

ОСНОВЫ ХИМИИ



Dmitri Mendeleev · 1903

Иллюстрированные аудиолекции

Lecturized

ОСНОВЫ ХИМИИ

Иллюстрированные аудиолекции

Dmitri Mendeleev · 1903

Пересказано в иллюстрированных лекциях Lecturized

lecturized.com

По оригиналу: Д. И. Менделеев, Основы химии, 7-е изд. (С.-Петербург, 1903)

Содержание

Введение

Введение

Введение

Введение

Введение

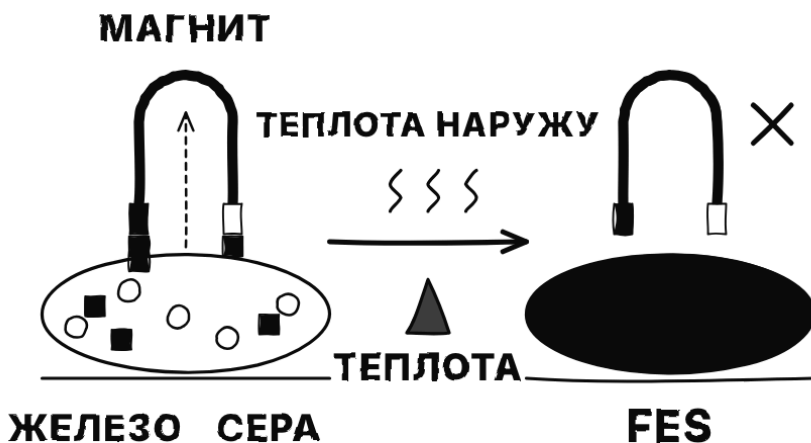
Введение

Введение

Введение

Введение

Начав со времён Галилея (умер в 1642 году) и Ньютона (умер в 1727 году) быстро развиваться, изучение внешнего мира выделило химию как особую отрасль естественной философии не только вследствие умножения числа наблюдений и опытов, относящихся до превращения веществ, но и потому особенно, что сверх тяготения, сцепления, теплоты, света и электричества стало необходимым признавать во всех малейших частях всяких веществ и тел природы особые внутренние силы, явно действующие при превращениях одних веществ в другие, а в обычных условиях сокрытые и потому прямо не сознаваемые и долго не признававшиеся. Ближайший предмет химии составляет изучение однородных веществ, из сложения которых составлены все тела мира, превращений их друг в друга и явлений, сопровождающих такие превращения. Всякие химические изменения, называемые реакциями, совершаются не иначе как при полном теснейшем прикосновении действующих веществ и определяются силами, свойственными малейшим, невидимым частицам (молекулам) вещества.



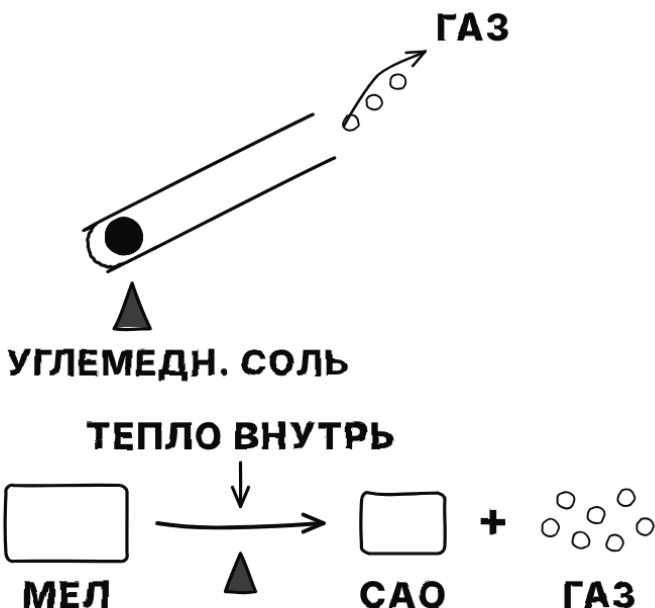
Железо и сера соединяются

Должно отличать три главных рода химических превращений:

Первое. Соединение есть такая реакция, при которой из двух веществ происходит одно или, вообще, из данного числа — меньшее их число. Так, из железа и серы при нагревании происходит новое вещество — сернистое железо. В нём невидимы, даже при сильнейшем увеличении, части составляющих веществ. Железо до реакции можно извлечь из смеси магнитом, а серу маслянистыми жидкостями; вообще их можно механически разделить друг от друга, пока не произошло соединение, а после него оба вещества проникают друг друга и уже не разделимы и не различимы. Чаше всего реакции прямого соединения сопровождаются выделением тепла, и обычные

случаи горения, развивающего тепло, состоят в соединении горючего вещества с частью (кислородом) воздуха, через что происходят газы и пары, содержащиеся в пламени и дыме.

