци.

Хотя теплоту нельзя измѣрять взвѣшиваніемъ, такъ какъ она не вѣсима, но ее можно мѣрить, опредѣляя количество работы, которое она можетъ произвести при опредѣленныхъ условіяхъ. Теплота есть одинъ изъ естественныхъ агентовъ для производства работы и поэтому примѣняется для приведенія въ дѣйствіе самыхъ разнообразныхъ машинъ. Потокъ воды можетъ падать сверху внизъ, не производя никакой работы полезной для человѣка, но если устроить водяное колесо и заставить его вращаться, пустивъ на него ниспадающій потокъ воды, то механизмъ, соединенный съ водянымъ колесомъ, приходитъ въ движеніе и получается полезная работа, хотя количество воды, проносящееся чрезъ мельницу, нисколько не стало меньше, чѣмъ раньше.

Текущая вода можетъ произвести то, что невозможно для воды, находящейся на неизмѣнномъ уровнѣ. Мы можемъ сравнить кусокъ угля (до горѣнія) съ массой воды передъ водя-

нымъ колесомъ; тогда измѣненіе угля и воздуха въ углекислоту, воду и азотъ является аналогичнымъ паденію воды до нижняго уровня. Пока совершается химическій процессъ, то выдѣляется тепло, которое можетъ производить работу, напр., двигать какой-нибудь механизмъ; когда же химическій процессъ прекратился, то работа уже не можетъ производиться до тѣхъ поръ, пока не будутъ найдены какіе-либо способы подвергнуть продукты горѣнія такимъ новымъ измѣненіямъ, при которыхъ выдѣлялась бы теплота. Такъ, когда вода достигаетъ низшаго уровня, то она перестаетъ давать работу, пока не начнетъ падать еще ниже; въ послѣднемъ случаѣ она вновь можетъ давать работу.

Кромѣ теплоты могутъ производить работу, также и другіе естественные агенты, каковы, напр., электричество, свѣтъ, движущіяся тѣла и т. д. Все, что можетъ производить работу, но не есть вѣсомое вещество, называется *энергіей*. Одинъ родъ энергіи можетъ быть преобразованъ въ другіе, при чемъ этотъ переходъ въ однихъ случаяхъ можетъ идти до конца, въ другихъ же случаяхъ онъ не полонъ. Одинъ родъ энергіи можетъ производить такого рода работу, которой другіе роды энергіи не могутъ дать.

Сумма различныхъ родовъ энергіи какой-нибудь части вещества, взятаго совершенно отдѣльно, внѣ соприкосновенія съ другими частями вещества, постоянна и неизмѣнна, хотя количество одного рода энергіи въ ней можетъ возрастать при соответственномъ уменьшеніи количества другой энергіи. Подобно тому, какъ мы обыкновенно говоримъ, что количество вещества во вселенной опредѣленно и неизмѣнно, хотя формы вещества весьма разнообразны и до извѣстной степени могутъ переходить одна въ другую, точно также можно сказать, что количество энергіи во вселенной опредѣленно и неизмѣнно, хотя формы энергіи весьма разнообразны и въ извѣстныхъ предѣлахъ могутъ переходить одна въ другую ¹⁾.

¹⁾ Конечно, теоретическое толкованіе обоихъ только что высказанныхъ предположеній завясятъ отъ толкованія слова *вселенная*; но для практическихъ цѣлей смыслъ этихъ положеній достаточно ясенъ.

Изъ всѣхъ видовъ энергіи теплота является такой энергіей, въ которую легче и удобнѣе всего перевести всѣ другіе виды энергіи.

Мы увидимъ впоследствии, что всякое химическое измѣненіе сопровождается или потерей или придачей тепла къ той системѣ веществъ, составъ и свойства которой подвергаются измѣненію.

Перейдемъ теперь къ разсмотрѣнію измѣненной состава, имѣющихъ мѣсто при горѣніи свѣчи или угля. Въ обоихъ случаяхъ такъ же, какъ и при горѣніи свѣтильнаго газа или куска дерева, происходитъ быстрое соединеніе кислорода съ элементами горючаго вещества. Кислородъ доставляется изъ воздуха; если послѣдній удалить, то горѣніе прекращается. Поставимъ теперь слѣдующій опытъ.

Сжечь фосфоръ въ кислородѣ, который получается путемъ реакціи купороснаго масла (сѣрной кислоты) съ хлорноватокислымъ калиемъ.

Опытъ 31-й. Возьмемъ около 5 граммъ хлорновато-кислаго калия—не въ видѣ порошка, а въ видѣ небольшихъ кристалловъ—и помѣстимъ ихъ въ узкій бокалъ; сверху хлорновато-кислаго калия положимъ два или три небольшихъ кусочка фосфора и нальемъ на нихъ немного воды. Помѣстимъ въ стаканъ стеклянную трубку, снабженную сверху воронкой такъ, чтобы нижній конецъ трубки касался хлорновато-кислаго калия и нальемъ 5 или 6 капель крѣпкой сѣрной кислоты въ эту трубку. Фосфоръ загорается и горитъ подъ водой ¹⁾.

Вызывающій это горѣніе кислородъ получается путемъ реакціи между хлорноватокислымъ калиемъ и сѣрной кислотой. Опытъ 21-й показалъ намъ уже, что изъ хлорноватокислаго калия можно получить кислородъ, и фосфоръ горитъ въ полученномъ такимъ способомъ кислородѣ. Кислородъ же, сожигающій одну изъ составныхъ частей всей данной системы, т. е. фосфоръ, достав-

¹⁾ Производя этотъ опытъ, должно брать весьма небольшія количества веществъ, такъ какъ иначе можетъ произойти взрывъ.

ляется путемъ взаимодействія двухъ другихъ составныхъ частей той же системы—сѣрной кислоты и хлорновато-кислаго калия, а не получается изъ воздуха.

Обыкновенный порохъ и гремучая вата суть вещества, составленные изъ весьма горючихъ веществъ, сопровождаемыхъ большимъ количествомъ кислорода, но не свободного, а связаннаго съ другими элементами; когда такія вещества горятъ, то кислородъ для сожиганія горючаго матеріала содержится уже въ самомъ веществѣ. Такъ обыкновенный порохъ есть смѣсь химическаго соединенія—селитры (азотно-кислаго калия) съ элементами сѣрой и углеродомъ (древесный уголь); селитра есть соединеніе элементовъ азота, калия и кислорода и содержитъ около 50% послѣдняго. Сѣра и углеродъ легко сгораютъ съ кислородомъ селитры и образуютъ при этомъ сѣрнистую кислоту и уголекислоту въ газообразномъ состояніи. Если зажечь порохъ, то часть сѣры или углерода или обоихъ вмѣстѣ загорается; при этомъ выдѣляется теплота, которая вызываетъ разложеніе селитры, сопровождающееся выдѣленіемъ кислорода. Такимъ образомъ кислородъ выдѣляется, находясь въ весьма тѣсномъ сосѣдствѣ съ горючими веществами углеродомъ и сѣрой; химическій процессъ быстро развивается, и такъ какъ необходимый для горѣнія кислородъ доставляется самимъ же порохомъ, то послѣдній будетъ горѣть въ замкнутомъ пространствѣ внѣ доступа воздуха, хотя бы мы и прекратили доступъ огня извнѣ къ пороху. Такъ какъ продукты горѣнія сѣры и углерода суть газы, то образуясь, они занимаютъ гораздо большій объемъ, чѣмъ самъ порохъ; благодаря этому при быстромъ сгораніи пороха въ замкнутомъ пространствѣ происходитъ взрывъ.

Гремучая вата есть соединеніе элементовъ углерода, водорода, кислорода и азота, содержащее около 60% кислорода; при зажиганіи гремучая вата сгораетъ цѣликомъ въ газообразные продукты—главнымъ образомъ уголекислоту, водяной паръ и азотъ, причѣмъ весь необходимый для горѣнія кислородъ доставляется самой же гремучей ватой. Поэтому, если процессъ

протекаетъ быстро и въ ограниченномъ пространствѣ, то онъ переходитъ во взрывъ.

Всѣ три случая горѣнія, которые мы разсмотрѣли, весьма сходны съ тѣми, которые имѣютъ мѣсто при горѣнии свѣчи или свѣтильнаго газа: во всѣхъ нихъ главную роль играетъ кислородъ. При горѣнии свѣчи или угля кислородъ доставляется главнымъ образомъ воздухомъ, которымъ окружено горящее тѣло; но при горѣнии фосфора (опытъ 31) или пороха или гремучей ваты кислородъ доставляется самимъ веществомъ, подвергающимся химическому измѣненію.

Итакъ процессъ горѣнія можно пока характеризовать какъ процессъ химическаго измѣненія, протекающаго быстро, сопровождаемаго выдѣленіемъ тепла и свѣта и состоящаго изъ соединенія кислорода съ другими элементами, обыкновенно съ углеродомъ и водородомъ.

Но могутъ быть химическіе процессы, которые сопровождаются выдѣленіемъ тепла и свѣта, хотя и не требуютъ участія кислорода. Для примѣра произведемъ слѣдующій опытъ.

Сжечь мѣдь въ паряхъ сѣры.

Опытъ 32-й. Возьмемъ довольно большое количество сѣры и помѣстимъ ее въ объемистую, круглодонную, стеклянную колбу; колбу эту поставимъ на тонкостѣнную желѣзную чашку, на дно которой былъ предварительно насыпанъ песокъ. Будемъ нагрѣвать эту такъ называемую *песчаную баню* съ помощью большой Бунзеновской горѣлки, пока сѣра не начнетъ плавиться и затѣмъ кипѣть. Когда сѣра такимъ образомъ хорошо нагрѣется, возьмемъ тонкій мѣдный листъ и нарѣжемъ изъ него полосокъ длиною въ 25—30 сантиметровъ и шириной въ 0,6 сантиметра. Когда сѣра прокипитъ въ теченіе 5 или 10 минутъ и колба наполнится парами сѣры, то возьмемъ одну изъ мѣдныхъ полосокъ, нагрѣемъ ее конецъ на пламени горѣлки и погрузимъ полоску въ колбу, пока конецъ ее почти что приблизится къ поверхности расплавленной сѣры. Мѣдь загорается въ паряхъ сѣры и издаетъ красное пламя. Опытъ этотъ можно продѣлать съ нѣсколькими полосками мѣди.

Данный опытъ знакомитъ насъ со случаемъ быстрого соединенія сѣры съ мѣдью, при чемъ это химическое измѣненіе сопровождается выдѣленіемъ тепла и свѣта.

Терминъ -- *горѣніе* — обыкновенно прилагается въ химіи ко всѣмъ быстро протекающимъ химическимъ процессамъ, сопровождаемымъ выдѣленіемъ тепла и свѣта, причемъ все равно, принимаетъ-ли кислородъ или не принимаетъ участіе въ этихъ процессахъ. Если сгорающее вещество и продукты горѣнія суть твердыя вещества, то они настолько нагрѣваются при горѣніи, что испускаютъ свѣтъ, но не пламя. Если-же въ горѣніи принимаютъ участіе газы и продукты горѣнія нагрѣваются такъ, что свѣтятся, то горѣніе, какъ говорятъ, сопровождается пламенемъ.

Вода и углекислота, образующіяся при горѣніи обыкновенныхъ освѣтительныхъ матеріаловъ, сами по себѣ не горючи. Точно также не можетъ горѣть и твердая зола, проваливающаяся черезъ колосники при топкѣ печи углемъ или деревомъ. Но возможно-ли получить изъ золы вновь горючій матеріалъ и возможно ли сгорѣвшія уже вещества преобразовать въ первоначальныя, способныя горѣть?

Вопросъ этотъ весьма важенъ. Возьмемъ случай паровой машины, которая работаетъ при затратѣ на нее топлива; если топливо израсходовано, то есть-ли какая-нибудь возможность вновь воссоздать его? «Не стоитъ поднимать этотъ вопросъ», можете вы сказать, «такъ какъ запасы угля еще обильны». Да, запасы угля и дерева обильны, но не неисчислимы. Если мы сожжемъ всѣ существующія на землѣ горючія вещества, то какимъ же путемъ мы будемъ добывать себѣ тепло и свѣтъ?

Вернемся къ золѣ, которая получается при горѣніи свѣчи. Эта зола представляетъ собою смѣсь соединеній — воды и углекислаго газа; хотя мы и не видимъ этихъ веществъ, но мы въ правѣ называть ихъ золою, такъ какъ они остаются послѣ горѣнія свѣчи и сами по себѣ не горятъ.

Въ опытѣ 11 на стр. 17 водородъ и кислородъ были получены пропусканіемъ электрическаго тока черезъ подкисленную воду. Такъ какъ вода образуется при горѣніи смѣси водорода и кислорода, то процессъ разложенія подкисленной воды на водородъ и кислородъ пропусканіемъ черезъ нее электриче-

скаго тока можетъ быть названъ процессомъ обратнымъ горѣнію воды.

Поставимъ теперь новый опытъ.

Разложить воду, пропуская пары воды надъ раскаленнымъ докрасна желѣзомъ.

Опытъ 33-й. Построимъ приборъ, какъ это показано на рис. 17. Колба снабжена пробкой, черезъ которую пропущена короткая стеклянная трубка, входящая другимъ концомъ въ другую пробку; послѣдняя вставлена въ широкую стеклянную трубку съ выдутымъ посерединѣ шарикомъ. На другомъ концѣ этой широкой трубки вставлена пробка съ отводной трубкой, нижній ковецъ которой погруженъ въ небольшую чашку съ водою. Удалимъ на время пробку *a* и помѣстимъ въ шарикъ трубки побольше мелкаго порошковаго металлическаго желѣза, такъ чтобы оно наполнило нижнюю часть шарика, нальемъ воды въ колбу и зажжемъ подъ нею

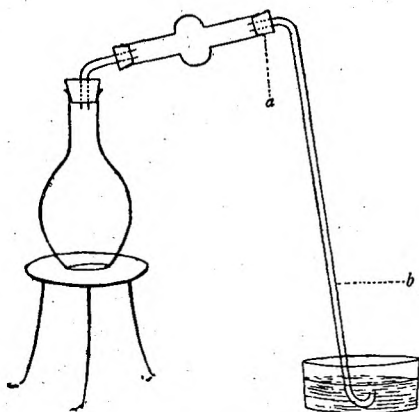


Рис. 17.

Бунзеновскую горѣлку; когда вода закипитъ, то установимъ пламя такъ, чтобы вода хорошо кипѣла, затѣмъ нагрѣемъ немного шарикъ, вставимъ въ трубку пробку *a* и будемъ продолжать нагрѣвать шарикъ, сначала осторожно, обводя вокругъ него пламя для равномернаго нагрѣванія, а затѣмъ нагрѣемъ сильнѣе; немного погодя, желѣзо начинаетъ накаливаться и черезъ отводную трубку *b* начинаетъ выдѣляться газъ. Наполнимъ двѣ пробирки водою, и погрузимъ ихъ отверстиемъ внизъ въ чашку съ водою, обозначенную на рисункѣ. Послѣ того, какъ газъ свободно выдѣлялся изъ *b* въ теченіе нѣсколькихъ минутъ, надставимъ надъ концомъ отводной трубки одну изъ пробирокъ съ водою и будемъ ее держать, пока она не наполнится вполне газомъ. Закроемъ подъ водою отверстие этой пробирки большимъ пальцемъ, выйдемъ ее изъ воды,

держа отверстиемъ внизъ, отнимемъ палецъ и немедленно поднесемъ ее, по прежнему держа отверстиемъ внизъ, къ пламени; газъ въ пробиркѣ загорается едва видимымъ пламенемъ. Наполнимъ другую пробирку этимъ же газомъ, повернемъ ее отверстиемъ вверхъ, отнимемъ палецъ и черезъ минуту—двѣ поднесемъ къ отверстию пробирки зажженную спичку. Мы при этомъ ничего не наблюдаемъ, такъ какъ газъ уже улетѣлъ изъ пробирки.

Газъ, получающійся при пропусканіи водяного пара надъ раскаленнымъ порошковатымъ желѣзомъ, есть *водородъ*. Сравнить съ опытами 13 и 23 стр. 21 и 37.

Будемъ продолжать пропускать паръ надъ нагрѣваемымъ въ шарикѣ желѣзомъ, пока желѣзо свѣтится и изъ отводной трубки выходитъ газъ. Отъ времени до времени осторожно встряхиваемъ трубку съ шарикомъ, чтобы подвергнуть дѣйствию пара свѣжую поверхность желѣза. Когда процессъ кончился, то удалимъ чашку съ водой, дадимъ остыть трубкѣ съ шарикомъ и изслѣдуемъ его содержимое. Вещество, находящееся въ шарикѣ, обладаетъ болѣе темнымъ цвѣтомъ и вообще отличается отъ желѣза.

Такъ какъ мы нашли, что при нагрѣваніи желѣза въ парахъ воды оно раскаливается и такъ какъ мы знаемъ, что желѣзо, находящееся въ влажномъ воздухѣ, ржавѣетъ, т. е. соединяется съ кислородомъ (см. опытъ 17 стр. 29), кромѣ того такъ какъ мы получили водородъ, пропуская паръ надъ нагрѣтымъ желѣзомъ, и знаемъ, что водяной паръ состоитъ изъ водорода и кислорода, то, въ видѣ вывода изъ всего этого, мы можемъ сказать, что въ опытѣ 33 вода была разложена путемъ взаимодействія между ней и нагрѣтымъ желѣзомъ и что кислородъ воды соединился съ желѣзомъ, образуя соединеніе желѣза и кислорода.

Показать, что черное вещество, получающееся при пропусканіи водяного пара надъ раскаленнымъ желѣзомъ, есть соединеніе кислорода.

Опытъ 34-й. Соединимъ приборъ для приготовленія водорода и его осушенія съ стеклянной трубкой съ шарикомъ, содержащимъ черное вещество, образовавшееся при нагрѣваніи желѣза въ парахъ воды въ опытѣ 33; соединимъ другой конецъ этой трубки съ небольшою *сухой* U-образной

трубкой, см. опытъ 3 и рис. 2. Погрузимъ U-образную трубку въ холодную воду, какъ это показано въ опытѣ 3 и заставимъ выдѣляться водородъ. Послѣ того какъ водородъ выдѣлялся медленнымъ токомъ въ теченіе 10 минутъ, начнемъ нагрѣвать трубку съ шарикомъ сначала осторожно, а потомъ сильно; дадимъ выдѣляться водороду еще въ теченіе 10—15 минутъ. Мы замѣтимъ при этомъ, что въ охлажденной, *сухой* U-образной трубкѣ собралось нѣсколько капель свѣтлой прозрачной жидкости. Докажемъ, что эта жидкость есть вода, показавъ, что она кипитъ при 80° Р. или 100° Ц., какъ это описано въ опытѣ 3, стр. 6.

Результатъ этого опыта показываетъ намъ, что черное вещество, образовавшееся при пропусканіи пара надъ желѣзомъ, содержитъ кислородъ и тѣмъ подтверждаетъ наше предположеніе, что паръ разлагается раскаленнымъ желѣзомъ, такъ что кислородъ водяного пара соединяется съ желѣзомъ, а водородъ выдѣляется въ газообразномъ состояніи.

Такъ какъ вода получается при горѣніи смѣси водорода и кислорода, и такъ какъ она наоборотъ разлагается при пропусканіи ее въ видѣ пара надъ раскаленнымъ желѣзомъ, то процессъ, который былъ разсмотрѣнъ въ опытѣ 33, можетъ быть названъ процессомъ обратнымъ горѣнію воды.

Въ опытѣ 11 стр. 17 вода была разложена на составныя части и обѣ они были получены въ несоединенномъ другъ съ другомъ состояніи; въ опытѣ же 33 мы получили въ свободномъ состояніи только одну составную часть воды—водородъ, другая же составная часть вступила въ соединеніе съ желѣзомъ, т. е. веществомъ, вызвавшимъ процессъ разложенія.

Въ одномъ изъ этихъ опытовъ вода была разложена при помощи электрической энергіи и при содѣйствіи прибавленной къ водѣ сѣрной кислоты; въ другомъ же опытѣ вода была разложена при помощи тепловой энергіи и при содѣйствіи желѣза, вступившаго во взаимодѣйствіе съ водою. Въ обоихъ случаяхъ воду приводили въ соприкосновеніе съ какимъ-нибудь другимъ веществомъ и въ обоихъ случаяхъ примѣняли, затрачивали энергію. Батарея, которою мы пользовались въ опытѣ 11, можетъ служить для производства механической работы, напр. приводить въ движеніе небольшую машину; но эта же батарея

произведетъ гораздо меньшую работу (движеніе машины), если предварительно токъ долженъ будетъ проходить черезъ подкисленную воду и затѣмъ уже двигать механизмъ, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда токъ прямо употребляется на движеніе механизма. Точно также теплота отъ Бунзеновской горѣлки, примѣнявшаяся для нагрѣванія желѣза въ опытѣ 33, можетъ быть примѣняема для движенія небольшого механизма; но это же количество тепла дастъ меньшую работу, если оно, прежде чѣмъ двигать механизмъ, будетъ употреблено для нагрѣванія желѣза.

Въ этихъ опытахъ вода была разлагаема путемъ соприкосновенія ея съ другими веществами при соотвѣтственныхъ условіяхъ и при затратѣ энергіи, или другими словами при совершеніи работы надъ водою и другимъ веществомъ. Но когда при соотвѣтственныхъ условіяхъ водородъ и кислородъ, соединяясь, образуютъ воду, то наоборотъ обнаруживается энергія, которая можетъ производить работу. Превращеніе водорода и кислорода въ воду можетъ служить для производства работы; превращеніе же воды въ водородъ и кислородъ не можетъ служить для производства работы; напротивъ, этотъ послѣдній процессъ идетъ только въ томъ случаѣ, если на воду затрачивается нѣкоторая работа при помощи соотвѣтственныхъ приспособленій.

Если водородъ и кислородъ примѣняются какъ топливо для приведенія въ дѣйствіе механизма, то золой при такомъ топливѣ будетъ—вода. Мы можемъ преобразовать эту золу обратно въ водородъ и кислородъ, но только при помощи какого-либо другого механизма, приводимаго въ дѣйствіе соотвѣтственнымъ количествомъ топлива.

Другой зольный продуктъ при горѣннн свѣчи, т. е. углекислый газъ можетъ быть преобразованъ обратно въ углеродъ и кислородъ—въ элементы, изъ которыхъ онъ состоитъ—при соотвѣтственныхъ и нѣсколько сложныхъ условіяхъ; въ этомъ случаѣ необходимо прибѣгнуть къ взаимодействию между углекислотой и другимъ какимъ-нибудь веществомъ и затратить энергію на углекислоту и на то другое вещество, съ кото-

рымъ она реагируетъ. Мы не станемъ разсматривать процессы, при помощи которыхъ углекислота можетъ быть разложена на элементы, такъ какъ они не такъ просты, какъ тѣ, при помощи которыхъ разлагается вода.

Такимъ образомъ мы нашли частный отвѣтъ на вопросъ, поставленный на стр. 72 относительно возможности осуществленія процесса обратнаго горѣнія, при которомъ изъ золы свѣчи могутъ быть вновь получены горючія вещества.

Сгораніе соединений углерода, водорода и кислорода, находящихся въ свѣчѣ, въ углекислоту и воду и обратно процессъ разъединенія этихъ соединений на углеродъ, водородъ и кислородъ суть химическія измѣненія, подобныя тѣмъ, которыя мы уже наблюдали въ опытахъ 25, 26 надъ мѣломъ на стр. 45—46. Въ одномъ изъ нихъ мѣлъ былъ разложенъ при дѣйствіи тепла на составныя части—углекислоту и известь; въ другомъ опытѣ мѣлъ образовался при сопоставленіи извести и углекислоты.

Разбирая аналогичный фактъ соединенія водорода и кислорода и разложеніе воды на водородъ и кислородъ, мы можемъ ожидать, что если при отдѣленіи извести отъ углекислоты была затрачена теплота, т. е. израсходовано извѣстное количество энергіи, то съ другой стороны при соединеніи извести съ углекислотой, т. е. при образованіи мѣла, должна обнаружиться теплота или какая-либо другая форма энергіи. Это предположеніе подтверждается на дѣлѣ. Когда углекислый газъ проходитъ надъ измельченной известью, то оба вещества соединяются, образуя мѣлъ, при чемъ образуется значительное количество тепла. Можно было бы построить машину, въ которой топливомъ была бы известь съ углекислотой, но такая машина конечно окажется въ высшей степени громоздкой и мало продуктивной. При изготовленіи извести изъ мѣла напротивъ должно быть затрачено извѣстное количество энергіи; процессъ этотъ производится въ особыхъ известковыхъ печахъ и отдѣленіе углекислоты отъ извести происходитъ при дѣйствіи тепла, выдѣляемаго горящимъ деревомъ или углемъ.

Аналогичные химическіе процессы происходят при изготовленіи гашеной извести изъ жженой и при обжиганіи гашеной извести.

Соединить известь съ водою.

Опытъ 35-й. Опустимъ въ чашку нѣсколько кусочковъ хорошей жженой извести и станемъ смачивать ихъ водою, пока поверхность ихъ не станетъ замѣтно влажной. Черезъ нѣсколько минутъ известь начинаетъ вспучиваться и выдѣляеть клубы пара. Приведемъ шарикъ термометра въ соприкосновеніе съ вспучивающейся известью: ртуть въ термометрѣ быстро поднимается. Когда известь распалась въ порошокъ, то положимъ небольшое количество этого порошка въ небольшую фарфоровую чашечку съ тонкими стѣнками. Станемъ ее нагрѣвать сначала осторожно, пока она не станетъ совсѣмъ сухой, тогда накроемъ чашку сухой воронкой и станемъ нагрѣвать ее сильнѣе, постепенно повышая температуру. Мы замѣтимъ, при этомъ, что на стѣнкахъ воронки образуются капли воды. Будемъ нагрѣвать до тѣхъ поръ, пока на стѣнкахъ помѣщенной надъ чашкой сухой холодной воронки не перестанутъ садиться пары воды. Дадимъ содержимому чашки остыть и затѣмъ смочимъ слегка известь водою; известь снова поглотитъ воду съ выдѣленіемъ тепла, что доказывается поднятіемъ ртути въ термометрѣ, если шарикъ послѣдняго смочить и помѣстить въ эту известь.