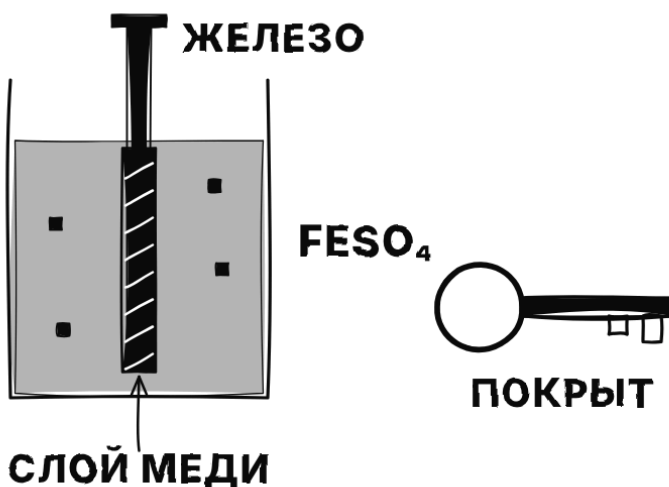
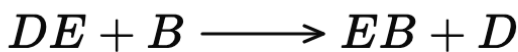
Второе. Реакцию разложения составляют случаи, обратные соединениям, то есть такие, при которых одно вещество даёт два или, вообще, данное число веществ — большее их число. Так, при накаливании дерева (равно как и каменного угля, многих растительных и животных веществ) без доступа воздуха получается горючий газ, водянистая жидкость, смола или дёготь и уголь. Подобным образом в большом виде на заводах готовятся дёготь, светильный газ и уголь. Известковые камни, например обыкновенный плитняк, мел и мрамор, при накаливании разлагаются, оставляя известь и образуя особый газ, называемый углекислым. Подобное этому разложение, но при температуре гораздо меньшей, выдерживаемой тонким стеклом, происходит с зелёною утлемедною солью, входящею в состав малахита. Этот пример разложений будет описан вслед за сим подробнее. Если при обычных реакциях соединения выделяется тепло, то реакции разложения обыкновенно поглощают теплоту.



Жар делит одно на несколько

Третье. Третий род химических реакций, когда число веществ действующих равно числу происходящих, состоит как бы из совокупности разложения и соединения. Если даны, например, тела А и В и из них происходят тела С и D, то, представив, что А разлагается на D и E и что E с В, соединяясь, даст С, получим реакцию, в которой было взято два тела, А, или DE, и В, а произошло два других, С, или EB, и D. Подобные реакции можно называть вообще перемещениями, а в частности, когда два вещества дают два новых, реакцию называют замещением или двойным разложением. Так, если взять водный раствор синего, или медного, купороса и в него погрузить железо, то образуется, или выделяется, медь, а в растворе получается железный (или зелёный) купорос, который тем только и отличается от медного

купороса, что в нём железо заместило медь. Подобным способом железо можно покрывать медью, медь серебром, и такими реакциями весьма часто пользуются на практике.

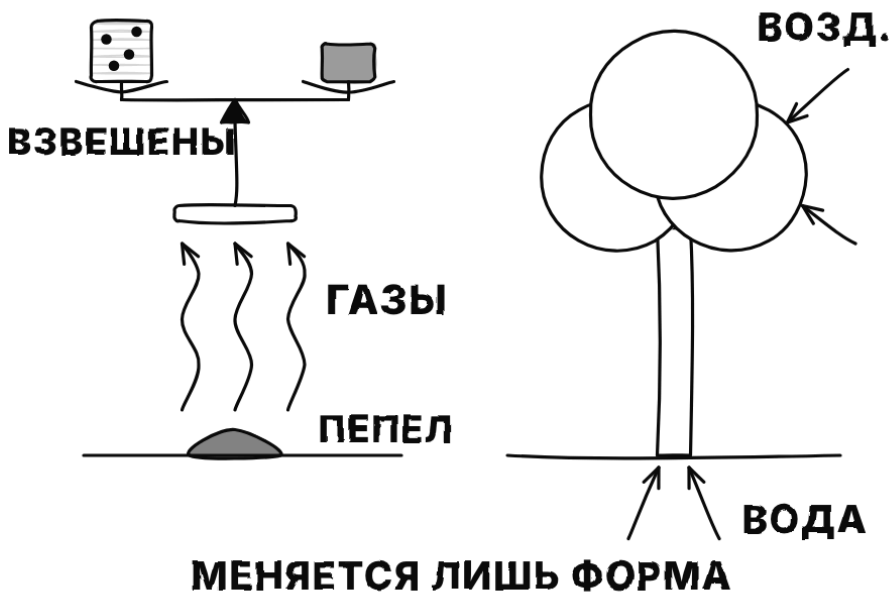


Железо на месте меди

Большинство химических превращений, совершающихся в природе и в заводских производствах, очень сложно, потому что состоит из совокупности многих отдельных, одновременно совершающихся соединений, разложений и замещений. В этой естественной сложности химических явлений должно видеть первую причину того, что долгое время, целые века, хотя знали многие химические превращения и пользовались ими, однако не имели научных химических сведений, то есть не изучали химических изменений, не могли их предугадывать и управлять

ими по желанию. Другую причину позднего развития химических знаний составляет участие газообразных веществ, особенно воздуха, во многих реакциях. Правильное понятие о весомости воздуха и вообще о газах как особом упругом и во все стороны рассеивающемся состоянии веществ получилось лишь в шестнадцатом и семнадцатом столетиях, и только после этого могла возродиться наука о превращении веществ. До того времени, без понятия о невидимом, а однако весомом газообразном и парообразном состоянии веществ, нельзя было возникнуть сколько-либо основательным химическим сведениям, потому что между действующими и происходящими телами пропускали газы. Так, под впечатлением замечаемых нами явлений легко можно составить себе понятие о том, что вещество будто бы творится и пропадает: сгорают целые массы дерева, и от них остаётся только малое количество угля и пепла; из зерна, вес которого весьма незначителен, мало-помалу вырастает большое дерево. В одном случае вещество, по-видимому, пропадает, в другом творится. Этот вывод получается потому, что упускается из виду образование или поглощение газов, невидимых для глаза. Когда горит дерево, с ним происходит химическое превращение в газообразные продукты, уходящие в виде дыма. Вещество дерева не пропадает, оно вследствие химического процесса только превращается в газообразное. Весьма простые опыты могут подтвердить это. Собирая дым, можно заметить, что он содержит газы, вполне отличающиеся от воздуха, газы, неспособные поддерживать ни горения, ни дыхания. Эти газы можно взвесить и тогда увидеть, что они имеют больший вес, чем вес взятого дерева. Это увеличение веса зависит от того, что при горении составные части дерева соединяются с частью воздуха, как железо, ржавея,

увеличивается в весе. При горении пороха вещество его не пропадает, а только превращается в пороховые газы и дым.



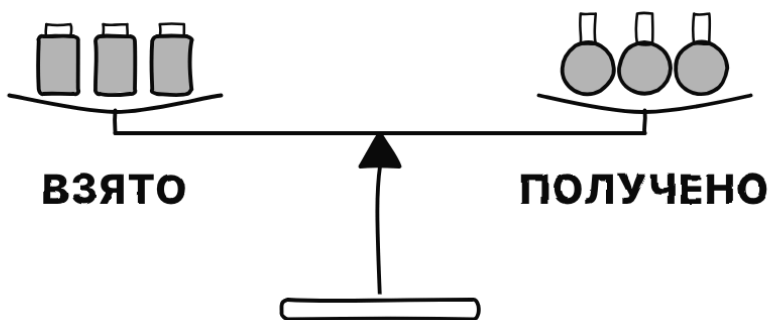
Меняется лишь форма

Точно так же при росте дерева зерно не само из себя увеличивается в массе: оно растёт только потому, что поглощает газы воздуха, а своими корнями из земли поглощает воду вместе с веществами, в ней растворёнными. Из этих поглощённых газов и жидкостей образуются сложными химическими процессами, направляемыми силами, действующими в живых организмах, соки растений и твёрдые тела, придающие им форму. В газе, не содержащем питательных частей воздуха, растение не увеличивается, но умирает. Если влажные предметы сохнут, уменьшаются в весе, если вода испаряется, то мы знаем, что она

не пропадает, но опять возвращается из атмосферы в виде дождя, росы и снега. Если вода всасывается в землю, то она и там не навечно исчезает, а, скопившись где-нибудь под землёй, вытекает из неё в виде ключей. Таким образом вещество, претерпевая различные физические и химические превращения, только переменяет место и форму, но не пропадает и не творится. Оно остаётся в том же количестве, в каком было прежде; словом, вещество для нас вечно. Эта простая и первая химическая истина трудно поддавалась изучению, но лишь только была уяснена, она стала быстро распространяться и теперь кажется нам столь естественною и простою, как многие истины, дознанные веками. Вечность, или сохраняемость, общего количества вещества подозревали уже некоторые философы Древней Греции и учёные семнадцатого столетия, например Мариотт, но они не постарались ясно выразить её и приложить к научным целям. Опыты, посредством которых был постигнут этот простой закон, сделаны были в последней половине восемнадцатого столетия основателем современной химии, французским академиком и главным откупщиком Лавуазье. Многие из исследований этого учёного были произведены с помощью весов, единственного прибора, по которому возможно прямо и точно судить о количестве вещества. Взвешивая каждый раз все вещества и даже приборы, употреблённые для опыта, и взвешивая потом вещества, получающиеся после химических превращений, Лавуазье нашёл, что сумма веса происшедших тел каждый раз равна сумме веса взятых тел, или, другими словами: вещество не творится и не пропадает, или материя вечна, или масса (вес) вещества в природе сохраняется, то есть остаётся постоянною. Эти последние выражения, конечно, заключают в себе гипотезу, но посредством них краткою фразою заменяется следующий