При гашеніи чистой извести происходитъ совершенно опредѣленный процессъ; 7 фунтовъ или 7 лотовъ, или 7 золотниковъ извести соединяются съ $2\frac{1}{4}$ фунтами, лотами или золотниками воды и даютъ $9\frac{1}{4}$ фунтовъ и т. д. гашеной извести. Точно также при сильномъ нагрѣваніи чистой гашеной извести изъ $9\frac{1}{4}$ фунтовъ ея получается 7 фунтовъ извести и $2\frac{1}{4}$ фунта воды. Точно также при прокаливаніи чистаго мѣла или мрамора изъ 25 фунтовъ его и т. д. образуется 14 фунтовъ извести и 11 фунтовъ углекислаго газа; въ свою очередь при соединеніи 14 фунтовъ чистой извести съ 11 фунтами углекислаго газа образуется 25 фунтовъ мѣла. Если къ 7 частямъ чистой извести прибавить воды болѣе, чѣмъ $2\frac{1}{4}$ части, то избытокъ воды останется неизмѣненнымъ; точно также 11 вѣсовыхъ частей углекислаго газа никогда не могутъ соединиться болѣе чѣмъ съ 14 вѣсовыми частями чистой извести.

Негашеная известь обладает характерными свойствами, отличающими ее от других веществ; точно также и у гашеной извести есть свои особые свойства. Въ свою очередь мѣлъ обладает опредѣленными свойствами, присущими только ему одному и значительно отличающимися отъ свойствъ извести и углекислоты. Мы уже раньше выяснили, что одна вѣсовая часть водорода всегда соединяется только съ 8 вѣсовыми частями кислорода и даетъ 9 вѣсовыхъ частей воды и мы указали, что каждое изъ этихъ веществъ, т. е. и водородъ и кислородъ и вода обладают особыми характерными свойствами, отличающими ихъ отъ всякихъ другихъ веществъ.

Разложеніе воды на водородъ и кислородъ есть опредѣленный химическій процессъ, аналогичный разложенію мѣла на известь и углекислоту, или разложенію гашеной извести на известь и воду.

Сгораніе водорода и кислорода въ воду есть въ свою очередь опредѣленное измѣненіе, аналогичное соединенію извести съ углекислотой, дающему въ результатъ мѣлъ, или соединенію извести съ водой, дающему гашеную известь. Названіе *горѣнія* вообще не прилагается къ такимъ процессамъ какъ образованіе мѣла или гашеной извести, такъ какъ при этомъ не замѣчается выдѣленія свѣта и пламени. Точно также названіе—*процессъ обратный горѣнію*—не прилагается къ разложенію мѣла или гашеной извести на ея составныя части. Но, разсматривая всѣ эти процессы какъ химическія измѣненія, должно сознаться, что полученіе водорода и кислорода изъ воды весьма похоже на полученіе извести и углекислоты изъ мѣла или извести и воды изъ гашеной извести. Въ сущности тутъ надобно отмѣтить одну особенность: когда вода подвергается процессу, *обратному горѣнію* (т. е. разложенію), то соединеніе разлагается на составляющіе его *элементы*; когда же мѣлъ или гашеная известь распадаются отъ нагрѣванія на несходныя вещества, то соединеніе распадается на составляющія его *соединенія*. Въ одномъ случаѣ процессъ распадѣнія идетъ до послѣднихъ границъ, въ другихъ же случаяхъ разложеніе не полно, такъ какъ

и известь, и углекислота, и вода суть сами соединенія и могутъ быть путемъ соотвѣтственныхъ приѣмовъ еще далѣе разложены на несходныя части. Известь можетъ быть разложена на элементы—кальцій и кислородъ, углекислота на элементы—углеродъ и кислородъ, и наконецъ вода можетъ быть разложена на элементы—водородъ и кислородъ.

Когда при соединеніи водорода и кислорода образуется вода, или при соединеніи извести и углекислоты образуется мѣль, или при соединеніи воды и извести образуется гашеная известь, то проявляется теплота. Въ каждомъ процессѣ происходитъ опредѣленное измѣненіе свойствъ и состава и кромѣ того выдѣляется опредѣленное количество тепла. Тепло можетъ быть измѣрено, переводя его въ работу и измѣряя послѣднюю. Представимъ себѣ, что тепло, получающееся при соединеніи водорода и кислорода, приводитъ въ дѣйствіе машину, которая поднимаетъ тяжести вверхъ отъ поверхности земли и работаетъ такимъ образомъ противъ силы тяжести; въ такомъ случаѣ мы найдемъ, что теплота, выдѣляющаяся при соединеніи одного фунта водорода съ 8 фунтами кислорода, благодаря чему образуется 9 ф. воды, даетъ возможность поднять вверхъ на 1 футъ 21,250 тоннъ. Наоборотъ, чтобы разложить 9 фунтовъ воды, надо затратить такое же количество теплоты, другими словами, количество тепла, выдѣляющееся при паденіи 21,250 тоннъ съ высоты одного фута, оказывается достаточнымъ для разъединенія водорода и кислорода, содержащихся въ 9 ф. воды.

Мы уже видѣли на стр. 67, что теплота есть одна изъ формъ энергіи, что опредѣленное количество одной формы энергіи равнозначно (эквивалентно) опредѣленному количеству другой формы энергіи. Для разложенія воды на ея элементарныя составныя части легче и удобнѣе пользоваться электрической, а не тепловой энергіей, но количество употребляемой для этого электрической энергіи эквивалентно количеству потребной для той же цѣли тепловой энергіи и можетъ быть выражено въ мѣрахъ послѣдней. Тѣмъ не менѣе, вода дѣйствіемъ тепла также можетъ быть разложена на водородъ и кислородъ, такъ напр.,

если пускать капли воды медленно падать на сильно накалившую поверхность, напр. на нагрѣтый до бѣла кирпичъ, то каждая капля воды разлагается на кислородъ и водородъ.

При горѣніи углерода образуется углекислый газъ и три фунта углерода съ 8 фунтами кислорода даютъ 11 ф. углекислоты; при этомъ процессъ развивается теплота, и если заставить эту теплоту производить механическую работу, то она могла бы поднять на 1 футъ надъ поверхностью земли около 15,000 тоннъ, и обратно, количество тепла, получающееся при паденіи 15,000 тоннъ на 1 футъ внизъ, или эквивалентное этому количество энергіи въ другой ея формѣ будетъ достаточно для обратнаго разложенія углекислоты (11 ф.) на углеродъ (3 ф.) и кислородъ (8 ф.), предполагая конечно, что энергія будетъ приложена къ этому процессу при соответственныхъ условіяхъ.

Когда 14 фунтовъ чистой извести соединяются съ 11 фунтами углекислоты, то образуется 25 фунтовъ мѣла (правильнѣе сказать углекислой извести); развивающаяся при этомъ теплота, если ее перевести въ механическую работу, дастъ возможность поднять 6,600 тоннъ на высоту 1 фута. Мы знаемъ, что известь состоитъ изъ элементовъ кальція и кислорода: 10 вѣсовыхъ частей кальція, соединяясь съ 4 вѣсовыми частями кислорода, даютъ 14 вѣсовыхъ частей извести. Предположимъ, что мы сначала возьмемъ 10 фунтовъ кальція, 4 ф. кислорода и 11 ф. углекислоты и дадимъ имъ соединиться въ углекислую известь (25 ф.), а выдѣляющуюся при этомъ теплоту заставимъ приводить въ движеніе машину, которая поднимаетъ тяжести. Мы найдемъ при этомъ, что машина можетъ поднять на 1 футъ 26,900 тоннъ. Но сверхъ того углекислота можетъ быть разложена на углеродъ и кислородъ, при чемъ 11 ф. углекислоты даютъ 3 ф. углерода и 8 ф. кислорода. Если мы теперь пустимъ въ ходъ машину дѣйствіемъ теплоты, получающейся при взаимодѣйствіи 10 ф. кальція съ 12 ф. кислорода и 3 ф. углерода (при чемъ получается въ видѣ золы 25 ф. углекислой извести) и заставимъ эту машину поднимать тяжесть, то она будетъ

въ состояніи поднять на 1 футъ 41,900 тоннъ. Обратнo, количество энергіи, потребное для разложенія 25 фунтовъ углекислой извести на 14 ф. извести и 11 ф. углекислаго газа, равно тому количеству энергіи, которое проявляется въ видѣ теплоты при паденіи 6,600 тоннъ съ высоты одного фута; количество энергіи, потребное для разложенія 25 ф. углекислой извести на 10 фунтовъ кальція, 4 ф. кислорода и 11 ф. углекислаго газа въ свою очередь равно тому количеству энергіи, которое проявляется въ видѣ тепла при паденіи тяжести въ 26,900 тоннъ съ высоты 1 фута, и наконецъ количество энергіи, которое необходимо затратить для разложенія 25 ф. углекислой извести на ея элементы—10 ф. кальція, 12 ф. кислорода и 3 ф. углерода—измѣряется энергіей, проявляющейся въ видѣ тепла, когда тяжесть въ 41,900 тоннъ падаетъ съ высоты 1 фута.

Итакъ, когда совершается процессъ горѣнія, то мы не только замѣчаемъ опредѣленные измѣненія состава и свойствъ, но кромѣ того опредѣленное количество энергіи переходитъ изъ одной формы въ другую и вся энергія или часть ея обыкновенно проявляется въ видѣ теплоты. Можно собрать зольный остатокъ, разложить его обратнo и такимъ образомъ получить тѣ вещества, которыя имѣлись въ началѣ горѣнія, но это обратное разложеніе сопровождается затратой энергіи въ количествѣ равномъ тому количеству энергіи, которое проявляется при горѣніи и можетъ быть переведено въ работу. Для обратнаго разложенія надобно затратить извѣстное количество энергіи и притомъ при соотвѣтственныхъ условіяхъ. Иногда эта затрата энергіи производится путемъ нагрѣванія зольнаго остатка; такъ напр. воду можно обратнo разложить на водородъ и кислородъ при помощи нагрѣванія. Въ другихъ случаяхъ потребную для разложенія энергію приходится прилагать въ видѣ электрическаго тока. Такъ, напр. вода, подкисленная сѣрной кислотой, вполне разлагается на составныя части при дѣйствіи электрическаго тока. Наконецъ, иногда энергія затрачивается въ видѣ тепла, но при содѣйствіи еще какого-либо вещества, примѣръ чего

мы видимъ въ разложеніи воды на водородъ и кислородъ при пропусканіи водяного пара черезъ накаленное порошковатое металлическое желѣзо; при этомъ водородъ выдѣляется, кислородъ же вступаетъ въ соединеніе съ желѣзомъ.

Всякое химическое измѣненіе, будь то процессъ горѣнія или какой либо другой, влечетъ за собой опредѣленное измѣненіе состава, свойствъ и количества энергіи въ томъ веществѣ, составъ и свойства котораго измѣнились.

При дальнѣйшихъ разсужденіяхъ мы будемъ пользоваться весьма удобнымъ терминомъ—*измѣняющаяся матеріальная система*. Возьмемъ случай образованія воды изъ водорода и кислорода: въ началѣ процесса система состоитъ изъ одной вѣсовой части водорода и 8 вѣсовыхъ частей кислорода; въ концѣ же процесса система состоитъ изъ 9 вѣсовыхъ частей воды. Такимъ образомъ *измѣняющаяся матеріальная система* въ одинъ моментъ состоитъ изъ водорода и кислорода, а въ другой—изъ воды и можетъ быть въ теченіе бесконечно малаго промежутка времени она состоитъ одновременно изъ водорода, кислорода и воды.

Мы вообще можемъ сказать, что когда матеріальная система подвергается химическому измѣненію, то происходитъ измѣненіе въ составѣ, свойствахъ и количествѣ энергіи этой системы. Можно нѣсколько развить послѣднюю часть этого заключенія, сказавъ, что при химическомъ измѣненіи измѣняющаяся матеріальная система или пріобрѣтаетъ, или теряетъ энергію. Если система пріобрѣтаетъ энергію, то пріобрѣтенное количество энергіи должно быть доставлено системѣ извнѣ. Если же система теряетъ энергію, то это потерянное количество можетъ быть преобразовано въ механическую работу или можетъ выдѣлиться въ видѣ тепла, электричества, звука, свѣта. Подобно тому, какъ при химическомъ измѣненіи нѣтъ потери вещества, ибо вещество только мѣняетъ при этомъ свою форму, точно также нѣтъ и дѣйствительной потери энергіи. Матеріальная система, измѣняющая свои свойства и составъ, можетъ потерять энергію, но то, что она теряетъ, другая система пріобрѣтаетъ. Въ сущ-

ности здѣсь можетъ происходить и обыкновенно происходитъ только измѣненіе формъ энергіи; при этомъ измѣненіи энергія можетъ переходить и обыкновенно переходитъ отъ измѣняющейся матеріальной системы къ другимъ системамъ; но общее количество энергіи не уменьшается, а только переходитъ отъ одной части вещества къ другой и при этомъ переходѣ измѣняетъ свою форму.

Многіе процессы, лежащіе въ основаніи фабричной и заводской дѣятельности, суть въ главныхъ чертахъ процессы горѣнія или процессы обратные горѣнію. Примѣръ процессовъ горѣнія представляютъ намъ производства глета изъ свинца и сѣрной кислоты изъ сѣры; полученіе же желѣза изъ желѣзныхъ рудъ представляетъ процессъ обратный горѣнію.

Глетъ готовится, помѣщая свинецъ на поду соответственно устроенной печи, нагрѣвая его до плавленія и часто перемѣшивая для наилучшаго соприкосновенія съ воздухомъ. Кислородъ воздуха соединяется съ расплавленнымъ свинцомъ и получается глетъ.

Чтобы получить *купоросное масло (сѣрную кислоту)*, сѣру сжигаютъ въ струѣ воздуха; сгорѣвшая сѣра, такъ называемая *сѣрнистая кислота*, представляетъ собою газъ. Газъ этотъ смѣшиваютъ съ небольшимъ количествомъ газа, получаемого при нагрѣваніи азотной кислоты и называемого *двуокисью азота*, и смѣсь газовъ пропускаютъ въ большую камеру, сдѣланную изъ свинца. Сѣрнистая кислота взаимодействуетъ съ двуокисью азота и отнимаетъ у послѣдней часть ея кислорода. Такимъ образомъ образуются два соединенія: одно изъ нихъ— окисель сѣры, содержащій больше кислорода на то же количество сѣры, чѣмъ сѣрнистая кислота, другое же есть окисель азота, содержащій кислорода менѣе, чѣмъ въ двуокиси азота, считая на то же количество азота. Образовавшійся такимъ путемъ окисель азота притягиваетъ кислородъ изъ воздуха, находящагося въ свинцовой камерѣ и, соединяясь съ нимъ вновь, образуетъ двуокись азота. Когда въ камеру вновь поступаетъ свѣжее количество сѣрнистой кислоты, то она вновь отнимаетъ кислородъ у дву-

киси азота, и получающийся при этомъ новый окисель азота вновь забираетъ кислородъ изъ воздуха. Эти измѣненія длятся до тѣхъ поръ, пока въ камерѣ находятся одновременно сѣрнистая кислота, двуокись азота и воздухъ. Въ камеру кромѣ того еще вводятъ водяной паръ, и тотъ окисель сѣры, который болѣе богатъ кислородомъ, соединяется съ нѣкоторымъ количествомъ пара и образуетъ сѣрную кислоту; кислота эта растворяется въ избыткѣ пара и растворъ этотъ, сгущаясь, стекаетъ на дно свинцовой камеры. Кислую жидкость выпускаютъ изъ камеры и сгущаютъ выпариваніемъ (при чемъ улетучивается наибольшая часть воды, а кислота остается) въ соответственныхъ аппаратахъ.

Такъ какъ *глетъ* состоитъ изъ элементовъ свинца и кислорода, то процессъ приготовленія этого соединенія весьма простъ. Совершающееся при этомъ измѣненіе совершенно аналогично тому, которое имѣетъ мѣсто при горѣніи угля. Сгорающій элементъ свинецъ или уголь соединяется съ кислородомъ окружающаго воздуха и получающийся продуктъ есть соединеніе двухъ упомянутыхъ элементовъ. Ни въ томъ, ни въ другомъ случаѣ горѣніе не происходитъ при обыкновенной температурѣ, но въ обоихъ случаяхъ при горѣніи выдѣляется теплота, хотя для начала процесса надобно нагрѣвать, т. е. придавать теплоту, чтобы элементъ началъ горѣть. 8 фунтовъ кислорода, соединяясь съ 3 фунтами углерода, даютъ 11 ф. углекислаго газа и теплота, выдѣляющаяся при этомъ измѣненіи, если преобразовать ее въ механическую работу даетъ возможность поднять на высоту 1 фута 15,000 тоннъ. 8 фунтовъ кислорода, соединяясь съ 103½ фунтами свинца, даютъ 111½ фунтовъ глета или окиси свинца, и теплота, выдѣляющаяся при этомъ измѣненіи, можетъ поднять на высоту одного фута 15,600 тоннъ.

Сѣрная кислота состоитъ изъ элементовъ сѣры, водорода и кислорода; при ея образованіи изъ этихъ элементовъ можно усмотрѣть три процесса горѣнія: водородъ, соединяясь съ кислородомъ, сгораетъ въ воду, сѣра также сгораетъ, соединяясь съ кислородомъ, но образующееся такимъ путемъ соединеніе

не содержит достаточно кислорода и потому происходит затѣмъ второе горѣніе, при которомъ продуктъ перваго горѣнія присоединяетъ еще кислородъ. Второй процессъ горѣнія не можетъ быть осуществленъ путемъ нагрѣванія продукта горѣнія сѣры въ воздухъ; но его можно провести, заставляя реагировать сгорѣвшую сѣру съ другимъ соединеніемъ кислорода, отъ котораго она отнимаетъ кислородъ. Это второе горѣніе аналогично тому измѣненію, которое происходитъ при горѣніи фосфора подъ водой въ кислородѣ, который доставляется взаимодействіемъ между хлорновато-кислымъ калиемъ и сѣрной кислотой (см. опытъ 31). 8 фунтовъ кислорода, соединяясь съ 4 ф. сѣры и $1\frac{1}{4}$ ф. водорода, даютъ $12\frac{1}{4}$ ф. сѣрной кислоты; выдѣляющаяся при этомъ теплота, если преобразовать ее въ механическую работу, можетъ поднять 14,900 тоннъ на высоту одного фута.

Добываніе желѣза изъ *гематита*, одной изъ наичаще встрѣчающихся желѣзныхъ рудъ, представляетъ характерный примѣръ процесса обратнаго горѣнію. Гематитъ есть соединеніе желѣза и кислорода; къ нему обыкновенно примѣшаны различныя количества другихъ соединеній, какъ напр. кремнеземъ и известь. Суть химическаго измѣненія при добываніи желѣза состоитъ въ отнятіи отъ руды кислорода и выдѣленіи желѣза въ свободномъ состояніи.

Содержащаяся въ гематитѣ окись желѣза состоитъ изъ желѣза и кислорода, соединенныхъ въ отношеніи $18\frac{2}{3}$ къ 8. Когда 8 фунтовъ кислорода соединяются съ $18\frac{2}{3}$ желѣза, то выдѣляется теплота въ количествѣ достаточномъ для поднятія около 15,000 тоннъ на высоту 1 фута; поэтому для выдѣленія кислорода изъ окиси желѣза приходится затратить значительное количество тепла или какой-либо другой энергіи. Такъ какъ въ сутки за одинъ разъ часто перерабатывается около 40 или 50 тоннъ желѣзной руды, то ясно, что для осуществленія этого химическаго процесса требуется громадная затрата энергіи. Самый процессъ ведется въ такъ называемыхъ доменныхъ печахъ. Необходимая энергія получается путемъ сожи-

ганія древеснаго угля или кокса въ самой печи, при чемъ воздухъ вдувается со дна этой печи. Относительныя количества угля и воздуха берутся такія, чтобы уголь сгоралъ не въ углекислоту, но главнымъ образомъ въ другое соединеніе углерода и кислорода, называемое окисью углерода, которое содержитъ на половину менѣе кислорода, чѣмъ углекислота, считая на одно и то же количество углерода. Эта окись углерода, или такъ сказать на половину сожженный углеродъ, сгораетъ до конца на счетъ кислорода желѣзной руды, при чемъ желѣзная руда лишается всего своего кислорода и остается свободное желѣзо. Такимъ образомъ для совершенія надъ желѣзной рудой процесса *обратнаго горѣнія* должны быть выполнены два условія: присутствіе какого-либо вещества, способнаго соединиться съ кислородомъ, и затрата извѣстнаго количества энергіи, дающей возможность этому веществу совершить свою работу. Оба эти условія выполняются въ доменной печи.

Процессы горѣнія и другіе сходные съ ними состоятъ въ присоединеніи къ сгорающему веществу одного или нѣсколькихъ элементовъ, обыкновенно кислорода; въ процессахъ же обратныхъ горѣнію и аналогичныхъ имъ всегда отнимается одинъ или нѣсколько элементовъ (обыкновенно кислородъ).

Оба типа процессовъ обладаютъ вполне опредѣленнымъ характеромъ и при нихъ всегда имѣютъ мѣсто опредѣленныя измѣненія въ составѣ и опредѣленныя измѣненія въ свойствахъ. Точно также при этомъ происходятъ опредѣленныя измѣненія въ формѣ и распредѣленіи энергіи; въ тѣхъ измѣненіяхъ, къ которымъ мы относимъ процессы горѣнія, обыкновенно энергія уходитъ изъ измѣняющейся системы и часть ея проявляется въ видѣ теплоты, въ процессахъ же обратныхъ горѣнію наоборотъ всегда для выполненія процесса затрачивается энергія. Последняя въ этомъ случаѣ чаще всего примѣняется въ видѣ тепловой энергіи, а иногда въ видѣ электрической.

Можно установить въ общихъ чертахъ характерное различіе между животными и растениями, если ихъ разсматривать,

какъ механизмы для совершенія химическихъ процессовъ. Если взглянуть съ общей точки зрѣнія, то можно сказать, что животныя совершаютъ процессы горѣнія, при чемъ освобождается энергія, годная для перевода ея въ работу, растенія же суть орудія для производства процессовъ обратныхъ горѣнію, при чемъ энергія потребляется и накапливается въ растеніяхъ. Животныя суть такъ сказать сожигатели и потому производители энергіи, растенія же работаютъ противъ процесса горѣнія и суть потребители энергіи.

Растеніе, когда оно растетъ, поглощаетъ углекислоту изъ воздуха, воду, амміакъ и другія соединенія изъ воздуха и изъ земли; оно разлагаетъ углекислоту, воду, амміакъ и другія поглощаемыя имъ соединенія и изъ получающихся при этомъ элементовъ строитъ листья, стволъ и ткани. Животное питается матеріалами, которые растеніе построило изъ элементовъ, выдѣленныхъ имъ изъ углекислоты, воды и амміака и другихъ соединеній, поглощенныхъ изъ воздуха и земли; животное дышетъ въ воздухъ, содержащемъ свободный кислородъ, кислородъ этотъ соединяется съ пищей, съѣденной животнымъ, происходитъ процессъ горѣнія, животное-машина ходитъ, движется, работаетъ и часть золы, получающейся при этомъ горѣніи — углекислота и вода — выдѣляется легкими и кожею въ окружающую атмосферу.

Собственно говоря, мы не имѣемъ права сказать, что растеніе исключительно разлагаетъ соединенія или что животное только сожигаетъ вещества, производимыя растеніемъ; подобно животному, въ растеніи также происходятъ процессы горѣнія, а въ животномъ, подобно растенію, создаются ткани. Кроме того и въ растеніи и въ животномъ совершаются многіе другіе процессы, которые не принадлежатъ къ числу разсматриваемыхъ нами въ настоящее время. Тѣмъ не менѣе пунктъ различія между животными и растеніями, который химикъ устанавливаетъ съ своей точки зрѣнія, въ общемъ вполне правиленъ.

Растеніе можетъ успѣшно выполнять свою функцію разложенія углекислоты, воды, амміака и другихъ соединеній,

только если ему приходится на помощь внѣшняя энергія. Растеніе бодро и успѣшно развивается только на солнечномъ свѣтѣ, такъ что источникомъ энергіи, которую растеніе потребляетъ и накапливаетъ въ своихъ тканяхъ въ видѣ соединений, есть солнце.

Энергія, доставляемая растенію солнцемъ, является въ формѣ лучистой теплоты и свѣта; растеніе потребляетъ эту энергію и накапливаетъ ее въ своемъ стволѣ, листьяхъ и тканяхъ въ видѣ химической энергіи, т. е. энергія эта дѣлается скрытой, заключенной въ тѣхъ соединенияхъ, которыя растеніе вырабатываетъ изъ пищи, доставляемой ему почвой и воздухомъ, т. е. изъ углекислоты, воды, амміака и нѣкоторыхъ минеральныхъ солей. Мы можемъ сравнить растеніе съ машиной, которая поднимаетъ воду изъ рѣчки на запруду, лежащую выше рѣчки, откуда вода падаетъ по желобу, спускаясь къ рѣкѣ; въ такомъ случаѣ мы можемъ сравнить животное съ аппаратомъ, который открываетъ шлюзы и даетъ возможность водѣ стекать внизъ и въ паденіи своемъ вращать мельничное колесо.

Сравненіе это будетъ еще полнѣе, если мы предположимъ, что жидкость, которую растеніе поднимаетъ до болѣе высокаго уровня, сначала не есть вода, а превращается въ послѣднюю, когда она достигаетъ уровня запруды; обратно эта вода, спускаясь внизъ черезъ мельничное колесо, вновь становится прежней жидкостью, а не водой. Механизмъ, который поднимаетъ жидкость, измѣняя ея составъ, при чемъ она въ послѣдствіи вращаетъ мельничное колесо, приводится въ движеніе солнцемъ.

Работа, которую совершаетъ солнце надъ растущимъ растеніемъ, сохраняется въ самомъ растеніи въ видѣ силы, могущей при подходящихъ условіяхъ произвести работу. Эта сила сохраняется въ растеніи или короткое время, или иногда она хранится въ немъ десятки и сотни тысячъ лѣтъ. Во всякомъ случаѣ рано или поздно эта сила, могущая произвести работу, такъ сказать реализуется и производитъ настоящую работу.

Растеніе можетъ умереть и ислѣть, разъ оно достигло зрѣлости, при чемъ оно опять превращается въ углекислоту,

воду, аммиакъ и др. соединенія, изъ которыхъ оно на самомъ дѣлѣ было выработано, или же растение, умирая, погребается подъ слоями земли, при чемъ оно подвергается медленному измѣненію въ теченіе многихъ лѣтъ. При этомъ измѣненіи большая часть элементарныхъ составныхъ частей мертваго растенія удаляется, но углеродъ и немного водорода остаются. Тогда по истеченіи многихъ столѣтій этотъ углеродъ извлекается изъ нѣдръ земли въ видѣ каменнаго угля; сгорая въ очагѣ печи, онъ или согрѣваетъ насъ, или заставляеть машину производить полезную работу, или превращаетъ въ восстановительной печи металлическія руды въ металлы.

Такъ какъ накопленіе солнечной энергіи въ растеніи сопровождается различными измѣненіями состава и свойствъ веществъ, то надо замѣтить, что всѣ эти измѣненія вполнѣ опредѣленнаго характера и являются во всѣхъ случаяхъ тѣми же самыми, если вызывающія ихъ причины были одинаковы; точно также, когда энергія переходитъ въ работу, то измѣненіе *способности производить работу* въ дѣйствительную работу сопровождается измѣненіями состава и свойствъ совершенно опредѣленными и подчиняющимися закону, гласящему, что однѣ и тѣже причины даютъ одни и тѣже послѣдствія.

Предположимъ, что много лѣтъ тому назадъ развивающееся растеніе поглотило 11 гранъ углекислоты и съ помощью энергіи, доставленной ему солнечнымъ свѣтомъ, разложило эту углекислоту на углеродъ и кислородъ. Для совершенія этой послѣдней работы растеніе воспользовалось количествомъ энергіи, эквивалентнымъ тому количеству теплоты, которое получается при паденіи $2\frac{1}{10}$ тоннъ (въ круглыхъ числахъ) съ высоты одного фута; выдѣленный при этомъ углеродъ вѣсилъ 3 грана, а кислородъ, большая часть котораго поступила изъ растенія въ воздухъ, вѣсилъ 8 гранъ. Предположимъ, что растеніе росло много лѣтъ, пока не достигло крупныхъ размѣровъ, что оно затѣмъ было сломано ураганомъ и погребено подъ слоями песка и ила. Погибшее дерево стало претерпѣвать медленное измѣненіе и послѣ безчисленныхъ вѣтровъ,

промчавшихся надъ нимъ, оно стало массой каменнаго угля и тѣ 3 грана углерода, которые когда то въ незапамятныя времена были выдѣлены живымъ растеніемъ изъ 11 гранъ углекислоты, поглощенной изъ воздуха, по прежнему находились въ этомъ каменномъ углѣ. Уголь былъ извлеченъ изъ земли и сожженъ въ печи; при этомъ тѣ 3 грана углерода, о которыхъ мы говорили, сгорая, вошли въ соединеніе съ 8 гранами кислорода. При этомъ процессѣ выдѣлилась теплота, способная поднять тяжесть въ $2\frac{1}{10}$ тонны на высоту одного фута и кромѣ того образовалось 11 гранъ углекислоты, вновь разсѣявшейся въ атмосферу.

Предположимъ теперь, что живое растеніе только вчера поглотило изъ воздуха 11 гранъ углекислаго газа и что затѣмъ сегодня оно было съѣдено животнымъ. Тѣ 3 грана углерода, которые растеніе переработало въ свои ткани, послѣ того какъ они были выдѣлены изъ ихъ соединенія съ 8 гранами кислорода, вошли въ организмъ животного и остались въ немъ въ соединеніи съ другими элементами, образуя часть мяса живого вещества. Предположимъ, что завтра это животное умретъ и тѣло его подвергнется медленному разложенію. Мясо мало-помалу станетъ перегнивать и подвергнется нападенію мириадъ мельчайшихъ организмовъ, изъ которыхъ одни разрушаютъ мясо на весьма малые кусочки, которые затѣмъ подвергнутся дѣйствію другихъ организмовъ; функція послѣднихъ состоитъ въ доставленіи гніющему мясу кислорода изъ воздуха и въ измѣненіи его въ углекислоту, воду и амміакъ. Тѣ 3 грана углерода, о которыхъ мы раньше упомянули, также медленно сгораютъ, благодаря дѣятельности этихъ мельчайшихъ, но весьма дѣятельныхъ индивидуумовъ.

Результатомъ этого горѣнія будутъ 11 гранъ углекислоты, при образованіи которыхъ потребляется 8 гранъ кислорода и развивается извѣстное количество тепла. Хотя это выдѣленіе тепла происходитъ такъ медленно, что ни въ одинъ моментъ нельзя было-бы подмѣтить значительнаго повышенія температуры, но количество выдѣляющагося тепла совершенно эквивалентно

тому количеству энергии, которое растение получило от солнца и затратило на отдѣленіе въ углекислотѣ (поглощенной растеніемъ изъ атмосферы) 3-хъ гранъ углерода отъ 8 гранъ кислорода. Если превратить въ теплоту ту энергію, которую получило растение, то получится количество, способное поднять $2\frac{1}{10}$ тонны на высоту 1 фута; энергія эта превращается въ теплоту, когда три грана углерода, отложившіеся въ растительныхъ тканяхъ въ соединеніи съ другими элементами, и затѣмъ попавшіе въ организмъ животнаго, сгорѣли въ 11 гранъ углекислоты, благодаря дѣйствію микроорганизмовъ, произведшихъ медленное горѣніе гніющаго животнаго мяса. Теплота, выделяющаяся при этомъ горѣніи, также способна поднять $2\frac{1}{10}$ тонны на высоту одного фута.

Или предположимъ еще, что животное, съѣвшее тѣ вещества, которыя образовались въ растеніяхъ при помощи солнечной энергіи, продолжаетъ жить; животное перерабатываетъ съѣденную имъ пищу, кромѣ того оно вдыхаетъ воздухъ и восемью гранами кислорода изъ этого воздуха сжигаетъ 3 грана углерода переработанной пищи въ 11 гранъ углекислоты, которую оно выдыхаетъ въ атмосферу. При этомъ горѣніи выделяется теплота, которая расходуется на различныя функціи животнаго механизма; еслибы эту теплоту примѣнить къ движенію какой-нибудь машины, то она могла-бы поднять $2\frac{1}{10}$ тонны на высоту одного фута надъ поверхностью земли.

Итакъ источникомъ энергіи, съ помощью которой растение перерабатываетъ свою пищу на новыя соединенія и скопляетъ ихъ въ себѣ, есть солнце и его можно разсматривать, какъ колоссальный источникъ энергіи. Но почему же солнце выделяетъ въ солнечную систему такое количество энергіи? Не есть-ли солнечная энергія сопутствующее явленіе химическихъ процессовъ на солнцѣ, вполне аналогичныхъ процессамъ горѣніа на землѣ? Не происходитъ ли на солнцѣ вѣчный колоссальный пожаръ? Если излучаемая солнцемъ энергія связана съ химическими измѣненіями, которыя въ сущности представляютъ собою горѣніе, то не можетъ-ли случиться, что въ

одинъ прекрасный день этотъ пожаръ потухнетъ и міры, составляющіе солнечную систему, не будутъ уже получать выдѣляемую имъ энергію? Если солнце представляетъ собою колоссальный пожаръ, то какой горючій матеріалъ поддерживаетъ это пламя и каково его происхожденіе?

Мы здѣсь не можемъ разсматривать этихъ вопросовъ, такъ какъ, чтобы получить хотя бы самый поверхностный отвѣтъ на нихъ, намъ пришлось бы выйти далеко за предѣлы нашей задачи. Мы поставили эти вопросы въ сущности съ цѣлью показать занимающемуся, что изученіе природы безконечно, что результаты одного научнаго изслѣдованія немедленно вызываютъ новыя изслѣдованія, что различныя вѣтви науки о природѣ тѣсно переплетаются между собою, такъ какъ ихъ объектомъ служить одна и та же задача — «видѣть вещи каковы они суть сами по себѣ», что въ природѣ нѣтъ рѣзкихъ пограничныхъ линій и наконецъ, что попытка отвѣтить на вопросы, возбуждаемые обыкновеннымъ земнымъ огнемъ, уноситъ изслѣдователя далеко за предѣлы земли, заставляетъ окинуть пытливымъ взоромъ всю вселенную и возбуждаетъ чувство удивленія въ высокой степени.

Въ настоящее время мы можемъ съ увѣренностью сказать, что мы значительно подвинулись въ изслѣдованіи и разъясненіи тѣхъ измѣненій, которыя имѣютъ мѣсто при горѣніи. Мы увидѣли, что при этихъ измѣненіяхъ какое-либо соединеніе или смѣсь соединеній измѣняется, какъ свой составъ, такъ и свойства; измѣненіе состава часто, но не всегда, состоитъ главнымъ образомъ въ соединеніи кислорода съ элементарными составными частями горящаго вещества, а измѣненіе свойствъ состоитъ исключительно въ образованіи изъ горючаго матеріала зола, т. е. веществъ, которыя не могутъ уже горѣть. Кромѣ того мы замѣтили, что на ряду съ этими измѣненіями свойствъ и состава происходитъ измѣненіе и въ формѣ и въ распределеніи энергіи въ измѣняющейся системѣ; это измѣненіе въ большинствѣ случаевъ совершается въ такомъ направленіи, что энергія выдѣляется въ видѣ тепла, которое можно пере-

вести въ механическую работу и количество энергіи системы по окончаніи процесса измѣненія состава и свойствъ менѣе, чѣмъ до начала. Наконецъ, мы показали, что если измѣненія состава и свойствъ имѣютъ опредѣленный характеръ, то точно также опредѣленнымъ является сопутствующее имъ измѣненіе въ формѣ и распредѣленіи энергіи.

ГЛАВА V.

Составъ соединеній.

Процессъ горѣнія есть химическій процессъ, все равно происходитъ-ли онъ въ присутствіи или въ отсутствіи кислорода и если мы его выдѣляемъ изъ другихъ химическихъ процессовъ, то дѣлаемъ это для удобства, чтобы, изучая явленія, хотя и обыденнаго характера, но легко доступныя нашему наблюденію, вмѣстѣ съ тѣмъ выяснитъ существенныя характерныя черты всякихъ химическихъ явленій.

Въ природѣ встрѣчается много различныхъ видовъ или формъ вещества и они подвергаются въ извѣстныхъ предѣлахъ взаимнымъ превращеніямъ и измѣненіямъ. Эти мириады видовъ вещества, какъ оказывается, построены изъ небольшого числа первичныхъ видовъ вещества, которые, насколько намъ извѣстно, не могутъ взаимно измѣняться. Это небольшое число видовъ вещества, которые не могутъ измѣняться одинъ въ другой и изъ которыхъ мы не можемъ выдѣлить новыхъ, несходныхъ съ ними веществъ, мы называемъ *элементами*; тѣ же виды веществъ, которые, какъ намъ извѣстно, образовались путемъ взаимнаго соединенія опредѣленныхъ количествъ элементовъ и изъ которыхъ каждый имѣетъ всегда одинъ и тотъ-же составъ и одни и тѣже свойства, мы называемъ *соединеніями*.

Тѣ виды вещества, которые мы называемъ элементами, можетъ быть, также на самомъ дѣлѣ составлены изъ несходныхъ составныхъ частей, но пока намъ не удалось разложить ихъ на несходныя между собою вещества, то мы называемъ ихъ эле-

ментами. Химическія соединенія на столько же опредѣленные виды вещества, какъ и элементы: каждое соединеніе имѣетъ свои особыя свойства, вполне отличающія его какъ отъ другихъ соединеній, такъ и отъ элементовъ; но намъ удастся разложить на несходныя части только одни соединенія, а не элементы. Химическій процессъ состоитъ въ перераспредѣленіи элементовъ, когда они образуютъ различныя соединенія. Когда совершается химическое явленіе, то количество вещества, измѣняющаго свой составъ и свойства, не подвергается измѣненію, сумма количествъ различныхъ видовъ вещества, входящихъ въ составъ измѣняющейся системы до начала измѣненія, равна суммѣ количествъ разнообразныхъ веществъ, составляющихъ систему по окончаніи измѣненія. Хотя энергія измѣняется и въ формѣ, и въ распредѣленіи ея во время какого либо измѣненія свойствъ и состава системы, тѣмъ не менѣе общее количество энергіи не измѣняется. Энергія можетъ стать болѣе или менѣе годной для производства работы, часть ея можетъ выдѣлиться изъ измѣняющейся матеріальной системы, или наоборотъ система можетъ приобрѣсти извнѣ нѣкоторое количество энергіи, но какъ въ первомъ случаѣ не было потери вещества, такъ и во второмъ случаѣ нѣтъ потери энергіи. Положеніе, проводящее мысль о томъ, что ни матерія, ни энергія не исчезаютъ, не теряются, вполне вѣрно, но, прилагая его къ вопросу о сохраненіи вещества, мы должны разсматривать только ту систему, которая подвергается измѣненію; въ вопросѣ же о сохраненіи энергіи мы должны принимать во вниманіе и другія системы, такъ какъ энергія можетъ выдѣляться изъ разсматриваемой нами системы или поступать въ нее извнѣ.

Такимъ образомъ, изучая химическія явленія, мы должны знакомиться съ составомъ соединеній, со свойствами элементовъ и соединеній и кромѣ того обращать вниманіе на измѣненія формъ и распредѣленія энергіи.

Подъ составомъ соединенія мы подразумеваемъ количество элементовъ, соединившихся вмѣстѣ для образованія опредѣленнаго количества даннаго соединенія.

Подъ свойствами соединенія мы подразумѣваемъ тѣ химическія явленія, которыя данное соединеніе способно совершить при опредѣленныхъ условіяхъ.

Мы уже раньше рассмотрѣли нѣкоторыя элементарныя обобщенія, выражающія связь между химическимъ явленіемъ и соотвѣтственнымъ измѣненіемъ энергіи. Рассмотримъ теперь подробнѣе вопросъ о составѣ соединеній и постараемся выразить результаты нашего изслѣдованія въ видѣ положеній, имѣющихъ по возможности широкое примѣненіе.

Если мы станемъ выражать составъ соединеній въ видѣ вѣсовыхъ частей каждой элементарной составной части на 100 ч. самаго соединенія, то это въ сущности ни къ чему насъ не приведетъ.

Въ самомъ дѣлѣ подумаемъ, насколько велико возможное разнообразіе соединеній, которыя могутъ быть образованы путемъ различнаго сочетанія 70-ти элементовъ. Если-бы все народонаселеніе земного шара занялось сдачей картъ для игры въ вистъ, въ теченіе 100,000,000 лѣтъ, то ему не удалось бы осуществить на дѣлѣ даже $\frac{1}{1000000}$ части всевозможныхъ въ данномъ случаѣ карточныхъ сдачъ. Карточная же колода химика содержитъ по меньшей мѣрѣ 70 картъ. Сколь велико же разнообразіе комбинацій, которыя могутъ быть сдѣланы изъ этихъ 70-ти элементовъ?

Благодаря многочисленнымъ весьма тщательно произведеннымъ анализамъ соединеній былъ установленъ рядъ фактовъ относительно вѣсового состава ихъ, которые дали возможность установить три обобщенія, имѣющія всеобщее приложеніе. Эти три обобщенія обыкновенно извѣстны подъ названіемъ *законовъ химическихъ соединеній*.

Первый законъ или **законъ постоянныхъ отношеній** гласитъ, что:

массы элементовъ, входящихъ въ составъ всякаго соединенія, находятся въ неизмѣнныхъ числовыхъ отношеніяхъ какъ между собой, такъ и по отношенію ко всей массѣ соединенія ¹⁾.

¹⁾ Слово *масса* употребляется въ данномъ случаѣ, какъ синонимъ выраженія *вѣсовое количество*.

Законъ этотъ утверждаетъ, что составъ всякаго соединенія всегда одинъ и тотъ же. Провѣрка и доказательство этого закона были произведены путемъ анализа различныхъ образчиковъ одного и того же соединенія, но приготовленныхъ различными способами.

Въ настоящее время нѣтъ никакихъ сомнѣнй въ абсолютной справедливости этого закона ¹⁾).

Часто наблюдается, что два элемента, соединяясь, образуютъ не одно, а нѣсколько соединенй. Такъ, желѣзо и кислородъ образуютъ три совершенно опредѣленныхъ соединенй, мѣдь и кислородъ образуютъ два соединенй; свинецъ и кислородъ—четыре, углеродъ и кислородъ—два, сѣра и кислородъ—также два и т. д. Возьмемъ для примѣра два соединенй углерода и кислорода: составъ этихъ соединенй, выраженный въ вѣсовыхъ частяхъ каждаго элемента на 100 вѣсовыхъ частей самаго соединеня, будетъ слѣдующй:

I	II
Углерода = 42,85	Углерода = 27,27
Кислорода = 57,15	Кислорода = 72,73
100,00	100,00

Эти числовыя соотношеня могутъ быть выражены инымъ путемъ, а именно: вычислимъ вѣсовое количество кислорода, соединенное съ 1 вѣсовой частью углерода въ каждомъ соединенй, и мы получимъ:

I	II
Углерода = 1,00	Углерода = 1,00
Кислорода = 1,33	Кислорода = 2,66

Какъ видно изъ этихъ чиселъ, массы кислорода, соединеннаго съ одной и той-же массой углерода въ этихъ двухъ соединенйхъ, относятся между собой какъ 1 : 2.

Элементы углеродъ и водородъ, соединяясь вмѣстѣ въ разнообразныхъ отношенйхъ, образуютъ безчисленное множество

¹⁾ См. стр. 48—50 и 78—79, стоящя въ связи съ этимъ закономъ.

соединений; выберемъ изъ нихъ четыре и выразимъ ихъ составъ въ процентахъ:

	I	II	III	IV
Углерода =	92,3	85,7	80,0	75,0
Водорода =	7,7	14,3	20,0	25,0
	100,0	100,0	100,0	100,0

Теперь попробуемъ выразить составъ этихъ же соединений, вычисливъ сколько вѣсовыхъ частей водорода приходится въ каждомъ случаѣ на одну вѣсовую часть углерода, а именно:

	I	II	III	IV
Углерода =	1,0	1,0	1,0	1,0
Водорода =	0,083	0,166	0,249	0,332

Эти числа можно представить въ нѣсколько другой формѣ:

	I	II	III	IV
Углерода =	1,0	1,0	1,0	1,0
Водорода =	0,083	$0,083 \times 2$	$0,083 \times 3$	$0,083 \times 4$

Такимъ образомъ массы водорода, соединенныя въ этихъ четырехъ веществахъ съ одной и той же массой углерода, относятся между собой какъ 1 : 2 : 3 : 4.

Извѣстно пять соединений элементовъ кислорода и азота; если составъ каждаго изъ нихъ выразить въ вѣсовыхъ частяхъ кислорода, приходящихся на одну вѣсовую часть азота, то мы получимъ слѣдующія числа.

	I	II	III	IV	V
Азота =	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Кислорода =	0,57	$0,57 \times 2$	$0,57 \times 3$	$0,57 \times 4$	$0,57 \times 5$

Такимъ образомъ въ этихъ пяти соединенияхъ массы кислорода, соединенныя съ одной и той же массой азота, относятся другъ къ другу какъ 1 : 2 : 3 : 4 : 5.

Исслѣдованіе состава трехъ соединений желѣза и кислорода въ свою очередь даетъ намъ такія данныя:

	I	II	III
Желѣза =	1,0	1,0	1,0
Кислорода =	0,2857	0,3809	0,4286

Массы кислорода, соединеннаго въ этихъ трехъ соединеніяхъ съ одной и той же массой желѣза, относятся между собой, какъ 1:1,33:1,5, т. е. какъ 6:8:9.

Четыре соединенія свинца и кислорода составлены изъ этихъ двухъ элементовъ, соединенныхъ между собой въ слѣдующемъ соотношеніи:

	I	II	III	IV
Свинца	=1,0	1,0	1,0	1,0
Кислорода	=0,077	0,103	0,116	0,154

Массы кислорода, соединенныя въ этихъ четырехъ соединеніяхъ съ одной и той же массой свинца, относятся между собой какъ 1:1,33:1,5:2, т. е. какъ 6:8:9:12.

Когда два элемента, соединяясь, образуютъ нѣсколько соединеній, то составъ этихъ соединеній подчиняется такъ называемому **закону кратныхъ отношеній**, сущность котораго состоитъ въ томъ, что

когда два элемента, соединяясь другъ съ другомъ, образуютъ не одно, а нѣсколько соединеній, то массы одного изъ элементовъ, соединенныя съ одной и той же массой другого элемента, находятся между собой въ простыхъ кратныхъ отношеніяхъ.

Зададимъ теперь вопросъ, возможно-ли усмотрѣть какое-либо обобщеніе, касающееся состава соединеній одного элемента съ другими съ одной стороны и состава соединеній, образуемыхъ этими другими элементами между собой?

Если мы возьмемъ соединенія фосфора съ водородомъ, кислорода съ водородомъ, серы съ водородомъ и хлора съ водородомъ и выразимъ составъ ихъ въ вѣсовыхъ частяхъ, приходящихся въ каждомъ случаѣ на одну вѣсовую часть водорода, то получимъ такія числа:

I	II	III	IV
Водорода = 1,0	Водорода = 1,0	Водорода = 1,0	Водорода = 1,0
Фосфора = 10,3	Кислорода = 8,0	Серы = 16,0	Хлора = 35,5

Такимъ образомъ массы фосфора, кислорода, сѣры и хлора, отдѣльно соединяющіяся съ одной и той же массой водорода, относятся между собой какъ 10,3 : 8 : 16 : 35,5.

Фосфоръ образуетъ съ кислородомъ два соединенія, а съ сѣрой также два; хлоръ даетъ два соединенія съ кислородомъ и только одно соединеніе съ сѣрой. Выразимъ теперь составъ соединеній фосфора съ кислородомъ и фосфора съ сѣрой, вычитавъ количество вѣсовыхъ частей кислорода и сѣры соответственно вступающихъ въ соединеніе съ 10,3 вѣсовыми частями фосфора; составъ соединеній хлора съ кислородомъ выразимъ въ вѣсовыхъ частяхъ кислорода, приходящихся на соединеніе съ 35,5 вѣсовыми частями хлора и наконецъ составъ соединенія сѣры съ хлоромъ—въ вѣсовыхъ частяхъ сѣры, приходящихся на соединеніе съ 35,5 вѣсовыми частями хлора. Мы получимъ при этомъ слѣдующія числа:

I

	(1)	(2)
Фосфора	10,3	10,3
Сѣры	16,0	$26,66 = 16 \times 1\frac{2}{3}$

II

	(1)	(2)
Фосфора	10,3	10,3
Кислорода	8,0	$13,33 = 8 \times 1\frac{2}{3}$

III

Хлора	35,5
Сѣры	$32,0 = 16 \times 2$

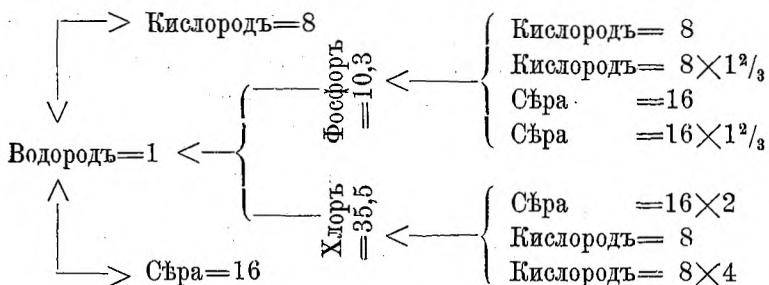
IV

	(1)	(2)
Хлора	35,5	35,5
Кислорода	8,0	$32,0 = 8 \times 4$

Остановимся на соединеніяхъ, которыя кислородъ образуетъ съ фосфоромъ и хлоромъ соответственно; назовемъ массу фосфора, соединяющуюся съ единицей массы водорода—*опре-*

дѣленной массой фосфора, а массу хлора, соединяющуюся съ единицей массы водорода, назовемъ *опредѣленной массой хлора*. Тогда массы кислорода, соединяющагося съ этой *опредѣленной массой фосфора* и съ *опредѣленной массой хлора* соответственно находятся въ простомъ соотношеніи между собою, которое выражается отношеніемъ чисель $8 : 8 \times 1\frac{2}{3} : 8 : 8 \times 4$. Теперь рассмотримъ соединеніе сѣры съ фосфоромъ и сѣры съ хлоромъ. Употребляя выраженіе *опредѣленная масса фосфора* и *опредѣленная масса хлора* въ прежнемъ смыслѣ, мы можемъ сказать, что массы сѣры, соединяющіяся съ *опредѣленной массой фосфора* и съ *опредѣленной массой хлора*, соответственно находятся между собою въ простомъ соотношеніи, а именно $16 : 16 \times 1\frac{2}{3} : 16 \times 2$.

Полученные нами результаты можно изобразить съ помощью слѣдующей діаграммы, въ которой стрѣлки указываютъ на тѣ элементы, которые вступаютъ между собой въ соединеніе:



Разсмотрѣніе состава соединеній, которыя образуются вообще путемъ взаимодействія элементовъ между собою, приводитъ къ такимъ-же заключеніямъ какъ и тѣ, которыя мы получили при обсужденіи состава соединеній фосфора, сѣры, кислорода и хлора. Заключенія эти могутъ быть выражены въ видѣ **закона павезъ**, который гласитъ, что

массы различныхъ элементовъ, вступающихъ въ отдѣльныя соединенія съ одной и той же массой какого либо опредѣленнаго элемента, тѣже самыя, что и массы этихъ же элементовъ, когда они вза-

мно соединяются другъ съ другомъ, или же онъ находится въ простыхъ кратныхъ соотношеніяхъ съ этими массами.

При примѣненіи закона Давея для выраженія состава соединеній, выбираютъ какой нибудь элементъ за единицу мѣры (за основной элементъ) и одну вѣсовую часть этого элемента называютъ *единицей массы основного элемента*; тогда тѣ массы другихъ элементовъ, которыя соединяются съ *единицей массы основного элемента*, будутъ тѣ-же самыя, которыя вступаютъ въ соединеніе между собой или же кратныя отъ нихъ.

За основной элементъ принято считать водородъ, такъ какъ объемъ его легче, чѣмъ такой же объемъ какого бы то ни было другого элемента. Назовемъ теперь массу, или лучше сказать вѣсовое количество какого либо элемента, которое соединяется съ единицей массы или съ единицей вѣса водорода—*комбинаціоннымъ вѣсомъ* этого элемента или *давею*.

Такъ какъ съ водородомъ соединяются только немногіе элементы, то опредѣлить комбинаціонный вѣсъ элемента изъ его соединенія съ водородомъ возможно только для весьма немногихъ элементовъ; наоборотъ, всѣ элементы соединяются съ кислородомъ, за исключеніемъ двухъ, которые хотя и не соединяются съ кислородомъ, за то соединяются съ хлоромъ.

Такъ какъ съ одной вѣсовой частью водорода соединяются 8 частей кислорода или 35,5 частей хлора, то мы можемъ считать эти массы—8 и 35,5—какъ единицы массы кислорода и хлора, къ которымъ можно относить массы другихъ элементовъ, вступающихъ съ ними въ соединеніе. Поэтому мы можемъ расширить опредѣленіе понятія о комбинаціонномъ вѣсѣ, подразумѣвая подъ нимъ то вѣсовое количество даннаго элемента, которое соединяется съ одной вѣсовой частью водорода или съ 8-ю вѣсовыми частями кислорода, или съ 35,5 вѣсовыми частями хлора.

Въ такомъ случаѣ законъ Давея можно выразить еще слѣдующимъ образомъ:

*элементы соединяются между собой въ отноше-
ніяхъ своихъ комбинаціонныхъ вѣсовъ или въ
отношеніяхъ, кратныхъ комбинаціоннымъ вѣ-
самъ.*

Если выразить составъ вышеупомянутыхъ нами соеди-
неній съ помощью комбинаціонныхъ вѣсовъ, то получится слѣ-
дующее:

Фосфоръ и кислородъ.

- 1) Одинъ комбинаціонный вѣсъ фосфора= $(10,3)$ съ
однимъ комбинаціоннымъ вѣсомъ кислорода= (8) .
- 2) Одинъ комбинаціонный вѣсъ фосфора= $(10,3)$ съ
 $1\frac{2}{3}$ комбинаціоннаго вѣса кислорода= $(13,33)$.

Фосфоръ и сѣра.

- 1) Одинъ комбинаціонный вѣсъ фосфора= $(10,3)$ съ
однимъ комбинаціоннымъ вѣсомъ сѣры= (16) .
- 2) Одинъ комбинаціонный вѣсъ фосфора= $(10,3)$ съ
 $1\frac{2}{3}$ комбинаціоннаго вѣса сѣры= $(26,66)$.

Хлоръ и кислородъ.

- 1) Одинъ комбинаціонный вѣсъ хлора= $(35,5)$ съ
1 комбинаціоннымъ вѣсомъ кислорода= (8) .
- 2) Одинъ комбинаціонный вѣсъ хлора= $(35,5)$ съ
4 комбинаціонными вѣсами кислорода= (32) .

Хлоръ и сѣра.

Одинъ комбинаціонный вѣсъ хлора= $(35,5)$ съ
2 комбинаціонными вѣсами сѣры= (32) .

Если мы теперь помножимъ комбинаціонный вѣсъ фос-
фора на 3 ($10,3 \times 3 = 31$), вѣсъ кислорода на 2 ($8 \times 2 = 16$) и
вѣсъ сѣры на 2 ($16 \times 2 = 32$) и назовемъ полученные такимъ

образомъ количества настоящими комбинаціонными вѣсами или паями фосфора, кислорода и сѣры (см. приложение III), то мы можемъ выразить составъ упомянутыхъ выше соединений въ цѣлыхъ числахъ комбинаціонныхъ вѣсовъ составляющихъ ихъ элементовъ. Такъ наприкладъ,

Фосфоръ и кислородъ.

- 1) 2 комбинаціонныхъ вѣса фосфора=(62) съ
3 комбинаціонными вѣсами кислорода=48.
Отношеніе $62 : 48 = 10,3 : 8$.
- 2) 2 комбинаціонныхъ вѣса фосфора=(62) съ
5 комбинаціонными вѣсами кислорода=(80).
Отношеніе $62 : 80 = 10,3 : 13,33$.

Фосфоръ и сѣра.

- 1) 2 комбинаціонныхъ вѣса фосфора=(62) съ
3 комбинаціонными вѣсами сѣры=(96).
Отношеніе $62 : 96 = 10,3 : 16$.
- 2) 2 комбинаціонныхъ вѣса фосфора=(62) съ
5 комбинаціонными вѣсами сѣры=(160).
Отношеніе $62 : 160 = 10,3 : 26,66$.

Хлоръ и кислородъ.

- 1) 2 комбинаціонныхъ вѣса хлора=(71) съ
1 комбинаціоннымъ вѣсомъ кислорода=(16).
Отношеніе $71 : 16 = 35,5 : 8$.
- 2) 1 комбинаціонный вѣсъ хлора=(35,5) съ
2 комбинаціонными вѣсами кислорода=(32).

Хлоръ и сѣра.

- 1 комбинаціонный вѣсъ хлора=(35,5) съ
1 комбинаціоннымъ вѣсомъ сѣры=(32).

Расширяя понятіе о комбинаціонномъ вѣсѣ, возможно выражать составъ химическихъ соединеній такъ, что каждое соединеніе будетъ составлено изъ небольшихъ, но цѣлыхъ чиселъ комбинаціонныхъ вѣсовъ каждаго изъ составляющихъ элементовъ. Чтобы это выполнить, необходимо въ нѣкоторыхъ случаяхъ принимать за комбинаціонный вѣсъ элемента наибольшее вѣсовое количество этого элемента, входящее въ соединеніе съ одной вѣсовой частью водорода или съ 16 частями кислорода или 35,5 частями хлора. Въ другихъ же случаяхъ за комбинаціонный вѣсъ элемента принимается двойное, а иногда и тройное вѣсовое количество, вступающее въ соединеніе съ 1 вѣсовой частью водорода или 16 частями кислорода, или 35,5 частями хлора.

Поэтому понятіе комбинаціоннаго вѣса можно опредѣлить слѣдующимъ образомъ: *комбинаціонный вѣсъ элемента представляетъ собою или наибольшую массу этого элемента, которая соединяется съ одной вѣсовой частью водорода (или съ 16 вѣсовыми частями кислорода, или съ 35,5 вѣсовыми частями хлора), или же онъ представляетъ собою цѣлое кратное этой массы.*

Въ такомъ случаѣ законъ Давиэ можетъ быть выраженъ такъ:

элементы соединяются въ отношеніяхъ своихъ комбинаціонныхъ вѣсовъ или въ отношеніяхъ, которыя представляютъ собою цѣлыя кратныя этихъ комбинаціонныхъ вѣсовъ.

Выраженный въ такой формѣ законъ заключаетъ въ себѣ и законъ постоянныхъ отношеній и законъ кратныхъ отношеній.

Эти три закона химическихъ соединеній, конечно, допускаютъ и принимаютъ за достовѣрное то обобщеніе, которое было нами раньше неоднократно высказываемо, а именно, что какимъ бы измѣненіямъ не подвергалась форма вещества, мы не можемъ измѣнить количество или массу вещества, подвергающуюся измѣненію. Это обобщеніе, выражаемое разнообразными способами, извѣстно подъ названіями *закона сохранения вещества* или *закона сохранения массы*.

Законы химических соединений были подтверждены при помощи ряда точных подходящих опытовъ. Они представляютъ собою совершенно опредѣленные положенія, которыя безъ всякихъ исключеній прилагаются ко всѣмъ химическимъ измѣненіямъ.

Способъ изображенія состава соединений основанъ на этихъ законахъ. Каждому элементу соответствуетъ извѣстный символъ, обыкновенно первая буква (или первая и какая-нибудь другая) его названія; этотъ символъ представляетъ собою не только элементъ, но и то количество, которое соответствуетъ его комбинаціонному вѣсу. Такъ О представляетъ собою 16 вѣсовыхъ частей или 1 комбинаціонный вѣсъ (см. стр. 106) кислорода; Р представляетъ собою 31 вѣсовую часть или 1 комбинаціонный вѣсъ фосфора и т. д. Составъ какого-либо соединения выражается символомъ или *формулой*, которая перечисляетъ намъ число комбинаціонныхъ вѣсовъ каждаго элемента, которые соединились вмѣстѣ и образовали количество соединения, представляемаго его формулой. Символы элементарныхъ составляющихъ ставятся подъ рядъ, а около символа каждаго элемента ставится небольшая цифра, изображающая число комбинаціонныхъ вѣсовъ. Такъ формула CO_2 выражаетъ составъ углекислаго газа, а $\text{—H}_2\text{O}$ составъ воды; формула CO_2 говоритъ намъ, что данное соединеніе состоитъ изъ углерода и кислорода, соединенныхъ вмѣстѣ въ отношеніи 1-го комбинаціоннаго вѣса перваго къ 2-мъ комбинаціоннымъ вѣсамъ послѣдняго элемента; формула H_2O показываетъ, что вода составлена изъ водорода и кислорода, соединенныхъ въ отношеніи 2-хъ комбинаціонныхъ вѣсовъ водорода на 1 комбинаціонный вѣсъ кислорода. Такимъ образомъ формулы изображаютъ составъ соединений въ вѣсовыхъ частяхъ каждаго элемента по отношенію къ вѣсу соединенія, представляемому его формулой; такъ какъ комбинаціонный вѣсъ углерода принятъ равнымъ 12-ти, а кислорода 16-ти, причѣмъ комбинаціонный вѣсъ водорода принятъ за единицу, то формула CO_2 говоритъ намъ, что $12 + (2 \times 16) = 44$ вѣсовыхъ части углекислаго газа состоятъ изъ 12-ти вѣсовыхъ частей

углерода и 32-х частей кислорода. Формула же H_2O показывает, что $2 + 16 = 18$ вѣсовыхъ частей воды состоятъ изъ 2-хъ частей водорода и 16-ти частей кислорода. Ясно, что вѣсовое количество каждаго элемента въ 100 вѣсовыхъ частяхъ какого либо соединенія, или, иначе говоря, процентный составъ даннаго соединенія можетъ быть вычисленъ изъ формулы: такъ процентный составъ углекислаго газа можетъ быть опредѣленъ изъ слѣдующихъ вычисленій:

$$\text{Процентное содержаніе углерода} = \frac{12 \times 100}{44} = 27,27$$

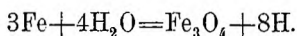
$$\text{Процентное содержаніе кислорода} = \frac{32 \times 100}{44} = 72,73$$

Измѣненія состава, происходящія при химическихъ процессахъ могутъ быть выражаемы, если написать формулу соединеній или элементовъ, образующихъ *измѣняющуюся систему* въ началѣ процесса— съ лѣвой стороны знака равенства, съ правой же стороны написать формулы соединеній или элементовъ, составляющихъ *измѣняющуюся систему* по окончаніи процесса. Въ такихъ *химическихъ уравненіяхъ* знакъ $+$ ставится вмѣсто словъ *взаимодействуетъ съ*. Такъ напр., когда желѣзо взаимодействуетъ вмѣстѣ съ водянымъ паромъ, то продуктами этого взаимодействия являются— соединеніе желѣза и кислорода, такъ называемая магнитная или черная окись желѣза и кромѣ того водородъ (см. опытъ 33 стр. 73). Количественные опыты показали, что массы желѣза и водяного пара, вступающія въ реакцію, находятся въ отношеніи 21 : 9 и что массы окиси желѣза и водорода, образовавшихся послѣ реакціи, находятся въ отношеніи 29 : 1; числа эти представляютъ собою наименьшія цѣлыя числа, выражающія собою отношенія между массами тѣхъ веществъ, которыя входятъ въ составъ измѣняющейся системы. Составъ магнитной окиси желѣза такой: 21 желѣза на 8 кислорода, если для выраженія отношенія употреблять наименьшія цѣлыя числа. Но съ другой стороны извѣстно, что комбинаціонный вѣсъ желѣза есть 56, а комбинаціонные вѣса кислорода и водорода суть 16 и 1 соответственно.

Наибольше простая формула, которую можно предложить для магнитной окиси железа, применяя только целыя числа для комбинаціонных вѣсовъ элементовъ, будетъ $\text{Fe}_3 \text{O}_4$:

$$56 \times 3 = 168, 16 \times 4 = 64; 168 : 64 = 21 : 8.$$

Если принять во вниманіе всѣ эти факты и соображенія, то мы найдемъ, что наибольше простое выраженіе тѣхъ измѣненій состава, которыя происходятъ въ данномъ процессѣ, будетъ слѣдующее:



Большія цифры передъ формулой представляютъ собою множителей, на которые надо помножить данную формулу. Если это химическое уравненіе выразить въ словахъ и цифрахъ, то оно читается такъ: $3 \times 56 = 168$ вѣсовыхъ частей железа взаимодействуютъ, реагируютъ съ $4 \times (2 + 16) = 72$ вѣсовыми частями воды и даютъ во первыхъ $(3 \times 56) + (4 \times 16) = 232$ вѣсовыя части нѣкотораго соединенія кислорода и железа, которое составлено изъ железа и кислорода, соединенныхъ въ отношеніи 3 комбинаціонныхъ вѣсовъ железа (168 вѣсовыхъ частей) съ 4 комбинаціонными вѣсами (64 вѣсовыхъ части) кислорода и во вторыхъ $8 \times 1 = 8$ вѣсовыхъ частей водорода.

При пользованіи химическими формулами необходимо имѣть подъ рукой таблицу, содержащую въ себѣ символы и комбинаціонные вѣса элементовъ; такая таблица приведена въ приложеніи къ этой книгѣ.

Въ данномъ химическомъ процессѣ, какъ и во всякихъ химическихъ процессахъ имѣетъ мѣсто только перераспределеніе элементарныхъ составныхъ частей и тѣхъ соединеній, которыя принимаютъ участіе въ процессахъ; количество вещества съ одной стороны знака равенства равняется точно количеству вещества съ другой стороны.

Разсмотрѣніе состава соединеній приводитъ насъ къ раскрытію того явленія, что химическое соединеніе происходитъ всегда между опредѣленными массами элементовъ. Благодаря этому намъ приходится разсматривать химическія реакціи элементовъ какъ такія взаимодействія, которыя происходятъ между

1, 2, 3, 4..... n маленькими частицами одного элемента (при чемъ n всегда цѣлое число) и 1, 2, 3, 4..... n малыми частицами другихъ элементовъ, при чемъ масса каждой маленькой частицы какого-либо элемента всегда одна и та же, но всегда же отличается отъ массы какой-либо малой частицы другого элемента.

Естественно является вопросъ, почему же элементы взаимодействуютъ и реагируютъ другъ съ другомъ такъ, какъ будто они состоятъ изъ малыхъ частицъ, обладающихъ всегда однимъ и тѣмъ же вѣсомъ?

На этотъ вопросъ даютъ отвѣтъ молекулярная и атомная теорія. Отвѣтъ этотъ состоитъ въ слѣдующемъ: это происходитъ потому, что какъ элементы, такъ и соединенія состоятъ изъ мельчайшихъ частичекъ или зернышекъ; что каждая частица элемента или соединенія имѣетъ тѣ же свойства, какъ и самый элементъ или соединеніе; что каждая частица элемента или соединенія обладаетъ совершенно такой же массой, какъ и всякая другая частица того же элемента или соединенія, но масса эта отлична отъ массы частицы какого-либо другого элемента или соединенія и наконецъ потому, что химическое измѣненіе состоитъ въ раздѣленіи и перераспредѣленіи этихъ мельчайшихъ частичекъ.

Многія свойства вещества являются необъяснимыми, если не признать за матеріей зернистаго строенія, другими словами, если не допустить, что какая-либо часть вещества, напр. капля воды, построена изъ громаднаго числа мельчайшихъ зернышекъ, которыя всѣ до извѣстной степени отдѣлены другъ отъ друга, а не сливаются вмѣстѣ. Сдѣлавъ допущеніе, что матерія имѣетъ зернистое строеніе, теорія опредѣляетъ это зерно или частицу какого-либо опредѣленнаго вещества, т. е. какого-либо элемента или соединенія, какъ самую малѣйшую часть его, обладающую вполне свойствами даннаго вещества. Теорія эта не утверждаетъ, что эта мельчайшая частица недѣлима, но она говоритъ, что при раздѣленіи этой частицы получаютъ новые виды вещества. Возьмемъ для примѣра каплю чистой воды; молекулярная и атомная теорія говорятъ, что если бы наши

инструменты и наши органы чувствъ были бы болѣе тонки и остры, то мы бы могли раздѣлить эту каплю воды на все болѣе и болѣе мелкія части, пока не достигли бы самой мелкой частицы этого вещества, т. е. воды, при дальнѣйшемъ раздѣленіи на части которой, эти послѣднія не будутъ уже представлять собою воду, а какія-либо другія вещества со свойствами вполне отличными отъ свойствъ воды. Такимъ образомъ, когда вода измѣняется въ водородъ и кислородъ, что происходитъ при пропусканиіи электрическаго тока черезъ смѣсь воды съ сѣрной кислотой, то по взглядамъ разсматриваемой нами теоріи происходитъ распаденіе мельчайшихъ частичекъ воды на другія вещества, при чемъ одна часть изъ получающихся веществъ проявляетъ свойства, присущія тому веществу, которе мы называемъ водородомъ, другая же составная часть мельчайшихъ частичекъ воды проявляетъ свойства, наблюдаемыя у вещества, называемаго кислородомъ.

Мельчайшія частицы элемента или соединенія, обладающія свойствами этого элемента или соединенія называются *молекулами*; когда же молекула распадается на части, то эти части называются *атомами*.

По воззрѣніямъ молекулярной и атомной теоріи химическое измѣненіе состоитъ или въ соединеніи однѣхъ молекулъ съ другими, ведущемъ къ образованію новыхъ болѣе сложныхъ молекулъ, или чаще въ распаденіи молекулъ на атомы и перераспредѣленіи этихъ атомовъ, оканчивающемся образованіемъ новыхъ молекулъ. Разсмотримъ случай образованія воды при пропусканиіи электрической искры черезъ смѣсь двухъ объемовъ водорода съ однимъ объемомъ кислорода. Теорія представляетъ намъ слѣдующую картину этого процесса: сначала мы видимъ большое число необыкновенно малыхъ частицъ или молекулъ водорода, двигающихся между вдвое меньшимъ числомъ бесконечно малыхъ частицъ кислорода; по прохожденіи электрической искры, молекулы водорода распадаются каждая на 2 части или 2 атома, а молекула кислорода распадается также на 2 атома. Въ то же самое время мы ви-

димъ, что каждыя 2 атома водорода завладѣваютъ однимъ атомомъ кислорода и соединяются съ нимъ, при чемъ продуктомъ этого соединенія является вода.

Впрочемъ здѣсь встрѣчается одно затрудненіе: такъ какъ мы опредѣляли молекулу, какъ самую мельчайшую часть элементовъ и соединеній, обладающую такими же свойствами, какъ сами элементы или соединенія, то молекула водорода есть самая маленькая частица нѣкотораго вещества, которая обладаетъ свойствами этого вещества; но мы уже раньше сказали, что по теоріи прохожденіе электрической искры черезъ смѣсь водорода и кислорода вызываетъ распаденіе этихъ мельчайшихъ частицъ водорода на еще болѣе мелкія части, которыя мы называемъ атомами водорода. Если молекула представляетъ собою предѣлъ, достигаемый при послѣдовательномъ дробленіи массы водорода и если раздробленіе молекулы на части сопровождается образованіемъ какихъ-либо веществъ, свойства которыхъ отличны отъ свойства молекулы и если это дѣйствительно доказано, то части молекулы водорода не слѣдуетъ называть атомами водорода, такъ какъ они не представляютъ собой водорода.

Теорія устраняетъ это затрудненіе, полагая, что всѣ части или атомы молекулы какого-либо элемента тождественны по своей массѣ и свойствамъ и что хотя свойства атомовъ какого-либо элемента не такія же, какъ свойства молекулъ этого элемента, но въ сущности они отъ нихъ мало отличаются. Нами уже было сказано, что свойства какого-нибудь количества водорода суть свойства тѣхъ молекулъ водорода, изъ которыхъ онъ состоитъ; когда молекула водорода распадается на атомы, то каждый изъ нихъ вполне похожъ на другой, но мы не можемъ взять отдѣльно этихъ атомовъ, чтобы изслѣдовать ихъ свойства, такъ какъ согласно съ теоріей эти атомы по раздѣленіи другъ отъ друга немедленно соединяются или съ атомами другихъ элементовъ, если тѣ имѣются по близости, или соединяются между собою парами и вновь образуютъ молекулу водорода. Наукой добыты весьма основательныя дока-

зательства того, что свойства атома водорода или кислорода или какого-либо другого элемента отличаются от свойств молекулы водорода или кислорода или какого-либо другого элемента. Но мы не можем здѣсь заняться рассмотрѣніемъ этихъ доказательствъ.

Молекулярная и атомная теорія развивалась главнымъ образомъ въ приложеніи къ газообразнымъ веществамъ. Въ основаніи этой теоріи лежитъ рядъ физическихъ и динамическихъ понятій и положеній, которыя было бы неумѣстно разсматривать въ этой книгѣ. Теорія эта много способствовала успѣхамъ физики и химіи и въ настоящее время она принята въ той или другой формѣ всеми физиками и химиками. Тѣмъ не менѣе надо сознаться, что она не представляетъ собою обобщенія, основаннаго на фактахъ, подобно тому, какъ это имѣетъ мѣсто для законовъ химическихъ соединеній. Основанія ея чисто теоретическія и въ общемъ она представляетъ попытку, исходя изъ нѣкоторыхъ допущеній, установить опредѣленную точку зрѣнія и дать наиболѣе удовлетворительное объясненіе громадному числу разнообразныхъ физическихъ и химическихъ явленій.

Я не считаю возможнымъ пускаться въ детали этой теоріи, такъ какъ это потребовало бы слишкомъ много времени и такъ какъ это кромѣ того не является безусловно необходимымъ для той основной цѣли, которую преслѣдуетъ эта книга.

Согласно съ воззрѣніями молекулярной и атомной теоріи свойства какого-либо элемента или соединенія, разсматриваемаго отдѣльно отъ другихъ видовъ вещества, суть свойства молекулъ этого элемента или соединенія. Когда элементы или соединенія вступаютъ въ химическое взаимодействіе, то въ большинствѣ случаевъ ихъ молекулы разъединяются на части или атомы и эти части вновь соединяются въ новыя группировки, образуя молекулы другихъ элементовъ или соединеній. Атомы въ молекулѣ какого-либо элемента всѣ однородны; атомы въ молекулѣ соединенія напротивъ разнородны, такъ какъ молекула составлена изъ атомовъ различныхъ элемен-

товъ. Названіе молекулы прилагается какъ къ элементамъ, такъ и къ соединеніямъ, названіе же атома—только къ элементамъ. Такъ мы говорили о молекулѣ воды, что она состоитъ изъ двухъ атомовъ водорода и одного атома кислорода, или что молекула водорода состоитъ изъ двухъ атомовъ водорода, молекула фосфора изъ 4-хъ атомовъ фосфора и т. д.

Я не стану разсматривать способовъ, съ помощью которыхъ опредѣляются относительные вѣса молекулъ и атомовъ; достаточно будетъ сказать, что водородъ, какъ наиболѣе легкое вещество, принимается за единицу мѣры, что вѣсъ атома водорода считается за единицу, и что вѣса атомовъ другихъ элементовъ выражаются по отношенію къ водороду, принятому за единицу. Кромѣ того считается съ большою достовѣрностью доказаннымъ, что молекула водорода состоитъ изъ двухъ атомовъ, а потому вѣсъ молекулы водорода считается за 2, а вѣсъ молекулъ другихъ, элементовъ и соединеній выражается по отношенію къ водороду, принятому за 2.

Величины атомныхъ вѣсовъ элементовъ тѣ же самыя, что и обыкновенно употребляемыя величины комбинаціонныхъ вѣсовъ этихъ элементовъ.

Когда горитъ свѣча, то мы наблюдаемъ явленія, которыя въ сущности невидимы. Но одной изъ основныхъ задачъ науки является задача раскрыть, обнаружить невидимое и сдѣлать его такъ сказать видимымъ.

Дѣйствительно въ настоящее время мы можемъ сказать, что намъ въ извѣстномъ смыслѣ видно, какъ молекулы соединеній углерода и водорода, входящихъ въ составъ свѣчи, сталкиваются съ молекулами кислорода въ воздухѣ; мы видимъ, какъ при этихъ встрѣчахъ молекулы разрушаются, при чемъ каждый освободившійся атомъ углерода соединяется съ 2 атомами кислорода, а 1 атомъ кислорода соединяется съ 2 атомами водорода; мы видимъ, наконецъ, какъ новыя молекулы только что образовавшихся углекислоты и воды остаются неизмѣнными и, ритмически колеблясь, движутся въ атмосферѣ.

Эти молекулы и атомы, можетъ быть, наиболѣе древнія существа въ матеріальномъ мірѣ. Много лѣтъ тому назадъ атомъ углерода, который только что освободился изъ молекулярныхъ цѣпей (въ которыхъ онъ находился, входя въ составъ горящей передъ нами свѣчи), совершалъ свои колебанія также, какъ онъ теперь колеблется въ соединеніи съ 2 атомами кислорода. Много лѣтъ эти атомы совершали свой ритмическій танецъ, но, наконецъ, наступило время, когда ихъ союзъ былъ разрушенъ; молекула углекислоты была поглощена растеніемъ, углеродъ отдѣлился отъ сопутствующихъ ему атомовъ кислорода и, соединившись съ другими атомами углерода, водорода и кислорода, сталъ составной частью ткани живого растенія. Растеніе было съѣдено животнымъ и углеродный атомъ вступилъ въ новыя соединенія, пока не вернулся вновь въ атмосферу и опять въ сопровожденіи атомовъ кислорода.

Этотъ циклъ измѣненій повторялся безконечное число разъ, при чемъ иногда молекула углекислоты попадала изъ воздуха въ море, гдѣ и поглощалась живыми полипами, которые употребляли ее на созданіе коралловаго рифа. Въ другихъ случаяхъ атомъ углерода вступалъ въ соединеніе съ атомами кальція и кислорода и въ такомъ видѣ входилъ въ составъ известняка и мрамора. Въ третьемъ случаѣ много лѣтъ тому назадъ атомъ углерода въ соединеніи съ атомами водорода и кислорода былъ закрѣпленъ на мѣстѣ, войдя въ ткани какого-нибудь большого дерева. Съ теченіемъ времени дерево это упало, на него налегли слои почвы и оно начало постепенно терять большую часть кислорода и отчасти водорода, пока въ сообществѣ углеродныхъ атомовъ не осталось только небольшое число атомовъ водорода.

Много лѣтъ спустя, человѣкъ извлекъ изъ нѣдръ земли кусокъ угля, въ составъ котораго входилъ нашъ атомъ углерода, и сталъ нагрѣвать уголь въ ретортѣ, при чемъ углеродъ, въ соединеніи съ водородомъ, покинулъ свое прежнее мѣсто и вошелъ въ составъ вещества, называемаго параффиномъ. Изъ этого параффина были затѣмъ приготовлены свѣчи; закигая

одну изъ нихъ, мы опять посылаемъ нашъ атомъ углерода въ соединеніи съ кислородомъ на новый безконечный круговоротъ измѣненій.

ГЛАВА VI.

Химическія свойства элементовъ и соединеній.

При горѣніи свѣчи, газоваго пламени, или каменнаго угля происходитъ рядъ химическихъ измѣненій, которыя состоятъ во взаимодействіи (реакціи) между элементами и соединеніями, при чемъ соединенія распадаются на составляющіе ихъ элементы, а эти послѣдніе перераспредѣляются въ новыя соединенія. Эти измѣненія вполне аналогичны всякимъ другимъ химическимъ измѣненіямъ, и, изучая ихъ, мы постепенно познакомились съ составомъ и свойствами соединеній, со свойствами элементовъ и съ тѣми измѣненіями формы и распредѣленія энергіи, которыми сопровождается измѣненіе состава и свойствъ реагирующихъ тѣлъ.

Мы уже разсматривали вопросъ о составѣ соединеній и объ измѣненіяхъ въ формѣ и распредѣленіи энергіи, которыя сопутствуютъ измѣненіямъ состава. Въ настоящее время мы постараемся нѣсколько освѣтить и выяснитъ вопросъ о свойствахъ элементовъ и соединеній и о связи между свойствами и составомъ соединеній.

Въ опытахъ 25 и 26, стр. 45 и 46, мы нашли, что при дѣйствіи соляной кислоты на мѣль или известнякъ выдѣляется углекислота. Соляная кислота есть жидкость съ весьма рѣзкимъ кислымъ вкусомъ, которая разѣдаетъ и обезцвѣчиваетъ кожу и «прожигаетъ» дыры въ тканяхъ. Другая изъ общеизвестныхъ кислотъ, напоминающая соляную—сѣрная кислота—также кисла на вкусъ и обладаетъ ѣдкими

свойствами ¹⁾. Посмотримъ, какія будутъ послѣдствія отъ дѣйствія сѣрной кислоты на мѣль.

Ислѣдовать реакцію сѣрной кислоты съ мѣломъ.

Опытъ 36-й. Составимъ приборъ, который описанъ въ опытѣ 4 и представленъ на рис. 4 (стр. 7). Помѣстимъ въ колбу слой измельченнаго мѣла, нальемъ на него воды и станемъ прибавлять черезъ воронку по немногу сѣрной кислоты, разбавленной 5 или 6 объемами воды ²⁾. Выдѣляющійся газъ соберемъ въ три небольшія стклянки (сравни опытъ 4) и ислѣдуемъ его отношеніе къ зажженной спичкѣ и известковой водѣ; газъ этотъ тушитъ зажженную спичку и образуетъ бѣлый осадокъ въ известковой водѣ. Возьмемъ небольшую свѣчку и перевернемъ надъ нею 3-ю стклянку съ газомъ, держа ее на нѣкоторомъ разстояніи; свѣча потухнетъ отъ выливающагося газа, который такимъ образомъ называется значительно болѣе тяжелымъ, чѣмъ воздухъ. Несомнѣнно, что газъ этотъ—углекислота.

Такимъ образомъ при дѣйствіи разбавленной сѣрной кислоты на мѣль получается тотъ же самый газъ, какъ и при дѣйствіи соляной кислоты и этотъ газъ есть углекислота.

Уксусъ представляетъ собою также кислую жидкость, нѣсколько напоминающую соляную и сѣрную кислоту въ ихъ свойствахъ, но онъ менѣе кислый и менѣе ѣдкій, чѣмъ эти послѣднія. Если нагрѣвать уксусъ, то удаляется паръ и остающаяся въ сосудѣ жидкость становится болѣе и болѣе кислой, пока подъ конецъ не получается весьма жгучая и пронзительнаго запаха жидкость. Жидкость эта называется *уксусной кислотой*.

¹⁾ Обѣ эти жидкости весьма ядовиты и требуютъ осторожнаго съ ними обращенія.

²⁾ Чтобы разбавить сѣрную кислоту водой, ее приливаютъ медленной и тонкой струей къ водѣ, постоянно взбалтывая послѣднюю; ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ приливать наоборотъ—воду къ сѣрной кислотѣ. При этомъ разбавленіи выдѣляется масса тепла. Какъ сосудъ для разбавленія употребляютъ тонкостѣнный стаканъ или стклянку, которые помѣщаютъ въ большую чашку на тотъ случай, если стаканъ треснетъ и сѣрная кислота разольется.

Ислѣдовать реакцію уксусной кислоты съ мѣломъ.

Опытъ 37-й. Повторить предыдущій опытъ, но вмѣсто сѣрной кислоты взять уксусную. Выдѣляющійся газъ обладаетъ всѣми свойствами углекислоты.

Такимъ образомъ отъ дѣйствія уксусной кислоты на мѣлъ получается тотъ же газъ—углекислота, какъ и при дѣйствіи соляной или разбавленной сѣрной кислоты.

Крѣпкая водка или азотная кислота представляетъ собою весьма ѣдкую и кислую жидкость.

Ислѣдовать реакцію азотной кислоты съ мѣломъ.

Опытъ 38-й. Повторить опытъ 36, но только взять немного азотной кислоты ¹⁾, разбавленной 3 или 4 объемами воды, и подѣйствовать ею на измельченный мѣлъ. Доказать, что выдѣляющійся газъ есть углекислота.

Такимъ образомъ, если на измельченный мѣлъ налить соляной кислоты, или азотной, или сѣрной, или уксусной, то въ каждомъ случаѣ происходитъ химическій процессъ и выдѣляется углекислый газъ.

Всѣ эти 4 жидкости проявляютъ до извѣстной степени общія свойства; всѣ онѣ кислоты, всѣ онѣ болѣе или менѣе разрушающе дѣйствуютъ на кожу, ткани, шерсть и т. д. и всѣ онѣ реагируютъ съ мѣломъ, выдѣляя углекислоту. Посмотримъ, не имѣютъ ли эти жидкости еще другихъ общихъ свойствъ?

Ислѣдовать реакціи соляной кислоты съ желѣзомъ и цинкомъ.

Опытъ 39-й. Приготовимъ два аппарата, подобныхъ тѣмъ, которые мы употребляли при опытахъ 36, 37 и 38; конецъ отводной трубки каждого изъ нихъ погрузимъ въ чашку съ водою. Въ одну колбу помѣстимъ желѣзныхъ

¹⁾ Надобно быть весьма осторожнымъ при обращеніи съ азотной кислотой и не касаться ея руками; она обладаетъ весьма ѣдкими свойствами, быстро обезцвѣчиваетъ и разрушаетъ кожу и вообще представляетъ собой очень ядовитое вещество.

опилокъ, въ другую немного цинковыхъ стружекъ, нальемъ на нихъ воды и прибавимъ въ каждую колбу немного соляной кислоты. Скоро въ обѣихъ колбахъ начинается выдѣляться газъ; наполнимъ 4 небольшихъ стеклянки водою, помѣстимъ по двѣ изъ нихъ въ каждую изъ чашекъ съ водою, перевернувъ отверстіемъ внизъ, и подведемъ подъ нихъ отверстіе выводной трубки, черезъ которое выдѣляющійся газъ можетъ наполнить ихъ (см. опытъ 12 стр. 21). Прежде чѣмъ начать собирать газъ, дадимъ ему выдѣляться въ теченіе 5 или 10 минутъ на воздухъ, пока не удостовѣримся, что изъ аппарата удаленъ весь воздухъ. Выйдемъ изъ каждой пары стеклянокъ по одной и, держа ихъ отверстіемъ внизъ, поднесемъ къ нему зажженную свѣчку; газъ загорается еле замѣтнымъ пламенемъ. Другую пару стеклянокъ, повернувъ ихъ отверстіемъ вверхъ, поставимъ на столъ и черезъ одну-двѣ минуты также поднесемъ къ нимъ зажженную свѣчку: оказывается, что газъ уже исчезъ изъ стеклянокъ. Такимъ образомъ выдѣляющійся при этихъ реакціяхъ газъ очевидно есть водородъ. Опытъ этотъ можно повторить, примѣняя вмѣсто соляной кислоты разбавленную сѣрную, или же уксусную: во всѣхъ случаяхъ происходитъ реакція—въ случаѣ съ уксусной кислотой весьма медленная—и выдѣляется водородъ.

Такимъ образомъ и соляная кислота, и сѣрная, и уксусная взаимодействуютъ съ желѣзомъ и цинкомъ и однимъ изъ продуктовъ реакціи является водородъ.

Ислѣдовать реакцію азотной кислоты съ желѣзомъ и цинкомъ.

Опытъ 40-й. Повторимъ предыдущій опытъ, но нальемъ въ колбы съ желѣзомъ и цинкомъ разбавленной азотной кислоты. Выдѣляется краснобурый газъ. Соберемъ этотъ газъ обыкновеннымъ способомъ надъ водою; газъ, собирающійся въ стеклянкахъ, является безцвѣтнымъ, но какъ только мы выйдемъ стеклянки изъ чашекъ съ водою, то газъ, приходя въ соприкосновеніе съ воздухомъ, становится краснобурымъ,

Итакъ, азотная кислота также реагируетъ съ желѣзомъ и цинкомъ, но только выдѣляющійся газъ не есть водородъ.

Эти четыре жидкости—соляная, сѣрная, уксусная и азотная кислоты—относятся къ желѣзу и цинку весьма сходно, но не тождественно.

Въ опытѣ 17-мъ на стр. 29 мы видѣли, что желѣзные опилки поглощали кислородъ и соединялись съ нимъ, при чемъ въ результатѣ образовалось соединеніе желѣза съ кислородомъ;

въ 18-мъ опытѣ на стр. 31 цинкъ соединялся съ кислородомъ при сильномъ накаливаниі этого металла на воздухѣ.

Посмотримъ же теперь, какъ будутъ реагировать упомянутыя нами жидкости съ окисью желѣза и окисью цинка.

Ислѣдовать реакціи соляной, сѣрной, азотной и уксусной кислотъ съ окисью желѣза и окисью цинка.

Опытъ 41-й. Нагрѣемъ небольшія количества разбавленной соляной, сѣрной, азотной и мало разбавленной уксусной кислоты въ четырехъ фарфоровыхъ чашкахъ и къ каждой изъ нагрѣваемыхъ жидкостей будемъ прибавлять по немного красной окиси желѣза (ржавчины желѣза), тщательно размѣшивая послѣ cadaго прибавленія и внося новыя количества твердаго вещества только послѣ того, какъ вполне растворилась предыдущая порція. Замѣтимъ, что при этомъ раствореніи не замѣчается выдѣленія газа.— Будемъ прибавлять окись желѣза, пока въ каждой изъ чашекъ не окажется маленькій остатокъ, не подвергающійся дальнѣйшему растворенію даже при нагрѣваніи. Нальемъ тогда немного воды въ каждую изъ чашекъ; приготовимъ 4 воронки, вложивъ въ каждую изъ нихъ бумажный фильтр ¹⁾ и подъ каждую изъ нихъ поставимъ чистый стаканъ. Нальемъ въ эти воронки всѣ 4 жидкости, профильтруемъ ихъ и такимъ образомъ отдѣлимъ жидкости отъ небольшихъ количествъ нераствореннаго окисла желѣза. Замѣтимъ, что проходящая черезъ фильтръ жидкости хотя окрашены, но вполне прозрачны. Помѣстимъ всѣ 4 чашки на треножки, поставимъ подъ каждой изъ нихъ Бунзеновскую горѣлку или спиртовую лампу, пустимъ небольшое пламя и будемъ выпаривать жидкости до тѣхъ поръ, пока капля выпариваемой жидкости, взятая на стеклянной палочкѣ, не станетъ затвердѣвать, если на нее подуть нѣкоторое время и этимъ вызвать дальнѣйшее ея испареніе и охлажденіе. Когда мы достигли этого, то удалимъ изъ подъ чашекъ нагрѣвающія ихъ горѣлки и дадимъ имъ остыть. Когда жидкости вполне остыли, то въ каждой изъ нихъ образовалось твердое вещество; еслибы оно не образовалось, то надобно еще болѣе выпарить жидкость. Когда въ каждой изъ чашекъ образовалось достаточное количество твердаго

¹⁾ Возьмемъ кружокъ изъ фильтровальной, пропускной бумаги; сложимъ этотъ кружокъ по діаметру, такъ чтобы образовался полукругъ и затѣмъ сведемъ края этого полукруга такъ, чтобы образовался квадрантъ круга; помѣстимъ этотъ квадрантъ въ воронку остриемъ внизъ, раскрывъ его такъ, чтобы онъ самъ образовалъ воронку, и прижмемъ его къ стѣнкамъ послѣдней.

вещества, то мы сольемъ съ него жидкій растворъ въ чистый сосудъ (его слѣдуетъ сохранить для дальнѣйшихъ опытовъ) и изслѣдуемъ остающееся твердое вещество.

Если въ какомъ нибудь случаѣ намъ пришлось получить слишкомъ мало твердаго вещества, то слѣдуетъ выпаривать слитую съ этого вещества жидкость, до тѣхъ поръ пока она не загустѣетъ и тогда дать ей остыть, при чемъ образуются большія количества твердаго вещества. Что касается раствора окиси желѣза въ соляной кислотѣ, то чтобы получить изъ него твердое вещество, нужно выпаривать до тѣхъ поръ, пока не будетъ удалена изъ раствора наивозможно большая часть жидкости.

Возьмемъ немного образовавшагося твердаго вещества изъ каждой чашки при помощи стеклянной палочки, отожмемъ его между листиками пропускной бумаги, пока оно не станетъ достаточно сухимъ, и тогда вбросимъ его въ воду; твердое тѣло будетъ болѣе или менѣе легко растворяться въ водѣ. Для сравненія вбросимъ въ чистую воду немного окиси желѣза: она не растворится ни при нагреваніи, ни при прибавленіи избытка воды.

Полученныя путемъ растворенія окиси желѣза въ этихъ четырехъ кислыхъ жидкостяхъ твердыя вещества очевидно совершенно отличаются какъ отъ взятой окиси желѣза, такъ и отъ кислотъ соляной, сѣрной, азотной и уксусной, въ которыхъ была растворена окись желѣза.

Изслѣдуемъ тѣ жидкости, которыя были слиты съ четырехъ твердыхъ тѣлъ, образовавшихся при выпариваніи растворовъ окиси желѣза въ четырехъ кислыхъ жидкостяхъ. Возьмемъ по небольшой каплѣ каждой изъ нихъ и помѣстимъ на поверхность руки; точно также вбросимъ въ каждую жидкость по небольшому кусочку полотна и оставимъ лежать его на нѣкоторое время. Оказывается, что жидкости эти не проявляютъ кислыхъ свойствъ, не дѣйствуютъ разъѣдающе на кожу и не разрушаютъ полотняной ткани. Такимъ образомъ полученныя нами жидкости не представляютъ собою тѣхъ кислотъ, которыми мы сначала дѣйствовали на окись желѣза.

Повторимъ этотъ же опытъ, но вмѣсто окиси желѣза возьмемъ окись цинка (окалину цинка) ¹⁾. Окись эта также растворяется въ кислотахъ безъ выдѣленія газа; послѣ того какъ въ жидкости растворилось большое

¹⁾ Такъ какъ продажная окись цинка часто содержитъ нѣкоторое количество соединенія окиси цинка съ углекислотою, то прежде чѣмъ производить опытъ съ окисью цинка, ее надобно энергично прокалить въ тонкостѣнномъ тиглѣ въ теченіе получаса при постоянномъ перемѣшиваніи и приступать къ опыту немедленно по окончательномъ охлажденіи окиси цинка.

количество окиси цинка, отдѣляемъ избытокъ послѣдней путемъ фильтрованія; при выпариваніи каждой жидкости образуется твердое бѣлое вещество. Всѣ эти твердыя вещества, по отжиманіи ихъ между пропускной бумагой, вносимъ въ воду, въ которой они оказываются хорошо растворимыми и такимъ образомъ вполне отличаются отъ окиси цинка, которая сама по себѣ не растворяется въ водѣ. Жидкости, слитыя съ твердаго осадка, не проявляютъ кислыхъ свойствъ, не дѣйствуютъ разрушительно ни на кожу, ни на ткани и слѣдовательно вполне отличаются отъ тѣхъ кислыхъ жидкостей, въ которыхъ мы растворяли окись цинка.

Результаты этихъ опытовъ показываютъ, что и соляная, и сѣрная, и уксусная кислоты всѣ реагируютъ съ окисью цинка и окисью желѣза, что всѣ эти кислыя жидкости растворяютъ оба указанные окисла безъ выдѣленія газа, что при выпариваніи полученныхъ растворовъ образуются твердыя вещества, отличающіяся по своимъ свойствамъ, какъ отъ окиси желѣза и окиси цинка, такъ и отъ тѣхъ кислыхъ жидкостей, въ которыхъ мы растворяли обѣ окиси и наконецъ, что жидкости, слитыя съ твердыхъ веществъ, также отличаются по свойствамъ отъ кислотъ, примѣненныхъ нами для ихъ образованія.

Прямой выводъ изъ этихъ результатовъ состоитъ въ предположеніи, что каждое изъ полученныхъ нами твердыхъ тѣлъ составлено одновременно изъ соотвѣтственно взятыхъ окиси и кислоты.

Когда мы растворяли желѣзо и цинкъ въ избранныхъ нами четырехъ кислыхъ жидкостяхъ, то выдѣлялся газъ (опыты 39 и 40); что же сдѣлалось съ желѣзомъ и цинкомъ?

Ислѣдовать реакціи четырехъ вышеупомянутыхъ кислотъ съ желѣзомъ и цинкомъ.

Опытъ 42-й. Повторимъ опытъ 41, но вмѣсто окиси желѣза возьмемъ желѣзныя опилки, а вмѣсто окиси цинка возьмемъ цинковыя стружки. Оба металла растворяются. Въ трехъ случаяхъ выдѣляется водородъ, при раствореніи же металла въ азотной кислотѣ выдѣляется краснобурый газъ (см. опыты 39 и 40). При выпариваніи полученныхъ при этомъ жидкостей получаютъ твердыя вещества, которыя очевидно не представляютъ

собою первоначально взятыхъ желѣза и цинка, а напротивъ весьма похожи на тѣ твердыя тѣла, которыя мы получили при раствореніи окиси цинка и окиси желѣза въ кислыхъ жидкостяхъ. Если кислоты были вполне насыщены желѣзомъ и цинкомъ, — т. е. если мы прибавляли металлъ, пока онъ не пересталъ окончательно растворяться, — то мы найдемъ, что жидкости, слитыя съ образовавшихся при выпариваніи твердыхъ веществъ, отличаются отъ первоначально взятыхъ кислыхъ жидкостей (см. опытъ 41).

Когда взятыя нами четыре кислыя жидкости растворяютъ желѣзо и цинкъ, то во-первыхъ выдѣляется газъ, который въ трехъ случаяхъ оказывается водородомъ, и во-вторыхъ образуются твердыя вещества, которыя похожи, если не тождественны съ тѣми, которыя образуются при раствореніи окиси желѣза и цинка въ этихъ же кислыхъ жидкостяхъ. Такъ какъ въ жидкостяхъ, сливаемыхъ нами съ твердаго остатка, не усматривается ни свойствъ металловъ, ни свойствъ кислыхъ жидкостей, то остается сдѣлать предположеніе, что каждое полученное нами твердое тѣло составлено изъ металла и изъ кислоты, взятыхъ для опыта.

Сдѣланное нами, какъ весьма вѣроятный выводъ изъ опытовъ 41 и 42, предположеніе, что каждое твердое тѣло, образовавшееся въ томъ или въ другомъ опытѣ, составлено изъ металла и кислоты, или изъ металлическаго окисла и кислоты, употребленныхъ при опытѣ, подтверждается до извѣстной степени результатами весьма тщательнаго количественнаго анализа всѣхъ веществъ, которыя принимаютъ участіе въ разсматриваемыхъ нами химическихъ измѣненіяхъ.

Всѣ четыре кислыя жидкости — соляная, сѣрная, уксусная и азотная кислоты, какъ кажется, весьма одинаково реагируютъ какъ съ желѣзомъ и съ цинкомъ, такъ и съ окисями желѣза и цинка. Всѣ эти четыре жидкости можно по ихъ свойствамъ отнести къ одному классу веществъ, называемыхъ *кислотами*. Посмотримъ же теперь, какія жидкости образуются при раствореніи въ водѣ ѣдкаго кали и ѣдкаго натра.

Исслѣдовать реакціи ѣдкаго натра и ѣдкаго кали съ желѣзомъ, цинкомъ, окисью желѣза, окисью цинка и известью.

Опытъ 43-й. Растворимъ около 60 граммовъ ѣдкаго кали въ 600 куб. сант. воды, и такое же вѣсовое количество ѣдкаго натра въ такомъ же объемѣ воды. Нальемъ по немногу каждого раствора на 1) желѣзные опилки, 2) цинковыя стружки, 3) окись желѣза, 4) окись цинка, 5) порошокъ мѣла; ни въ одномъ случаѣ не замѣчается какого-либо видимаго эффекта. При нагреваніи этихъ жидкостей также ничего не замѣчается.

Такимъ образомъ свойства водныхъ растворовъ ѣдкаго кали и ѣдкаго натра вполне отличны отъ свойствъ кислыхъ жидкостей, съ которыми мы работали въ предшествующихъ опытахъ.

Исслѣдовать свойства ѣдкаго натра и ѣдкаго кали.

Опытъ 44-й. Приготовимъ водные растворы ѣдкаго кали и ѣдкаго натра, какъ это описано въ опытѣ 43. Замѣтимъ, что эти жидкости дѣйствуютъ на кожу раздражающе и производятъ наощупь ощущение мыла. Возьмемъ немного шерстяной ваты и разотремъ ее слегка въ ступкѣ съ каждымъ изъ этихъ растворовъ; шерсть оказывается нѣсколько развѣденной. Возьмемъ большую пробирку и наполнимъ ее углекислымъ газомъ (см. опытъ 4-й стр. 7); когда пробирка вполне наполнилась этимъ газомъ—т. е., когда зажженная спичка тухнетъ при внесеніи въ эту пробирку—нальемъ осторожно раствора ѣдкаго кали въ пробирку на $\frac{1}{4}$ высоты; закроемъ отверстіе пробирки большимъ пальцемъ и сильно взболтаемъ содержимое. То обстоятельство, что мы начинаемъ чувствовать какъ палецъ вдавливается въ пробирку отъ давленія воздуха, показываетъ, что газъ въ пробиркѣ вполне поглощенъ растворомъ ѣдкаго кали. Чтобы подтвердить этотъ результатъ, погрузимъ подъ воду опрокинутую отверстиемъ внизъ и закрытую большимъ пальцемъ пробирку и затѣмъ удалимъ отъ отверстія палецъ: вода немедленно входитъ въ пробирку и наполняетъ ее отчасти.

Повторимъ эту часть опыта, взявши вмѣсто ѣдкаго кали ѣдкій натръ и мы получимъ тотъ же самый результатъ.

Такимъ образомъ растворы ѣдкаго кали и ѣдкаго натра обладаютъ особыми характерными свойствами, вполне отличными отъ свойствъ кислыхъ жидкостей.

Сравнить ѣдкое кали и ѣдкій натръ съ кислотами.

Опытъ 45-й. Прибавимъ къ каждому изъ растворовъ ѣдкаго кали и ѣдкаго натра, приготовленныхъ, какъ сказано въ опытѣ 44, по нѣсколько капель раствора лакмуса ¹⁾; растворъ принимаетъ темно-синій цвѣтъ. Точно также къ отдѣльнымъ порціямъ cadaго изъ растворовъ прибавимъ по нѣсколько капель настоя куркумы: желтый цвѣтъ переходитъ въ краснобурый. Такимъ же образомъ прибавимъ по нѣсколько капель настоя лакмуса и (отдѣльно) настоя куркумы къ растворамъ въ водѣ нѣсколькихъ капель соляной, сѣрной и уксусной кислотъ (конечно каждой отдѣльно). Лакмусъ становится краснымъ, а куркума желтой.

Опытъ этотъ устанавливаетъ дальнѣйшія различія между свойствами ѣдкаго кали и ѣдкаго натра съ одной стороны, и свойствами соляной, азотной, уксусной и сѣрной кислотъ съ другой стороны.

Попробуемъ же теперь посмотрѣть, какое измѣненіе происходитъ при прибавленіи къ одной изъ разсматриваемыхъ кислыхъ жидкостей ѣдкаго кали и ѣдкаго натра.

Нейтрализовать сѣрную кислоту ѣдкимъ кали и изслѣдовать образовавшуюся жидкость, а также и твердое вещество, получающееся при выпариваніи этой жидкости.

Опытъ 46-й. Нальемъ въ стклянку около $\frac{1}{2}$ унца (около 15 куб. сант.) сѣрной кислоты, прибавимъ 600 куб. сант. воды и тщательно перемѣшаемъ. Отмѣримъ какъ можно тщательнѣе 150 куб. сант. этого раствора, нальемъ въ фарфоровую чашку и прибавимъ 10 капель лакмусоваго раствора. Растворимъ около 120 граммовъ ѣдкаго кали въ 600 к. с. воды, взбалтывая растворъ до тѣхъ поръ, пока онъ не станетъ однороднымъ. Станемъ весьма медленно приливать растворъ ѣдкаго кали къ разбавленной сѣрной кислотѣ въ чашкѣ, помѣшивая постоянно стеклянной палочкой, пока красный цвѣтъ кислой жидкости не измѣнится сразу въ синій.

Измѣримъ затѣмъ остающійся объемъ раствора ѣдкаго кали. Такимъ образомъ мы найдемъ тотъ объемъ раствора ѣдкаго кали, который

¹⁾ Растворъ лакмуса готовятъ, кипятя лакмусъ съ водой, давъ ему отстояться и отфильтровавъ. Растворъ куркумы готовится такимъ же образомъ.

потребенъ для измѣненія краснаго цвѣта подкрашенной лакмусомъ кислой жидкости, въ синій цвѣтъ, который, какъ мы знаемъ, приобретаетъ лакмусъ отъ дѣйствія ѣдкаго кали.

Повторимъ эту часть опыта, взявъ 150 кубич. сантим. раствора сѣрной кислоты, вливъ въ него медленно такой объемъ раствора ѣдкаго кали, который приблизительно былъ бы достаточенъ для описаннаго перехода цвѣтовъ и закончимъ опытъ, прибавляя раствора ѣдкаго кали по каплямъ.

Возьмемъ теперь 150 к. с. того же самаго раствора сѣрной кислоты и нальемъ его въ чашку, измѣривъ самымъ тщательнымъ образомъ; не прибавляя лакмуса, прильемъ какъ разъ такой же объемъ раствора ѣдкаго кали, который необходимъ для перемѣны краснаго цвѣта 150 к. с. кислой жидкости въ синій цвѣтъ. Будемъ кипятить эту жидкость на небольшомъ пламени, пока капля ея, взятая на стеклянную палочку, не станетъ застывать отъ охлажденія (см. опытъ 41 стр. 121), затѣмъ удалимъ горѣлку и дадимъ остыть чашкѣ и ея содержимому. По мѣрѣ охлажденія изъ жидкости выдѣляется твердое бѣлое вещество; если не замѣчается появленія такого твердаго вещества, то надо еще болѣе выпарить жидкость и вообще повторять это до тѣхъ поръ, пока при охлажденіи не станетъ выдѣляться твердое вещество.

Сольемъ всю жидкость съ образовавшагося твердаго вещества, а его подвергнемъ отжиманію между листами пропускной бумаги; растворимъ отжатое твердое вещество въ возможно маломъ количествѣ воды и, помѣстивъ этотъ растворъ въ чистую чашку, станемъ выпаривать, пока не начнетъ опять выдѣляться твердое вещество. Опять сольемъ съ него жидкость и просушимъ между листами пропускной бумаги. Полученное сухое вещество растворимъ въ небольшомъ количествѣ воды; возьмемъ отдѣльно нѣсколько капель этого раствора и прибавимъ къ нему нѣсколько капель синяго лакмусоваго раствора: мы не замѣчаемъ никакого измѣненія цвѣта. Возьмемъ опять немного этого раствора и прибавимъ къ нему нѣсколько капель раствора лакмуса, принявшаго красный цвѣтъ отъ прибавленія *одной* капли *очень разбавленной* сѣрной кислоты: мы опять не замѣтимъ никакого измѣненія цвѣта и слѣдовательно водный растворъ этого твердаго вещества не дѣйствуетъ на цвѣтъ лакмусоваго раствора.

Нальемъ немного раствора этого твердаго вещества на желѣзные опилки въ одной чашкѣ; въ другую чашку помѣстимъ окись желѣза и также нальемъ на нее уюмянутаго раствора; въ третьей чашкѣ обольемъ этимъ растворомъ порошковатый мѣлъ и станемъ нагрѣвать всѣ эти 3 чашки: ни въ одномъ случаѣ мы не замѣтимъ какого либо замѣтнаго измѣненія. Слѣдовательно растворъ этого твердаго вещества не реагируетъ съ желѣзомъ, съ окисью желѣза или съ мѣломъ такъ, какъ реагируетъ сѣрная кислота, изъ которой и было получено это твердое вещество.

Возьмемъ большую пробирку, наполнимъ ее углекислымъ газомъ, закроемъ отверстие ея большимъ пальцемъ, нальемъ въ нее немного раствора упомянутого твердаго вещества, закроемъ опять пальцемъ и энергично встряхнемъ пробирку съ ея содержимымъ; погрузимъ ее отверстиемъ внизъ подъ воду и отнимемъ отъ отверстия палецъ: мы увидимъ, что вода не поднимается въ пробиркѣ и слѣдовательно растворъ упомянутого твердаго вещества не поглощаетъ углекислаго газа такъ, какъ это дѣлаетъ ѣдкое кали (которое также принимаетъ участіе въ образованіи этого твердаго вещества).

Нальемъ немного раствора этого твердаго вещества на руку, а въ другую порцію этого раствора положимъ кусочекъ шерстяной ваты: ни кожа, ни шерсть не претерпѣваютъ никакого измѣненія.

Результаты этого опыта показываютъ, что вещество, образующееся при прибавленіи ѣдкаго кали къ сѣрной кислотѣ до того пункта, когда цвѣтъ лакмуса только что измѣнился, не проявляетъ свойствъ ни кислоты, ни ѣдкаго кали, благодаря взаимодѣйствию которыхъ оно образовалось.

Свойства составляющихъ веществъ—сѣрной кислоты и ѣдкаго кали—исчезли въ свойствахъ вещества, образованнаго ихъ взаимодѣйствіемъ.

Купоросное масло или сѣрная кислота, *крѣпкая водка* или азотная кислота, *соляная кислота* (иначе называемая хлористо-водородная) и крѣпкій *уксусъ* (уксусная кислота) суть представители класса соединений, называемыхъ **кислотами**. *Ѣдкое кали* и *ѣдкій натръ* суть представители класса соединений, называемыхъ **щелочами** или **основаніями**.

Сѣрноокислый калий, т. е. то твердое вещество, которое образуется при прибавленіи ѣдкаго кали къ сѣрной кислотѣ, есть представитель класса соединений, называемыхъ **солями**.

Если къ раствору сѣрной кислоты прибавлять раствора ѣдкаго натра до тѣхъ поръ, пока не измѣнится цвѣтъ прибавленнаго лакмуса, и затѣмъ выпарить эту жидкость, то получается соль, называемая *сѣрноокислымъ натріемъ*, которая значительно напоминаетъ по своимъ свойствамъ сѣрноокислый калий.

Подобнымъ же путемъ можно получить рядъ солей, если прибавлять растворъ ѣдкаго кали или ѣдкаго натра къ кислотамъ азотной, соляной и уксусной; соли эти будутъ называться

азотнокислый калий или натрий, хлористый калий или натрий, уксусно-кислый калий или натрий. Всѣ онѣ до известной степени напоминаютъ сѣрнокислый калий по своимъ свойствамъ.

Три названныхъ класса веществъ—кислоты, основанія и соли—заключаютъ въ себѣ весьма большое число соединений, имѣющихъ весьма большое значеніе, какъ для чистой, такъ и для прикладной химіи.

Среди кислотъ, кромѣ тѣхъ, которыя мы только что изучили, слѣдуетъ упомянуть *фосфорную, сѣрнистую, бромистоводородную, йодисто-водородную, щавелевую, молочную, бензойную, салициловую, пикриновую, мышьяковую, азотистую и борную* кислоты. Наиболѣе же важныя основанія суть *аммиакъ, ѣдкій натръ, ѣдкое кали и гашеная или ѣдкая известь.*

Количество солей, можно сказать, безконечно велико; какъ примѣръ мы можемъ указать на *кремнекислые алюминій, кальцій и магній*—главныя составныя соли глины, *сѣрно-кислое желѣзо* или зеленый купоросъ, *сѣрно-кислую мѣдь* или синий купоросъ, *хлористый натрій* или поваренную соль, *фосфорно-кислый кальцій*—главную составную соль костей и на массу другихъ.

Всѣ кислоты довольно различны по своимъ свойствамъ, но всѣ онѣ реагируютъ весьма сходно, если не тождественно съ тѣми четырьмя, которыя мы разсматривали, съ такими веществами какъ лакмусъ, желѣзо, окись желѣза, цинкъ, окись цинка, известь, ѣдкое кали и ѣдкій натръ. Точно также всѣ основанія реагируютъ подобно ѣдкому кали съ лакмусомъ, углекислотой и другими кислотами. Что же касается солей, то обыкновенно онѣ не дѣйствуютъ на цвѣтъ лакмуса, не разъѣдаютъ животныхъ и растительныхъ тканей и въ отличіе отъ кислотъ и щелочей не реагируютъ съ желѣзомъ, цинкомъ, окисями желѣза или цинка и известью.

Соли образуются путемъ взаимодействія кислотъ съ основаніями, или съ такими соединениями, которыя болѣе или менѣе напоминаютъ основанія. Свойства же реагирующихъ тѣлъ исчезаютъ въ свойствахъ солей, которыя образовались путемъ ихъ взаимодействія.

Почему же кислоты кислотны, а основанія или щелочи щелочны?

Попробуемъ установить основныя положенія для отвѣта на этотъ вопросъ. Кислоты проявляютъ кислыя свойства, какъ говорили нѣкоторые алхимики, такъ какъ онѣ содержатъ «кислое начало», а щелочи являются щелочными, такъ какъ они содержатъ «щелочное начало», другими словами кислоты содержатъ «первичную кислоту», болѣе или менѣе смѣшанную съ «землянымъ веществомъ»; по мнѣнію же другихъ щелочи содержатъ «вещество огня».

Весьма трудно подвергать критикѣ подобныя воззрѣнія алхимиковъ; въ настоящее время мы не можемъ стать на такую точку зрѣнія, которая бы признавала возможнымъ существованіе «кислаго» начала, или «щелочного» начала, или «первичной» кислоты, долженствующихъ изображать собой реальное выраженіе свойствъ такихъ веществъ, которыя похожи другъ на друга.

Въ наукѣ мы уже давно вышли изъ того періода, когда свойства веществъ объяснялись присутствіемъ въ веществѣ чего-то неопредѣленнаго, отчасти матеріальнаго, отчасти же не матеріальнаго характера, и что какъ бы получало реальное существованіе отъ того, что его назвали «началомъ» или «принципомъ». По мнѣнію алхимиковъ признаніе присутствія въ веществахъ общаго «начала» или «первичной кислоты» придавало реальный характеръ объясненію явленій, по нашему же мнѣнію эти слова, эти термины, ничего не объясняютъ. Мы знаемъ, что алхимическія ученія не представляютъ собой системы продуктивнаго и точнаго знанія: теоріи ихъ мало способствовали развитію знанія и во время господствованія алхимическихъ воззрѣній было весьма мало сдѣлано успѣха въ изученіи тѣхъ вопросовъ, которые, казалось, были вполне разъяснены съ алхимической точки зрѣнія.

Великій основатель современнаго химическаго знанія Лавуазье поставилъ вопросъ, почему кислоты кислотны? въ такой формѣ, въ которой отвѣтъ на него долженъ былъ быть полученъ

только при помощи опыта. Вопросъ, поставленный имъ, былъ слѣдующій: каковы особенности состава тѣхъ соединений, которыя всѣ обладаютъ общими свойствами, называемыми нами кислотными, и нѣтъ ли чего общаго въ составѣ этихъ соединений?

Отвѣтъ, данный Лавуазье на этотъ вопросъ, заключается въ томъ словѣ, которое онъ далъ въ названіе газу, поддерживающему горѣніе: названіе *oxygène*—кислородъ, т. е. кислото-производитель, представляетъ собой отвѣтъ Лавуазье на вопросъ, почему кислоты кислотны. Элементъ, содержащійся въ воздухѣ и поддерживающій горѣніе вещество, способныхъ горѣть въ воздухѣ, есть кислотопроизводящій элементъ по мнѣнію Лавуазье; другими словами, всѣ кислоты содержатъ кислородъ и свойства веществъ, выражаемые терминомъ—*кислотныя*, стоятъ въ прямой связи съ нахожденіемъ кислорода въ этихъ соединеніяхъ.

За истекшій періодъ со временъ Лавуазье химики приготовили и проанализировали цѣлый рядъ кислотъ и теперь мы знаемъ, что большинство кислотъ содержатъ кислородъ, но только не всѣ: нѣкоторыя совсѣмъ не содержатъ его. Изслѣдованіе состава кислотъ показало намъ, что всѣ тѣ соединенія, которыя по свойствамъ напоминаютъ сѣрную кислоту, соляную, азотную, уксусную и т. д., суть соединенія *водорода* съ однимъ, двумя, тремя и т. д. элементами. Опыты также показали, что не всѣ соединенія водорода кислотны, такъ напримѣръ, ѣдкое кали и ѣдкій натръ—типическія щелочи—суть также соединенія водорода. И, наконецъ, результаты анализова многихъ солей кислотъ показали намъ, что тѣ соединенія, которыя обладаютъ кислотными свойствами, составлены изъ водорода, соединеннаго съ большими, по отношенію къ количеству водорода, количествами элементовъ, которые болѣе или менѣе напоминаютъ кислородъ по своимъ свойствамъ и потому могутъ быть названы кислородо-подобными элементами. Если соединеніе составлено изъ водорода, кислорода и другихъ кислородо-подобныхъ элементовъ, то это соединеніе обыкновенно напоминаетъ своими свойствами сѣрную кислоту, соляную или

азотную, т. е. соединеніе это является кислотнымъ, въ особенности въ тѣхъ случаяхъ, когда количество кислородоподобныхъ элементовъ или кислорода весьма значительно по отношенію къ количеству водорода въ данномъ соединеніи.

Изъ числа обыкновенныхъ кислородоподобныхъ элементовъ можно указать на такія, какъ напр. сѣра, фосфоръ, хлоръ, бромъ, іодъ и кремній; что касается азота и углерода, то ихъ также надо до извѣстной степени причислить къ числу кислородоподобныхъ элементовъ. Желѣзо же, свинецъ, мѣдь, олово, серебро и другіе металлы могутъ быть отнесены къ группѣ такъ называемыхъ водородоподобныхъ элементовъ. Хотя, какъ указанные, такъ и другіе металлы весьма отличны отъ водорода по своимъ физическимъ свойствамъ—какъ напр. по твердости, цвѣту, удѣльному вѣсу, тягучести и проводимости—тѣмъ не менѣе, по своимъ химическимъ свойствамъ они напоминаютъ гораздо болѣе водородъ, чѣмъ кислородъ.

Соединенія водорода съ металлами или водородоподобными элементами уже не представляютъ собой кислотъ; соединенія водорода съ кислородоподобными и водородоподобными элементами не всегда проявляютъ кислыя свойства, кромѣ тѣхъ случаевъ, когда количество кислородоподобныхъ элементовъ въ данномъ соединеніи значительно велико по сравненію съ количествомъ водорода и водородоподобныхъ элементовъ соединенія.

Высказывая такія положенія, мы въ сущности вмѣстѣ съ тѣмъ какъ бы подразумѣваемъ, что составъ и свойства весьма большого числа соединеній были точно изслѣдованы и разъяснены; но точный смыслъ этихъ положеній будетъ выясненъ только тогда, когда мы вполне опредѣлимъ, что мы собственно подразумѣваемъ подъ именемъ кислородоподобныхъ и водородоподобныхъ элементовъ.

Въ данномъ случаѣ мы не можемъ заняться подробнымъ разъясненіемъ значенія этихъ терминовъ; подобная задача могла бы быть выполнена нами успѣшно только въ томъ случаѣ, если бы мы рѣшили посвятить много времени и вниманія на изученіе химіи.

Ограничимся поэтому пока всего нѣсколькими замѣчаніями.

Когда мы пропускаемъ электрической токъ черезъ смѣсь воды съ небольшимъ количествомъ сѣрной кислоты, то на одной изъ платиновыхъ пластинокъ, погруженныхъ въ жидкость, выдѣляется водородъ, а на другой пластинкѣ выдѣляется кислородъ (см. опытъ 11, стр. 17). Когда соединеніе кислородо-и водородоподобныхъ элементовъ — какъ напр. хлорная мѣдь, составъ которой выражается формулой CuCl_2 — разлагается на элементы при пропусканіи черезъ него электрическаго тока, то водородоподобный элементъ — мѣдь — выдѣляется на той же самой пластинкѣ, на которой выдѣляется и водородъ при электролизѣ воды, содержащей сѣрную кислоту, а кислородоподобный элементъ — хлоръ — выдѣляется на той же платиновой пластинкѣ, на которой выдѣляется кислородъ при электролизѣ воды.

Когда вода разлагается при реакціи съ водородоподобными элементами — какъ напр. при нагрѣваніи ея съ раскаленнымъ желѣзомъ въ опытѣ 33, стр. 73, — то кислородъ воды соединяется съ водородоподобнымъ элементомъ, водородъ же воды выдѣляется въ свободномъ состояніи, т. е. не соединеннымъ съ другими элементами. Если же вода разлагается при взаимодействіи съ какимъ либо кислородоподобнымъ элементомъ — напр. при пропусканіи паровъ воды и хлора черезъ накаленную фарфоровую трубку, — то водородъ воды соединяется съ кислородоподобнымъ элементомъ, а кислородъ воды выдѣляется, не соединенный ни съ какимъ элементомъ.

Многія соединенія водородоподобныхъ элементовъ съ кислородомъ растворяются болѣе или менѣе легко въ водѣ и растворы эти содержатъ соединенія, напоминающія по своимъ свойствамъ ѣдкое кали и ѣдкій натръ, т. е. щелочныя вещества; точно также многія соединенія кислородоподобныхъ элементовъ съ кислородомъ растворяются болѣе или менѣе легко въ водѣ и растворы ихъ содержатъ соединенія, которыя сходны по своимъ свойствамъ съ азотной или уксусной кислотой, т. е. съ кислотными веществами.

Хотя высказанныя нами предположенія должны быть приняты занимающимся на вѣру безъ личной съ его стороны провѣрки, тѣмъ не менѣе они могутъ дать хотя нѣкоторое приблизительное представленіе о томъ, что собственно слѣдуетъ подразумѣвать подъ *водородоподобными и кислородоподобными элементами*.

Такимъ образомъ кислотныя соединенія составлены изъ водорода, соединеннаго съ сравнительно большими количествами кислородоподобныхъ элементовъ, при чемъ однимъ изъ этихъ элементовъ наичаще бываетъ самъ кислородъ. Щелочныя же соединенія составлены изъ водорода, соединеннаго съ сравнительно большими количествами водородоподобныхъ элементовъ, а также съ кислородомъ.

Слѣдующая таблица на стр. 136—137 показываетъ намъ составъ нѣкоторыхъ кислотныхъ и щелочныхъ соединеній.

Приведенныхъ въ таблицѣ I примѣровъ достаточно, чтобы показать, что упомянутыя нами кислотныя соединенія содержатъ весьма большія количества кислородоподобныхъ элементовъ, сравнительно съ количествомъ водорода, при чемъ кислородъ мы включаемъ въ классъ кислородоподобныхъ элементовъ и что, приведенный какъ примѣръ, щелочныя соединенія содержатъ сравнительно большія—не менѣе 50% по вѣсу—количества водородоподобныхъ элементовъ, входящихъ въ ихъ составъ.

Составъ кислотныхъ соединеній можетъ быть представленъ общей формулой H_xK_y , а щелочныхъ соединеній—формулой $H_xV O_z$, гдѣ H_x изображаетъ собой x комбинаціонныхъ вѣсовъ водорода, K_y — y комбинаціонныхъ вѣсовъ кислородоподобнаго элемента, включая сюда же и кислородъ, V_y — y комбинаціонныхъ вѣсовъ водородоподобнаго элемента, O_z — z комбинаціонныхъ вѣсовъ кислорода. Въ этихъ формулахъ y представляетъ собой довольно большое число.

Что же касается солей, то онѣ образуются при взаимодействіи щелочныхъ соединеній съ кислотными. Свойства солей отличаются значительно отъ свойствъ тѣхъ соединеній, путемъ взаимодействія которыхъ они образовались: соли не обладаютъ

ни щелочнымъ, ни кислотнымъ характеромъ. А потому весьма естественнымъ является вопросъ, не существуетъ ли какое либо обобщеніе относительно состава солей, а также связи между ихъ составомъ съ одной стороны и составомъ тѣхъ щелочныхъ и кислотныхъ соединеній, изъ которыхъ они произошли,—съ другой?

Какъ простѣйшій путь для нахождения отвѣта на этотъ вопросъ можно предложить сопоставленіе состава нѣкоторыхъ изъ солей, образовавшихся при взаимодействіи тѣхъ щелочныхъ и кислотныхъ соединеній, которыя были приведены въ предыдущей таблицѣ. Относящіяся къ этому вопросу данныя приведены на таблицѣ II-ой на стр. 138.

Подробное разсмотрѣніе состава обозначенныхъ въ таблицѣ II-ой соединеній приводитъ насъ къ заключенію, что соли вообще представляютъ собою соединеніе кислородоподобнаго элемента или элементовъ кислоты съ водородоподобнымъ элементомъ щелочного соединенія; въ нѣкоторыхъ же случаяхъ соль содержитъ водородъ въ соединеніи съ водородоподобнымъ элементомъ щелочи и кислородоподобнымъ элементомъ кислоты. Иначе выражаясь, можно сказать, что соль образуется путемъ замѣщенія водорода въ кислотномъ соединеніи водородоподобнымъ элементомъ щелочного соединенія, при чемъ обыкновенно замѣщается весь водородъ, въ нѣкоторыхъ же случаяхъ только часть его.

Измѣненіе свойствъ, замѣчаемое при сравненіи понятія о соли съ понятіемъ о кислотѣ, сопровождается измѣненіемъ въ составѣ, которое въ главныхъ чертахъ состоитъ въ удаленіи изъ кислоты водорода и въ соединеніи получающагося остатка съ водородоподобнымъ элементомъ щелочного соединенія. Само собою разумѣется, что высказанное только что нами обобщеніе могло быть установлено только какъ результатъ количественнаго изученія весьма многихъ соединеній, т. е. количественнаго опредѣленія состава и количественнаго изслѣдованія свойствъ.

Т а б л и
К И С Л О Т Н Ы Я

Названія кислотъ.	Формулы.	С о с	
		Въ комбинаціонныхъ вѣсахъ элемен Водорода.	Кислородоподоби. элем.
Соляная	HCl	1 к. в.	+ 1 к. в. хлора
Сѣрная	H_2SO_4	2 „	+ 1 „ сѣры
Азотная	HNO_3	1 „	+ 1 „ азота
Хлорноватая	HClO_3	1 „	+ 1 „ хлора
Іодная	HJO_4	1 „	+ 1 „ іода
Фосфорная	H_3PO_4	3 „	+ 1 „ фосфора
Кремневая	H_2SiO_3	2 „	+ 1 „ кремнія
Уксусная	$\text{H}_4\text{C}_2\text{O}_2$	4 „	+ 2 „ углерода
Щавелевая	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	2 „	+ 2 „ „

Щ е л о ч н ы я

Названія.	Формулы.	С о с	
		Въ комбинаціонныхъ вѣсахъ элемен Водорода.	Водородоподоби. элем.
Ѣдкое кали . . .	НОК	1 к. в.	+ 1 к. в. калия
Ѣдкій натръ . . .	НОNa	1 „	+ 1 „ натрія
Ѣдкая известь . .	$\text{H}_2\text{O}_2\text{Ca}$	2 „	+ 1 „ кальція
Ѣдкій баритъ . . .	$\text{H}_2\text{O}_2\text{Ba}$	2 „	+ 1 „ барія
Ѣдкій стронціанъ .	$\text{H}_2\text{O}_2\text{Sr}$	2 „	+ 1 „ стронція

ца І.

соединенія.

Т а в ъ.

товъ.	Въ частяхъ каждаго элемента на 100 частей соединенія.		
Кислорода.	Водорода.	Кислородоподобн. элем.	Кислорода.
—	2,7	+ 97,3 хлора	—
+ 4 к. в.	1,9	+ 32,7 сѣры	+ 65,4
+ 3 „	1,6	+ 22,2 азота	+ 76,2
+ 3 „	1,2	+ 42 хлора	+ 56,8
+ 4 „	0,6	+ 66,1 іода	+ 33,3
+ 4 „	3,1	+ 31,6 фосфора	+ 65,3
+ 3 „	2,6	+ 35 кремнія	+ 61,5
+ 2 „	6,5	+ 40 углерода	+ 53,5
+ 4 „	2,3	+ 26,6	+ 71,1

соединенія.

Т а в ъ.

товъ.	Въ частяхъ каждаго элемента на 100 частей соединенія.		
Кислорода.	Водорода.	Водородоподобн. элем.	Кислорода.
+ 1 к. в.	1,8	+ 69,6 калия	+ 28,6
+ 1 „	2,5	+ 57,5 натрія	+ 40
+ 2 „	2,8	+ 54 кальція	+ 43,2
+ 2 „	1,2	+ 80,1 барія	+ 18,7
+ 2 „	1,7	+ 71,9 стронція	+ 26,4

Т а б л и ц а I I.

I.

II.

III.

С 0 д ь,

Кислотное соединение.

Щелочное соединение.

образованная при взаимодействии кислот и щелоч. соединений; приведенных въ графах I и II. Водородопод. Кислородопод. элементы.

Название соли.

НСl	соляная кислота	НОК	ѣдкое кали	К	NO ₃	Хлористый калий.
НNO ₃	азотная	НОК	" "	К	NO ₃	Азотно-кислый калий.
Н ₂ SO ₄	сѣрная	НОNa	ѣдкій натръ	Na ₂	SO ₄	Сѣрно-кислый натрій.
Н ₃ PO ₄	фосфорная	НОNa	" "	Na ₃	PO ₄	Фосфорно-кислый натрій.
Н ₄ C ₂ O ₂	уксусная	НОNa	" "	NaN ₃	C ₂ O ₂	Уксусно-кислый натрій.
Н ₄ C ₂ O ₂	уксусная	НОК	ѣдкое кали	KN ₃	C ₂ O ₂	Уксусно-кислый калий.
Н ₂ C ₂ O ₄	щавелевая	НОК	" "	K ₂	C ₂ O ₄	Щавелево-кислый калий.
НСl	соляная	Н ₂ O ₂ Са	ѣдкая известь	Са	Cl ₂	Хлористый кальцій.
НNO ₃	азотная	Н ₂ O ₂ Са	" "	Са	2NNO ₃	Азотно-кислый кальцій.
Н ₂ SO ₄	сѣрная	Н ₂ O ₂ Ва	ѣдкій баритъ	Ва	SO ₄	Сѣрно-кислый барій.
Н ₂ C ₂ O ₄	щавелевая	Н ₂ O ₂ Str	ѣдкій стронціанъ	Str	C ₂ O ₄	Щавелево-кислый стронціанъ.
Н ₄ C ₂ O ₂	уксусная	Н ₂ O ₂ Са	ѣдкая известь	Са2Н ₂	2C ₂ O ₂	Уксусно-кислый кальцій.
Н ₄ C ₂ O ₂	уксусная	Н ₂ O ₂ Ва	ѣдкій баритъ	Ва2Н ₂	2C ₂ O ₂	Уксусно-кислый барій.
Н ₃ PO ₄	фосфорная	Н ₂ O ₂ Str	ѣдкій стронціанъ	Str ₃	2PO ₄	Фосфорно-кислый стронціанъ.

Мы не отвѣтили на поставленные нами вопросы, почему кислоты кислотны, а щелочи щелочны, такъ какъ эти вопросы не принадлежать къ числу тѣхъ вопросовъ, на которые можетъ быть данъ точный научный отвѣтъ. Возможный отвѣтъ на эти вопросы, который можетъ дать намъ химическое изслѣдованіе, слѣдующій: свойства, опредѣляемыя терминомъ кислотный, присущи нѣкоторому опредѣленному составу; точно также свойства, именуемыя щелочными, отвѣчаютъ другому также опредѣленному составу.

Кислоты суть соединенія водорода съ относительно большими количествами кислородоподобныхъ элементовъ, щелочныя же соединенія суть соединенія водорода съ кислородомъ и съ относительно большими количествами водородоподобныхъ элементовъ; когда же кислоты и щелочи взаимодействуютъ, то образуются соли и эти соли суть соединенія водородоподобныхъ элементовъ съ кислородоподобными элементами кислотъ. Чтобы этотъ отвѣтъ сталъ совершенно ясенъ, надобно было бы весьма подробно ознакомиться съ большимъ количествомъ элементовъ и ихъ соединеній; но, понятно, здѣсь не можетъ быть и рѣчи о такомъ изученіи.

Изслѣдованіе состава и свойствъ кислотъ, щелочей и солей, а также и измѣненій въ составѣ и свойствахъ, сопровождающихъ образованіе солей при взаимодействіи кислотъ съ щелочами, представляетъ собою характерную главу химической науки.

Въ изложенномъ нами краткомъ очеркѣ методовъ изслѣдованія и результатовъ, полученныхъ нами при изслѣдованіи, мы обращали главное вниманіе на химическія, а не физическія свойства соединеній. Мы не ставили вопроса, что представляютъ собою кислоты—твердыя, жидкія или газообразныя вещества, обладаютъ-ли онѣ большимъ или малымъ удѣльнымъ вѣсомъ, безцвѣтны или окрашены, плаваются ли легко или только при высокихъ температурахъ; мы не спрашивали, не напминаютъ-ли собой щелочныя соединенія на видъ или наощупъ металлы, похожи-ли они на воду, отличны-ли они по внѣшности

отъ потребляемыхъ нами въ пищу веществъ и т. д. Вообще мы не интересовались вопросами о внѣшнемъ видѣ, окраскѣ, твердости, проводимости, упругости, запахѣ и вкусѣ солей, а ограничили наше изслѣдованіе исключительно химическими свойствами соединений.

Химическія свойства вещества суть тѣ, которыя мы наблюдаемъ при взаимодействіи его съ другими тѣлами, или когда оно претерпѣваетъ измѣненія въ составѣ при дѣйствіи на него какой либо формы энергіи. Такъ, напримѣръ, одно изъ химическихъ свойствъ воды состоитъ въ томъ, что водяной паръ разлагается при пропусканіи его черезъ раскаленное желѣзо, при чемъ образуется водородъ, а кислородъ соединяется съ желѣзомъ; другое химическое свойство воды состоитъ въ томъ, что смѣсь ея съ сѣрной кислотой разлагается при прохожденіи электрическаго тока на водородъ и кислородъ; наконецъ, третье химическое свойство воды состоитъ въ способности ея разлагаться отъ сильнаго нагрѣванія на элементы. Одно изъ химическихъ свойствъ кислоты состоитъ въ томъ, что она образуетъ соли, реагируя съ щелочными соединеніями.

Реакція кислоты со щелочью есть химическое измѣненіе; это измѣненіе подобно всякимъ химическимъ измѣненіямъ состоитъ изъ трехъ главныхъ частей:—1) измѣненія въ распредѣленіи нѣкоторыхъ формъ вещества; 2) измѣненія въ свойствахъ вещества, форма котораго измѣняется; 3) измѣненія въ формѣ и распредѣленіи энергіи измѣняющейся матеріальной системы.

Реакція кислоты со щелочью сопровождается выдѣленіемъ тепла, а потому ею можно воспользоваться, какъ источникомъ энергіи, для производства механической работы.

Кислота и щелочь могутъ быть съ извѣстной точки зрѣнія разсматриваемы какъ топливо, а измѣненіе, происходящее при взаимодействіи обоихъ тѣлъ, можетъ быть сравнимо съ процессомъ горѣнія; въ такомъ случаѣ соль, образующаяся при взаимодействіи, можетъ быть приравниваема къ золѣ, остающейся по окончаніи горѣнія. Совершенно подобно тому, какъ зола,

получающаяся послѣ горѣнія, можетъ быть превращена обратно въ топливо, которое раньше горѣло, если произвести надъ золой нѣкоторую работу при соответственныхъ условіяхъ, точно также соль можно опять превратить въ кислоту и щелочь, изъ которыхъ она произошла, и это превращеніе можно осуществить, производя работу надъ солью при соответственныхъ условіяхъ. Но надо замѣтить, что опредѣленіе условій, при которыхъ является возможнымъ превратить соль обратно въ кислоту и щелочь, изъ которыхъ она произошла, есть задача, требующая весьма тщательно поставленныхъ опытовъ и не можетъ быть предпринята безъ значительнаго запаса знаній, добытыхъ опытнымъ путемъ, о химическихъ свойствахъ многихъ отдѣльныхъ солей, кислотъ и щелочныхъ соединений.

Измѣненія въ составѣ, происходящія при образованіи соли изъ кислоты и щелочи, могутъ быть представлены, если прибѣгнуть къ языку молекулярной и атомной теоріи, въ слѣдующемъ видѣ: растворъ кислоты, съ точки зрѣнія теоріи, содержитъ громадное число необыкновенно малыхъ частицъ вещества, изъ которыхъ каждая обладаетъ свойствами кислоты и всѣ онѣ имѣютъ одинаковыя свойства и одинаковую массу. Эти мельчайшія частицы или молекулы представляются нашимъ взорамъ составленными изъ еще болѣе мелкихъ частицъ или атомовъ; атомы суть бесконечно малыя частицы элементовъ, входящихъ въ составъ кислоты, а молекула есть соединеніе этихъ атомовъ въ нѣкоторую группу или конфигурацію. Такъ напримѣръ, молекула сѣрной кислоты представляется построенной изъ двухъ атомовъ водорода въ соединеніи съ однимъ атомомъ сѣры и четырьмя атомами кислорода; такая группировка атомовъ имѣетъ свои собственные свойства и эти свойства различны отъ свойствъ, проявляемыхъ отдѣльными атомами, которые входятъ въ составъ всей группы. Свойства отдѣльныхъ атомовъ исчезаютъ въ свойствахъ самой молекулы, но вмѣстѣ съ тѣмъ послѣднія находятся въ прямой связи (хотя и не представляютъ собой суммы свойствъ) съ количествомъ и качествомъ составляющихъ атомовъ. Такъ напримѣръ, свой-

ства молекулъ, изображаемыхъ формулами HO_3N и HO_3Cl , весьма различны другъ отъ друга: хотя обѣ онѣ представляютъ собой кислоты и обѣ содержатъ по одному атому водорода и по три атома кислорода, но замѣна одного атома азота однимъ атомомъ хлора вызываетъ весьма рѣзкое различіе въ свойствахъ молекулы. Точно также свойства молекулъ, изображаемыхъ формулами H_2SO_3 и H_2SO_4 , весьма различны, хотя обѣ они суть кислоты, въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ похожія другъ на друга, и хотя единственное различіе въ ихъ составѣ состоитъ въ томъ, что молекула одной кислоты содержитъ четыре атома кислорода, другой же всего три.

Точно также согласно теоріи мы можемъ представить растворъ щелочи, какъ содержащій весьма большое число очень малыхъ частичекъ, каждая изъ которыхъ обладаетъ свойствами раствореннаго вещества и всѣ онѣ обладаютъ одинаковыми свойствами и одинаковой массой. Можно думать, что какъ молекулы кислоты, такъ и молекулы щелочи быстро движутся среди молекулъ растворителя, отъ времени до времени сталкиваясь, затѣмъ отскакивая и продолжая двигаться по ломанымъ линіямъ. Предположимъ теперь, что мы смѣшали вмѣстѣ растворы кислоты и щелочи въ такомъ отношеніи, какъ это указано въ опытѣ 46-мъ. Теорія говоритъ намъ, что происходитъ обмѣнъ атомовъ: водородоподобный атомъ молекулы щелочи становится на мѣсто одного изъ нѣсколькихъ атомовъ водорода въ молекулѣ кислоты. Въ результатѣ получаются двѣ новыхъ молекулы: одна изъ нихъ состоитъ изъ кислородоподобныхъ атомовъ кислотной молекулы, соединенныхъ съ водородоподобнымъ атомомъ молекулы щелочной—это и есть молекула образовавшейся соли. Другая же новая молекула составлена изъ атомовъ водорода, выдѣлившихся изъ молекулы кислоты и соединившихся съ кислородными и водородными атомами, оставшимися отъ щелочной молекулы; очевидно, что новая молекула и есть молекула воды. Такимъ образомъ при реакціи между кислотой и щелочью образуется не только соль, но и вода.

Мы можемъ разсматривать молекулу, какъ опредѣленное строеніе, построенное изъ опредѣленнаго числа частей или атомовъ и обладающее свойствами, которыя не представляютъ собою суммы свойствъ атомовъ, хотя и стоятъ въ связи, какъ съ качествомъ, такъ и съ количествомъ тѣхъ атомовъ, которые, соединившись вмѣстѣ, образуютъ молекулу.

Свойства водорода, согласно съ молекулярной и атомной теоріей, суть свойства молекулъ этого элемента; но свойства атома водорода, находящагося въ молекулѣ какого нибудь соединения — напримѣръ азотной кислоты или ѣдкаго кали — отличаются отъ свойствъ молекулы водорода. Кромѣ того эти свойства въ извѣстныхъ предѣлахъ обуславливаются природою и числомъ другихъ атомовъ, соединенныхъ съ атомомъ водорода въ данной молекулѣ.

Водородъ въ азотной кислотѣ можетъ быть замѣщенъ водородоподобными элементами — напримѣръ желѣзомъ, мѣдью, серебромъ, свинцомъ или ртутью, — если привести въ соприкосновеніе азотную кислоту съ какимъ либо соединеніемъ этихъ водородоподобныхъ элементовъ съ кислородомъ и водородомъ, т. е. привести во взаимодействіе ее со щелочнымъ соединеніемъ; въ ѣдкомъ же кали при подобныхъ условіяхъ водородъ не можетъ быть замѣщенъ водородоподобнымъ элементомъ.

Молекулу можно разсматривать какъ строеніе, имѣющее въ цѣломъ свои собственныя свойства, при чемъ свойство какой либо изъ ея частей или атомовъ зависитъ какъ отъ природы этихъ атомовъ, такъ и отъ природы другихъ соединенныхъ съ ними атомовъ и слѣдовательно отъ числа различныхъ атомовъ, входящихъ въ составъ молекулы.

Мы не станемъ далѣе входить въ эту обширную, плодотворную и въ высокой степени интересную область изслѣдованія. Здѣсь достаточно будетъ сказать, что при дальнѣйшемъ изученіи химическихъ явленій мы наталкиваемся на весьма интересный фактъ, а именно, что двѣ молекулы, состоящія изъ одного и того же числа однихъ и тѣхъ же атомовъ,

могутъ проявлять различныя свойства. Накопленіе подобныхъ фактовъ постепенно побудило химиковъ признать, что свойства молекулъ обуславливаются между прочимъ такимъ факторомъ, который не зависитъ ни отъ числа, ни отъ природы составляющихъ молекулу атомовъ. Единственный выходъ изъ даннаго затрудненія—это допустить, что третій факторъ есть тотъ путь или тотъ способъ, съ помощью котораго атомы или части молекулы распределены относительно другъ друга.

При обсужденіи тѣхъ реакцій разнообразныхъ веществъ, которыя мы разсматривали на предыдущихъ страницахъ, можетъ возникнуть слѣдующій вопросъ: какова собственно причина тѣхъ взаимодействій, которыя происходятъ между опредѣленными веществами и состоятъ въ измѣненіи ихъ состава и свойствъ, и измѣненіи формы и распределенія энергии? Почему не всѣ элементы и соединенія реагируютъ другъ съ другомъ? Почему нѣкоторыя вещества реагируютъ при обыкновенной температурѣ и моментально—напримѣръ растворы кислотъ съ растворами щелочей—тогда какъ другія вещества реагируютъ только при высокихъ температурахъ и при томъ медленно—какъ напримѣръ вещество свѣчи съ кислородомъ воздуха? Можемъ ли мы связывать большую или меньшую готовность веществъ подвергаться химическому измѣненію—съ составомъ этихъ соединеній или съ большими или меньшими количествами энергии, содержащейся въ тѣхъ или другихъ соединеніяхъ?

Всѣ эти вопросы сводятся къ одному общему вопросу, т. е. къ причинѣ всѣхъ химическихъ взаимодействій, которую принято называть *силой химическаго сродства*. Собственно говоря, химики не знаютъ въ чемъ состоитъ химическое сродство, хотя и обладаютъ большимъ запасомъ свѣдѣній относительно него: такъ напримѣръ, они могутъ измѣрять эффекты этой неизвѣстной причины, они могутъ сравнивать между собою сродства многихъ отличающихся другъ отъ друга соединеній и потому они все болѣе и болѣе приближаются къ разрѣшенію вопроса о причинѣ химическихъ явленій.

Но здѣсь передъ нами вновь открываются обширныя области изслѣдованія, куда мы не можемъ теперь вступать.

Понять тѣ явленія, которыя мы видимъ каждый день при горѣннн свѣчи, въ сущности значить понять и овладѣть всей областью химіи и не малой частью физики.

Занявшись изученіемъ горящей свѣчи, или газоваго рожка, или каменнаго угля, мы пришли къ слѣдующимъ общимъ заключеніямъ.

Процессъ горѣннн сопровождается образованіемъ веществъ, которыя совершенно не похожи на горѣвшія вещества.

Кромѣ горящаго вещества, которое видимо для насъ, въ горѣннн принимаетъ участіе еще и другое вещество; вещество это есть составная часть воздуха, въ которомъ происходитъ горѣннн.

Горѣннн сопровождается измѣненіемъ состава и свойствъ вполне опредѣленнаго характера.

Во время тѣхъ измѣненій, которыя происходятъ при горѣннн свѣчи, вещество не исчезаетъ и не порождается вновь; общее количество вещества, принимающаго участіе въ процессѣ горѣннн, остается неизмѣннымъ.

Хотя вся масса измѣняющейся системы по окончаніи измѣненія остается неизмѣнной, система тѣмъ не менѣе теряетъ способность производить работу; получающаяся при горѣннн зола не можетъ уже совершить того, что можетъ сдѣлать несгорѣвшее вещество. Но энергія, которая выдѣляется изъ системы при горѣннн, не уничтожается; она только измѣняетъ свою форму и въ измѣненной формѣ переходитъ въ другія матеріальныя системы, которыя окружаютъ горящее тѣло. Чтобы изъ золы вновь получить не сгорѣвшее вещество, надо совершить надъ ней работу при соответственныхъ условіяхъ.

Горѣннн есть характерное химическое явленіе. При химическомъ измѣненіи образующіяся вновь вещества не похожи на тѣ, изъ которыхъ они произошли и эти новыя вещества, какъ свойствами, такъ и составомъ, вполне отличны отъ

свойствъ и отъ состава тѣхъ веществъ, изъ которыхъ они произошли; при химическомъ измѣненіи вещество не создается и не уничтожается: измѣняется только его форма и распредѣленіе и при этомъ измѣняется также форма и распредѣленіе энергіи.

Разбираясь въ тѣхъ опредѣленныхъ измѣненіяхъ состава, которыя характеризуютъ химическія явленія, мы пришли къ признанію двухъ классовъ веществъ—элементовъ и соединений; свойства каждаго элемента и каждаго соединенія совершенно опредѣленны; сложные соединенія составлены изъ опредѣленныхъ количествъ элементовъ, элементы же суть тѣ опредѣленные виды веществъ, которые не были еще разложены на несходныя части.

Факты, касающіеся состава сложныхъ соединеній и количествъ элементовъ, образующихъ данное соединеніе, подчиняются тремъ законамъ химическихъ соединеній. Эти законы точно излагаютъ намъ существенную сторону всякихъ химическихъ измѣненій и могутъ быть выражены совокупно въ слѣдующемъ положеніи:

Элементы соединяются между собой въ отношеніи своихъ комбинаціонныхъ вѣсовъ или въ отношеніи цѣлыхъ кратныхъ своихъ комбинаціонныхъ вѣсовъ.

Этотъ законъ положенъ въ основаніе общепринятаго способа изображенія состава соединеній при помощи числовыхъ показателей комбинаціонныхъ вѣсовъ составляющихъ ихъ элементовъ.

Всѣ химическія соединенія классифицируются по составу и по ихъ химическимъ свойствамъ, т. е. по свойствамъ, проявляемымъ ими при взаимодействіи съ другими соединеніями или элементами. Кислоты, щелочи и соли представляютъ собой примѣръ трехъ весьма важныхъ классовъ соединеній.

Возможно установить связь между свойствами, приуроченными къ терминамъ кислоты, щелочи и соли съ одной стороны и составомъ проявляющихъ эти свойства соединеній—съ другой стороны и установить обобщенія, касающіяся связи между свойствами и составомъ этихъ трехъ классовъ тѣлъ.

Молекулярная и атомистическая теории даютъ намъ довольно удовлетворительную картину механизма химическихъ процессовъ. По воззрѣнiямъ этой теории, химическое измѣненiе—химическая реакцiя—состоитъ во взаимодействii тѣхъ мельчайшихъ частичекъ элементовъ и соединений, которыя мы называемъ молекулами, при чемъ эти мельчайшiя частицы раздѣляются на еще болѣе мелкiя, называемыя нами атомами и эти атомы, перераспредѣляясь во время реакцiи, образуютъ новыя молекулы. Свойства молекулы даннаго сложнаго соединенiя—а слѣдовательно и свойства какого угодно большаго количества этого соединенiя—зависятъ, согласно теории, отъ природы и числа тѣхъ атомовъ, которые составляютъ молекулу и кромѣ того еще отъ третьяго фактора, отличнаго отъ предыдущихъ, и сводящагося по всей видимости на относительное расположенiе атомовъ.

Путь, по которому намъ удалось достигнуть изложенныхъ выше результатовъ, состоялъ въ совершенiи наблюденiй надъ естественными явленiями и въ сравненiи этихъ явленiй съ другими, подобными имъ; обезужденiе результатовъ, полученныхъ изъ наблюденiй и сравненiй, вело затѣмъ къ нѣсколько иной, новой постановкѣ опытовъ, сообразно съ заключенiями, сдѣланными изъ предыдущихъ опытовъ и къ установкѣ гипотезъ, съ цѣлью связать вмѣстѣ результаты всѣхъ этихъ опытовъ и представить ихъ, какъ слѣдствiя нѣкоторой общей причинъ. Чтобы выяснить размѣры приложимости и степень плодотворности предложенныхъ гипотезъ, изъ нихъ были сдѣланы выводы, подлежащiе провѣркѣ количественнаго характера. Всѣ эти наблюденiя, сравненiя, опыты и гипотезы были соединены въ одно цѣлое при помощи общей теории.

Химiя энергично развивается въ двухъ направленияхъ. Подобно многимъ другимъ наукамъ она принадлежитъ къ числу тѣхъ наукъ, которыя касаются нашей обыденной ежедневной жизни. Тѣ разнообразныя измѣненiя, которыя мы наблюдаемъ весною и осенью, лѣтомъ и зимою, обладаютъ отчасти химическимъ характеромъ; тѣ процессы, при помощи которыхъ прини-

маемая нами пища превращается въ кости, кровь, мускулы и нервы, въ значительной части химическаго характера; многочисленные фабрики и заводы, въ которыхъ тысячи нашихъ согражданъ проводятъ все свое рабочее время, представляютъ собою мѣсто практическаго приложенія химическихъ процессовъ и химическихъ законовъ. Но кромѣ того химія возбуждаетъ въ нашихъ умахъ рядъ вопросовъ, которые не могутъ быть разрѣшены путемъ чисто теоретическихъ размышлений. Такимъ образомъ химія стоитъ въ связи не только съ обыкновеннымъ кругомъ жизненныхъ явленій, но и съ глубочайшими задачами нашей умственной жизни.

То, что совершается въ каждомъ опредѣленномъ явленіи измѣненія состава, въ сущности заключаетъ въ себѣ всю область химіи и даже болѣе, ибо нѣтъ ни одного явленія въ природѣ, которое бы обладало только чисто химическимъ характеромъ. Если мы желаемъ получить ясное представленіе о самомъ простѣйшемъ естественномъ явленіи, то мы должны отвести наши глаза въ сторону отъ деталей этого явленія и стремиться получить общее цѣльное представленіе о немъ, хотя бы вслѣдствіе этого мы подвергались риску не такъ ясно различать эти детали явленія. Ученый и поэтъ—братья по работѣ: оба они ищутъ образовъ, представленій, которые приносили бы съ собою пониманіе явленія, а созданные ими образы призываютъ ихъ къ новымъ концепціямъ въ области истины, красоты и гармоніи.

ПРИЛОЖЕНИЕ I.

Таблица названий, символовъ и комбинаціонныхъ вѣсовъ элементовъ. О значеніи термина комбинаціонный вѣсъ смотри стр. 106.

Азотъ . . .	N	14	Натрій . . .	Na	23
Алюминій . .	Al	27,3	Никкель . . .	Ni	58,6
Барій . . .	Ba	137	Ніобій . . .	Nb	94
Бериллій . . .	Be	9,4	Олово . . .	Sn	118
Боръ . . .	Bo	11	Осмій . . .	Os	191
Бромъ . . .	Br	80	Палладій . . .	Pd	106
Ванадій . . .	V	51	Платина . . .	Pt	194
Висмутъ . . .	Bi	208	Родій . . .	Rh	103
Водородъ . .	H	1	Ртуть . . .	Hg	200
Вольфрамъ . .	W	184	Рубидій . . .	Rb	85,4
Галлій . . .	Ga	67	Рутеній . . .	Ru	101
Германій . . .	Ge	72,2	Свинець . . .	Pb	207
Дидимій . . .	Di	144	Селенъ . . .	Se	79
Золото . . .	Au	197	Серебро . . .	Ag	108
Желѣзо . . .	Fe	56	Скандій . . .	Sc	44
Индій . . .	In	113,5	Стронцій . . .	Sr	87
Иридій . . .	Ir	192,5	Сѣра . . .	S	32
Иттербій . . .	Yb	173	Сурьма . . .	Sb	120
Иттрій . . .	Y	89	Таллій . . .	Tl	204
Іодъ	J	127	Танталъ . . .	Ta	182
Кадмій . . .	Cd	112	Теллуръ . . .	Te	125
Калій	K	39	Титанъ . . .	Ti	48
Кальцій . . .	Ca	40	Торій . . .	Th	232
Кислородъ . .	O	16	Углеродъ . . .	C	12
Кобальтъ . . .	Co	59	Уранъ . . .	U	240
Кремній . . .	Si	28	Фосфоръ . . .	P	31
Лантанъ . . .	La	139	Фторъ . . .	F	19
Литій	Li	7	Хлоръ . . .	Cl	35,5
Магній	Mg	24	Хромъ . . .	Cr	52,2
Марганецъ . .	Mn	55	Цезій . . .	Cs	133
Молибденъ . .	Mo	96	Церій . . .	Ce	140
Мышьякъ . . .	As	75	Цинкъ . . .	Zn	65
Мѣдь	Cu	63,2	Цирконъ . . .	Zr	90

ПРИЛОЖЕНИЕ II.

Списокъ приборовъ и веществъ, необходимыхъ для производства опытовъ, описанныхъ въ этой книгѣ.

Примѣчаніе А. Всегда работать съ чистыми приборами и если возможно употреблять перегнанную воду.

Примѣчаніе В. Всегда сначала прочитать полное описаніе производства опыта, прежде чѣмъ начинать самый опытъ.

Списокъ приборовъ съ обозначеніемъ для нѣкоторыхъ изъ нихъ приблизительныхъ цѣнъ, заимствованныхъ изъ прейскурантовъ русскихъ фирмъ.

Вѣсы съ точностью до нѣсколькихъ миллиграммовъ—40—60 рублей.

Немного мелкой дробіи на 20—30 копѣекъ.

Элементы Гренэ; 3 или 4 по—4—5 рублей каждый.

Три глиняныхъ или стеклянныхъ плоскихъ сосуда: одинъ изъ нихъ поперечникомъ въ 10—12 дюймовъ и глубиной въ 8 дюймовъ, другой—поперечникомъ въ 9 дюймовъ и глубиной въ 6 дюймовъ и третій—поперечникомъ въ 4—5 дюймовъ и глубиной въ 2 дюйма.

Глубокой чанъ въ 2 фута глубины—для опытовъ 8-го и 17-го.

Большая стеклянка въ 4—6 литровъ съ тубулусомъ у дна (см. В на рис. 2 на стр. 5) стоимостью около 1—2 рублей.

Шесть тонкостѣнныхъ стеклянокъ съ широкимъ горломъ высотой въ 12—15 д. и поперечникомъ въ 5—6 д. стоимостью около 50 коп. за штуку.

Нѣсколько стеклянныхъ пластинокъ для покрыванія этихъ стеклянокъ.

Одинъ большой колоколь съ отверстіемъ на верху для пробки; или же вмѣсто него можно взять большую матеріальную стеклянку въ 5—6 литровъ и отрѣзать у ней дно. Колоколь стоитъ 1—2 рубля, а стеклянка копѣекъ 50—60. (См. рис. 7).

Одинъ градуированный цилиндръ съ дѣленіями, емкостью въ одинъ литръ, т. е. въ 1000 куб. сант. или въ 600 куб. сант. стоимостью въ 2—2 р. 50 коп. Для большей точности измѣренія желательно имѣть не широкій, а узкій цилиндръ съ болѣе мелкими дѣленіями.

Три или четыре химическихъ стакана, вышиной въ 5—8 дюймовъ, стоимостью отъ 15 до 25 коп. каждый.

Шесть стеклянныхъ колбъ емкостью въ 1¹/₂—2 фунта по 12—15 коп.

Двѣ небольшія колбы емкостью въ 1¹/₂ унца, стоимостью въ 3—5 копѣекъ. Каучуковыя пробки съ двумя отверстіями для закупориванія этихъ колбъ. Одна круглодонная колба въ 20—30 коп.

Двѣ воронки съ длинной трубкой въ 10—12 дюймовъ длины по 15 копѣекъ.

Три или четыре U-образныхъ трубки длиной въ 4 сантим. по 10—15 коп.

Одна U-образная трубка длиной въ 2 сантим. по 6—8 коп.

Двѣ воронки по 3 дюйма въ поперечникѣ стоимостью по 10 копѣекъ.

Кусокъ стеклянной трубки длиной 14—16 дюймовъ и діаметромъ въ 3 дюйма. Кусокъ тугоплавкой стеклянной трубки длиной въ 12 дюймовъ и діаметромъ въ $\frac{1}{2}$ дюйма. Нѣсколько стеклянныхъ трубокъ діаметромъ въ $\frac{1}{4}$ дюйма. Стоимость стеклянныхъ трубокъ отъ 50 к. до 1-го рубля за фунтъ.

Десятокъ пробирныхъ трубокъ—около 30 копѣекъ. Нѣсколько большихъ пробирокъ и 5—6 пробирокъ изъ тугоплавкаго стекла, стоимостью по 15 копѣекъ за штуку.

Двѣ—три стеклянныхъ палочки—10—15 копѣекъ.

Пара обыкновенныхъ ламповыхъ стеколъ—20—30 копѣекъ.

Два или три фарфоровыхъ тигля вышиной въ 1 дюймъ по 25—30 копѣекъ. Пара небольшихъ тиглей. Щипцы для тиглей—1 рубль.

Пять или шесть фарфоровыхъ чашекъ діаметромъ въ 4, 5 и 7 дюймовъ по 25—30 копѣекъ за штуку.

Ложка желѣзная съ длинной проволочной ручкой для сожиганія веществъ—30 коп.

Ступка фарфоровая съ пестикомъ—40—50 коп.

Одинъ цилиндръ съ тубулусомъ у дна для просушки газовъ—50 копѣекъ.

Одинъ трехгранный напильникъ—30 копѣекъ.

Одинъ круглый напильникъ—30 копѣекъ.

Наборъ пробочныхъ сверлъ—около 2-хъ рублей.

Два—три десятка хорошихъ пробокъ діаметромъ въ $\frac{3}{8}$ — $1\frac{1}{2}$ дюйма.

Каучуковыя трубки діаметромъ въ $\frac{1}{4}$ дюйма, для соединенія стеклянныхъ трубокъ, стоимостью около 15 копѣекъ за аршинъ.

Двѣ или три Буазеновскихъ горѣлки по 1 р. 25 коп. за штуку или вмѣсто нихъ 2—3 спиртовыхъ лампы по 30 копѣекъ за штуку.

Одна песчаная баня съ сухимъ пескомъ 15—20 коп.

Три или четыре хорошихъ нажимныхъ крана по 15—20 копѣекъ. Кусокъ картона.

Три треножника съ сѣткой по 60 к. каждый.

Два штатива деревянныхъ или желѣзныхъ для укрѣпленія колбъ.

Деревянный штативъ стоитъ 1 р. 50 коп.—2 р., а желѣзный дороже.

Термометръ до 120 градусовъ—не особенно точный—стоимостью около 1 рубля.

Поль-аршина платиновой проволоки и платиновый листикъ длиной въ 4 д. и шириной въ 1 д.—за каждый граммъ по 1 р. 20 к.

Три или четыре небольших свѣчки. Небольшая масляная лампа. Деревянные лучинки. Немного шерстяной ваты. Нѣсколько аршинъ изолированной мѣдной проволоки по 3—4 коп. за аршинъ. 1—2 аршина толстой мѣдной проволоки.

Списокъ химическихъ препаратовъ.

Соляная кислота 1 ф.—20—25 копѣекъ; азотная 1 ф.—20—25 коп.,
сѣрная 1 ф.—10 коп., уксусная 1 ф.—35 копѣекъ.

Бѣдкое кали—100 граммъ 25 к.; Бѣдкій натръ—100 граммъ—20 копѣекъ.
Нѣсколько кусковъ хорошей свѣжей негашеной извести; 100 граммъ—
10—15 коп.

Известковая вода (приготавливается настаиваніемъ извести съ водой и
затѣмъ фильтрованіемъ); сохранять въ стеклянкѣ плотно заку-
порованной пробкой.

Нѣсколько кусковъ мрамора и мѣла. Мѣдный купоросъ—100 граммовъ—
около 10 коп. Хлористый кальцій для сушки газовъ—100 граммовъ
5—10 коп.

Немного азотнокислаго серебра: 1 граммъ стоитъ 5—6 копѣекъ.

Немного лакмуса и куркумы. Куски древеснаго угля.

Немного *возстановленнаго* желѣза—Ferrum reductum 100 гр.—50 коп.

Тонкій мѣдный листъ въ 12 дюймовъ длины и 2—3 д. ширины.

Немного зерненого олова, 100 гр.—60 коп., свинца 100 гр.—35 коп.
и цинка 100 гр.—20 к.; Желѣзные опилки.

Нѣсколько небольшихъ кусочковъ бѣлаго фосфора; 10 граммъ—5—10 коп.

Сѣра въ кускахъ 1 фунтъ—10 коп.

Окись желѣза—100 гр. 20 коп.; окись цинка—100 гр.—5 коп.

Окись ртути 100 гр.—50 коп.; сурикъ 1 ф.—10 к.

Хлорноватокислый калий (бертолетова соль) 1 ф.—35—40 коп.

Перекись марганца 100 гр.—5 коп.

Перегнанная вода 1 ф. въ аптекахъ стоитъ 3 коп.

Приложение III.

На страницѣ 103 понятие комбинаціонный вѣсъ опредѣляется какъ такое вѣсовое количество даннаго элемента, которое соединяется съ одной вѣсовой частью водорода, или 8-ю вѣсовыми частями кислорода или 35,5 вѣсовыми частями хлора, на страницѣ же 106 это понятие опредѣляется нѣсколько иначе и потому съ перваго взгляда получается какъ бы противорѣчіе. На самомъ дѣлѣ противорѣчія здѣсь нѣтъ, какъ это видно изъ слѣдующихъ соображеній.

Попробуемъ найти комбинаціонный вѣсъ углерода изъ соединеній послѣдняго съ водородомъ; на страницѣ 99 мы имѣемъ подходящія данныя для 4-хъ такихъ соединеній и изъ нихъ мы находимъ, что на единицу водорода, т. е. на величину, принятую за единицу сравненія приходится углерода 12, 6, 4 и 3 соотвѣтственно. Какую же изъ этихъ величинъ принять за комбинаціонный вѣсъ углерода, въ особенности, если принять во вниманіе, что есть еще другія соединенія углерода съ водородомъ, гдѣ на 1 часть водорода приходится напр. $4\frac{1}{2}$, $4\frac{4}{5}$ и т. д. вѣсовыхъ частей углерода, а слѣдовательно и эти числа можно принять за комбинаціонные вѣса углерода. Очевидно, что выборъ очень затруднителенъ и его можно значительно облегчить, если стать на точку зрѣнія молекулярно-атомистической теоріи. По этой теоріи (см. страницы 110 и слѣд.) каждое вещество состоитъ изъ отдѣльныхъ вполне сходныхъ между собой частичекъ — молекулъ, а эти молекулы въ свою очередь составлены изъ опредѣленнаго числа еще болѣе мелкихъ частичекъ — атомовъ, которые не могутъ быть разложены далѣе на составныя части. Каждая частица какого либо одного вещества составлена изъ опредѣленнаго числа атомовъ, изъ которыхъ каждый обладаетъ своимъ опредѣленнымъ и неизмѣннымъ вѣсомъ. Пріймемъ вѣсъ атома водорода за единицу, а вѣсъ атома углерода за 12 (нѣсколько дальше мы объяснимъ, почему мы принимаемъ вѣсъ атома углерода за 12) и предположимъ, что есть рядъ соединеній углерода

съ водородомъ, составъ которыхъ можно выразить такими формулами: C_2H_2 , C_2H_4 , C_2H_6 , CH_4 , C_3H_8 , C_4H_{10} и т. д., то, произведя простой расчетъ, сколько углерода въ каждомъ соединеніи приходится на единицу водорода, мы найдемъ слѣдующее:

въ соединеніи	C_2H_2	C_2H_4	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}
на 1 часть водорода .	1	1	1	1	1	1
содержится углерода .	12	6	3	4	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{4}{5}$

и т. д., т. е. мы нашли какъ разъ тѣ самыя числа, которыя были приведены нами раньше изъ данныхъ анализа и относительно которыхъ мы находились въ полномъ затрудненіи, не зная, какое изъ нихъ принять за комбинаціонный вѣсъ углерода. Ясно, что если мы станемъ опредѣлять комбинаціонный вѣсъ какого либо элемента изъ данныхъ анализа его соединеній, то мы можемъ получить различныя числа, хотя атомный вѣсъ этого элемента неизмѣненъ. Поэтому лучше всего принимать за комбинаціонный вѣсъ то число, которое представляетъ вѣсъ атома этого элемента, при чемъ при расчетѣ состава соединеній надобно брать только цѣлыя кратныя комбинаціонныхъ, т. е. атомныхъ вѣсовъ, а не дробныя, по той простой причинѣ, что молекулы всегда составлены изъ цѣлыхъ атомовъ, а не изъ частей ихъ.

Но въ такомъ случаѣ возникаетъ вопросъ, какъ же опредѣлить вѣсъ атома того или другого элемента или точнѣе оказать какъ опредѣлить во сколько разъ атомы кислорода, углерода, сѣры и т. д. вѣсятъ болѣе, чѣмъ атомъ водорода, принимая послѣдній за единицу. Не вдаваясь въ подробное разсмотрѣніе этого вопроса, мы укажемъ одинъ изъ главныхъ способовъ такого опредѣленія, который основывается на признаніи такъ называемаго закона Авогадро. Въ началѣ этого столѣтія итальянскій химикъ Авогадро высказалъ мысль, что если взять одинаковые объемы газообразныхъ или парообразныхъ химическихъ соединеній, при одной и той же температурѣ и при одномъ и томъ же давленіи, то въ нихъ содержится одинаковое число частицъ. Такъ напр. если мы возьмемъ

1 литръ водорода при обыкновенной температурѣ и обыкновенномъ давленіи и число частицъ водорода обозначимъ въ немъ черезъ N , то 1 литръ кислорода, или азота, или хлора, или углекислоты при такихъ же температурѣ и давленіи также содержитъ N частицъ кислорода, или азота, или хлора, или углекислоты и т. д. Если мы теперь взвѣсимъ по одному литру каждаго изъ газовъ и полученныя числа раздѣлимъ на вѣсъ 1-го литра водорода, то мы въ сущности раздѣлимъ вѣсъ N частицъ кислорода, азота и т. д. на вѣсъ N частицъ водорода и слѣдовательно найдемъ во сколько разъ одна частица кислорода, азота, хлора и т. д. вѣситъ болѣе, чѣмъ одна частица водорода. Такимъ путемъ мы и можемъ опредѣлить, что частица кислорода вѣситъ въ 16 разъ болѣе, чѣмъ частица водорода, частица азота въ 14 разъ, частица хлора въ 35,5 раза болѣе и т. д.

Но мы раньше условились считать за единицу не частицу водорода, а одинъ атомъ водорода; частица же водорода составлена изъ атомовъ, число которыхъ пока неизвѣстно. Его также можно опредѣлить хотя бы изъ слѣдующихъ соображеній.

Водородъ легко соединяется съ хлоромъ и даетъ соединеніе хлористый водородъ или такъ называемую соляную кислоту. Соединеніе этихъ двухъ элементовъ происходитъ такъ, что 1 объемъ водорода и 1 объемъ хлора, взятые конечно при одинаковой температурѣ и давленіи, даютъ, соединяясь, 2 объема соляной кислоты при тѣхъ же температурѣ и давленіи. 1 объемъ водорода содержитъ положимъ 1000 частицъ водорода, 1 объемъ хлора также содержитъ 1000 частицъ, 1 объемъ соляной кислоты также 1000 частицъ, но 2 объема соляной кислоты содержатъ 2000 частицъ. Явленіе это на первый взглядъ можетъ показаться страннымъ, если упустить изъ виду, что частица предполагается составленной изъ атомовъ. Въ самомъ дѣлѣ, если мы возьмемъ 1000 частицъ какого нибудь газа и смѣшаемъ ихъ (не соединимъ) съ 1000 частицами другого газа, то конечно получится 2000 частицъ; но

если газы соединяются между собой и слѣдовательно образуютъ новыя сложныя частицы, то число послѣднихъ должно быть меньше, чѣмъ 2000.

Въ данномъ случаѣ каждая частица водорода участвуетъ въ образованіи двухъ частицъ соляной кислоты, точно также и каждая частица хлора участвуетъ въ образованіи двухъ частицъ соляной кислоты. Иначе говоря частица водорода для образованія двухъ частицъ соляной кислоты распадается по крайней мѣрѣ на двѣ части или два атома. Одинъ атомъ идетъ на образованіе одной частицы соляной кислоты, другой — на образованіе другой частицы соляной кислоты. То же самое можно сказать и о частицѣ хлора.

Такимъ образомъ, если во взятомъ объемѣ водорода было 1000 частицъ, то атомовъ было 2000.

Нельзя не замѣтить, что въ данномъ случаѣ можно сдѣлать одно возраженіе. Можно предположить, что молекула водорода состоитъ не изъ двухъ, а напримѣръ изъ четырехъ атомовъ и тогда на образованіе каждой частицы соляной кислоты пойдетъ не по одному, а по два атома водорода. Такое предположеніе однако не согласуется съ различными фактами и на него можно возразить слѣдующее. Если въ составъ какого либо соединенія входитъ нѣсколько атомовъ водорода, то, примѣняя соотвѣтственно выбранныя реакціи, можно эти атомы водорода замѣщать по-очередно какими либо другими атомами. Такъ если въ химическомъ соединеніи есть три атома водорода, то можно сперва замѣстить одинъ атомъ водорода, потомъ другой и наконецъ третій. Между тѣмъ съ соляной кислотой этого сдѣлать нельзя; при замѣнѣ ея водорода другими элементами, водородъ уходитъ изъ молекулы весь цѣликомъ, почему и умозаключаютъ, что въ частицѣ соляной кислоты содержится всего одинъ атомъ водорода, а слѣдовательно частица водорода состоитъ изъ двухъ атомовъ.

Соотвѣтственнымъ образомъ можно доказать, что частицы кислорода, азота и хлора также состоятъ изъ двухъ атомовъ, а потому, принимая всѣ частицы водорода за 2, всѣ частицы

кислорода будетъ въ 16 разъ болѣе, т. е. 32, вѣсь частицы азота въ 14 разъ болѣе, т. е. 28, и вѣсь частицы хлора въ 35,5 раза болѣе, т. е. 71. Вѣса же атомовъ кислорода, азота и хлора будутъ соотвѣтственно 16, 14 и 35,5.

Если мы теперь возьмемъ и опредѣлимъ на основаніи закона Авогадро вѣса частицъ упомянутыхъ соединеній углерода съ водородомъ и пріймемъ во вниманіе процентный составъ вѣсхъ этихъ соединеній, то мы найдемъ, что ни въ одномъ изъ этихъ соединеній (конечно въ частицѣ ихъ) не содержится менѣе 12 вѣсовыхъ частей углерода, почему это число и считается за атомный вѣсъ этого элемента.

Возьмемъ, напримѣръ, то соединеніе углерода съ водородомъ, въ которомъ на каждую одну вѣсовую часть водорода приходится 3 вѣсовыхъ части углерода, при чемъ образуется всего 4 вѣсовыхъ части соединенія.

Пользуясь закономъ Авогадро, мы находимъ, что частица этого соединенія вѣситъ въ 16 разъ болѣе, чѣмъ частица водорода (2); а слѣдовательно въ ней содержится углерода не 3 части, а во столько разъ болѣе, во сколько 16 вѣс. частей болѣе 4-хъ вѣсовыхъ, частей, т. е. углерода въ ней будетъ 12 частей.

Производя подобныя же вычисленія съ другими соединеніями углерода, мы всегда находимъ, что въ частицѣ ихъ содержится или 12, или кратное отъ 12 вѣсовыхъ частей углерода, но никогда не меньше, почему атомный вѣсъ углерода и принято считать равнымъ —12-ти.

Подобнымъ же путемъ найдены атомные вѣса и другихъ элементовъ, при чемъ всѣ они или равны обыкновеннымъ комбинаціоннымъ вѣсамъ или представляютъ кратные отъ нихъ. Поэтому, если мы желаемъ перейти отъ найденныхъ нами комбинаціонныхъ вѣсовъ къ атомнымъ вѣсамъ или, какъ мы назвали ихъ, настоящимъ комбинаціоннымъ вѣсамъ или паямъ, то мы и должны помножать комбинаціонные вѣса иногда на 2, иногда на 3, какъ то сдѣлано на страницѣ 104.

УКАЗАТЕЛЬ.

А.	Стран.
Азотъ въ воздухѣ	42
Атомная и молекулярная теорія	110

В.	Стран.
Вата гремучая, горѣніе ея	70
Вода, образованіе—ы при горѣніи свѣчи	5
” образованіе—ы при горѣніи сухого водорода	21
” образованіе — ы при пропусканіи водорода надъ сурикомъ	37
” пропусканіе электрическаго тока черезъ подкисленную—у	17
” процессы обратные образованію воды путемъ горѣнія 73, 75,	79
” составъ—ы 18,	38
Водородъ, горѣніе — а въ воздухѣ	21
” изъ воды	20
” неможетъ быть разложенъ на несходныя части	53,
” приготовленіе—а	21
” пропусканіе — а надъ сурикомъ	37
Воздухъ, горѣніе олова въ—ѣ	31
” ” ртути въ—ѣ	34
” ” свинца въ—ѣ	31
” ” фосф. въ—ѣ 11, 28 и 43	31
” ” цинка въ—ѣ	31
” ржавленіе желѣза въ—ѣ	29
” свойства — а въ сравненіи со свойствами его составныхъ частей	44

	Стран.
Воздухъ, составъ—а	30 и 51
” участіе—а въ горѣніи 10, 12, 28, 31 и 41	41

Г.	Стран.
Газъ свѣтильный, горѣніе его	4
Глетъ, процессы при изготовленіи—а	84
Горѣніе, приложеніе этого термина	72
” примѣры—ія въ процессахъ, происходящихъ въ промышленности	84
” примѣры—ія въ процессахъ, происходящихъ въ животныхъ	88
” процессъ обратный—ю 73, 75,	79
” примѣры процессовъ, обратныхъ горѣнію, въ промышленности	86
” примѣры процессовъ, обратныхъ горѣнію, въ дѣятельности растений	88

Д.	Стран.
Дерево, горѣніе—а	4

Ж.	Стран.
Желѣзо, взаимодействіе—а съ водянымъ паромъ	73
” полученіе—а изъ гематита	86

	Стран.
Желѣзо, ржавленіе—а въ воз- духѣ	29
Животныя и растенія, хими- ческое различіе между ними	87

З.

Законъ кратныхъ отношеній	100
„ правъ	102
„ постоян. отношеній	97
„ сохраненія массы	106

И.

Известь, гашеніе—и	78
„ при прокаливаніи мѣ- ла	46, 78

К.

Кислородъ не можетъ быть разложенъ на состав- ныя части	53, 67
„ приготовленіе—а	35
„ присутствіе—а въ воздухѣ и водѣ	37
Кислоты, щелочи и соли 128 и 134	
„ составъ—ъ	134
„ реакціи—ъ . 117 и слѣд.	
„ почему—ы кислот- ны	130
Комбинаціонныя вѣса	103 и 105

М.

Масло, горѣніе—а	4
Методъ научный	48, 147
Молекулярная и атомная те- орія	110
Мѣдь, горѣніе—и въ парахъ сѣры	71
Мѣль, измѣненія—а при его накаливаніи	15, 45, 46

О.

Огонь, вопросы, возбуждаемые —емъ	1
Олово, нагрѣваніе—а въ воз- духѣ	31

	Стран.
Отношенія постоянныя, за- конъ	97
„ кратныя, законъ	100

П.

Порохъ	70
------------------	----

Р.

Разложеніе веществъ на не- сходныя составныя части	58
Растенія и животныя, хими- ческое различіе между ними	87
Ртуть, горѣніе—и въ воздухѣ	34

С.

Свинецъ, горѣніе—а въ воз- духѣ	31
Свѣча, измѣненія, совершаю- щіяся при горѣніи—и въ воздухѣ	60
„ образованіе воды при горѣніи—и	5
„ продукты горѣнія—и всѣтъ болѣе, чѣмъ сгорѣвшая—а	8
„ соединяется при горѣ- ніи съ частью воздуха	14
„ составъ—и 14, 16, 22, 26 и	41
„ уголь изъ восковой—и участіе воздуха въ го- рѣніи—и	16
„	10
Сгорѣвшая ртуть, выдѣленіе изъ нея газа при накали- ваніи	33
Смѣси и не-смѣси	57
Соединенія 58, 59, 95, 97	
Соединенія химическія, законы ихъ	97 и слѣд.
Соли, кислоты и щелочи. 128, 134	
Составъ веществъ	15, 50, 95
Сохраненіе массы, законъ	106
Сурикъ, выдѣленіе газа при нагрѣваніи—а	31
„ нагрѣваніе—а въ во- дородѣ	37

	Стран.		Стран.
Сѣрная кислота, процессы при ея изготовленіи	84	Фосфоръ, горѣніе—а въ ки- слородѣ, выдѣляю- щемся изъ соедине- ній	69
Т.			
Теплота, выдѣляющаяся при горѣніи	66, 80	Х.	
„ работа производи- мая—ой	67, 80	Химическое измѣненіе 62, 83, 96 „ примѣры—аго—ія 62, 78, 84, 86 Химическія свойства тѣлъ . . . 140 Химическіе символы 107 Химическое сродство 144 Химія, задачи—ип. 62, 65	
У.			
Углекислый газъ, образованіе его при горѣніи древеснаго угля	24	Ц.	
„ газъ, образованіе его при горѣніи свѣчи	4	Цинкъ, горѣніе—а въ воздухѣ . . . 31	
„ газъ, образованіе его при прокали- ваніи мѣла	46	Щ.	
„ газъ, открытіе его	4	Щелочи, кислоты и соли. 128 и 134 „ почему щелочи щелочны 130 „ реакціи—ей. . . 125 и слѣд.	
„ газъ, пригото- вленіе и свойства	7	Щелочныя соединенія, составъ ихъ 136, 137	
„ газъ, составъ его	42	Э.	
Углеродъ не можетъ быть раз- ложенъ на несходн. части 53—57		Электролизъ воды, подкислен- ной сѣрной кислотой 17	
Уголь древесный, горѣніе его въ воздухѣ	24	Элементы. 58, 60, 95	
„ приготовленный изъ свѣчи	16	„ законы соединенія —овъ. 97	
Ф.			
Формулы химическія 107		„ раздѣленіе—овъ на два класса 132	
Фосфоръ, горѣніе—а въ воз- духѣ 11, 28, 43		Энергія 68	
		„ примѣры использованія энергіи 80, 82, 86, 88, 89	

Замѣченныя погрѣшности.

	<i>напечатано</i>	<i>надо</i>
Стр. 73, строка 1 сверху	горѣнію воды	образованію воды путемъ горѣнія
Стр. 75 „ 17 снизу	горѣнію воды	образованію воды путемъ горѣнія

ранскій, Н. Очеркъ исторіи средней школы въ Германіи.
240 стр. Ц. 1 р. 1898 г.

Конрадовъ, Н. Собраніе сочиненій по исторіи литературы.
Въ трехъ томахъ, съ портретомъ автора и съ приложеніемъ статьи
А. Пыпина. Ц. 7 р. 50 коп. 1898 г.

Дмоллеръ, Г. Наука о народномъ хозяйствѣ, ея предметъ и
методъ. Перев. Е. Котляревской. 112 стр. Ц. 50 к. 1897 г.

ПЕЧАТАЮТСЯ:

Велецкій, С. Земская статистика. Справочная книга по земской
статистикѣ (исторія, методологія, программы).

Гёксли-Розенталь. Основы физиологіи. Перев. В. Львова.

Гроссе, Э. Происхожденіе искусства. Перев. А. Грузинскаго.

Львовъ, В. Эмбриологія позвоночныхъ. Общая часть. Исторія
половыхъ продуктовъ и оплодотвореніе.

ГОТОВЯТСЯ КЪ ПЕЧАТИ:

Дарвинъ. Практическій курсъ физиологіи растений, перерабо-
танный К. Тимирязевымъ.

шевскій. Сочиненія по Русской исторіи.

ильдебрандъ, Р. О преподаваніи родного языка въ школахъ и о
національномъ образованіи и воспитаніи вообще. Пер.
Е. Якушкина.

Тимирязевъ, К. Основы физиологіи растений.

Гг. книгопродавцевъ просятъ обращаться по адресу:
Москва, Арбатъ, Большой Толстовскій пер., № 10, кон-
тора М. и С. Сабашниковыхъ.

Цѣна 85 коп.

ХАРЬКОВЪ.

Типографія Адольфа Дарре, Московская, № 19.

1899.