длинный период: при всех наших опытах и во всех изученных явлениях природы ни разу не удалось заметить, чтобы вес происшедших веществ был больше или меньше (насколько позволяет точность взвешивания) веса взятых тел, а так как вес пропорционален массе, или количеству вещества, то из вышесказанного следует, что ни разу не удалось заметить исчезания вещества или появления нового его количества. Указанный закон придаёт точность всем химическим исследованиям, потому что на основании его можно для каждой реакции составить уравнение. Если означим через А, В, С и так далее веса взятых веществ, а через М, N, О и так далее веса происшедших, то:

СУММА ДО = СУММА ПОСЛЕ



$$A + B + C + \dots = M + N + O + \dots$$

Вопросы

1. Железные опилки смешали с серой, а потом смесь нагрели. Какое наблюдение показывает, что произошло соединение?
 - a. Смесь потемнела, но по-прежнему выглядит зернистой
 - b. Магнит уже не вытягивает железо, и ни одной части обоих веществ не видно даже при увеличении
 - c. Серу всё ещё можно вымыть маслянистой жидкостью
 - d. Смесь теперь весит меньше, чем железо и сера вместе
2. Почему люди так долго думали, что при горении вещество уничтожается, а в растущем дереве творится?
 - a. Потому что упускали из виду невидимые газы, которые образуются или поглощаются
 - b. Потому что при горении действительно пропадает малая часть дерева
 - c. Потому что не умели получать достаточно сильный огонь
 - d. Потому что дерево растёт только из воды в почве
3. Газы, собранные при горении дерева, весят больше самого дерева. Откуда берётся лишний вес?
 - a. От жара пламени, который имеет вес
 - b. От пепла, который тяжелее, чем кажется
 - c. От части воздуха, которая соединяется с составными частями дерева
 - d. От воды, которую дерево впитало раньше

Ответы

1. **б)** До реакции железо и серу можно разделить механически; после соединения они проникают друг друга и уже не разделимы и не различимы.
2. **а)** Вывод, что вещество пропадает или творится, получается потому, что упускается из виду образование или поглощение газов, невидимых для глаза.
3. **с)** При горении составные части дерева соединяются с частью воздуха, как железо, ржавея, увеличивается в весе.

Задачи

1. В буквах книги тела А и В дают тела С и D, причём А состоит из D и E, а С — из E и В. Объясните своими словами, почему этот третий род реакций можно назвать разложением и соединением, происходящими вместе.

Подсказка: Проследите за частью E: от чего она уходит и к чему присоединяется?

Ответ: А, то есть D вместе с E, распадается на D и E — это разложение. Затем E соединяется с В и даёт С — это соединение. Вошли два тела и вышли два тела; изменилось лишь то, что E перешло от D к В.

2. Мокрая ткань, повешенная сушиться, становится легче. Противоречит ли это закону, что вещество не творится и не пропадает? Объясните.

Подсказка: Спросите себя, куда делась вода из ткани и можно ли было бы её там взвесить.

Ответ: Нет. Вода не исчезла: она испарилась в воздух, перешла в невидимое состояние, которое всё же имеет вес, и вернётся из

атмосферы в виде дождя, росы и снега. Ткань легче лишь потому, что часть вещества переменила место и форму.

3. Лавуазье взвешивал не только вещества, но и сосуды и приборы, до опыта и после него. Почему важно было взвешивать всё и что он нашёл?

Подсказка: Вспомните о газах, которые во время реакции могут незаметно поглощаться или выделяться.

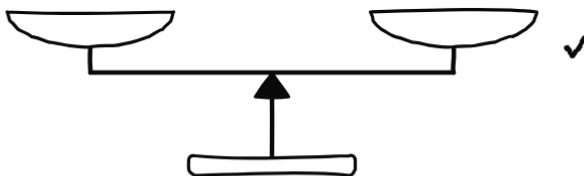
Ответ: Газы и другие части могут незаметно входить в изучаемое или выходить из него, поэтому только взвешивая всё взятое и всё полученное, можно ничего не упустить. Он нашёл, что сумма веса происшедших тел каждый раз равна сумме веса взятых тел.

Введение

$$A + B + C + \dots = M + N + O + \dots$$

$$A + B + C = M + N + ?$$

$$O = A + B + C - M - N$$



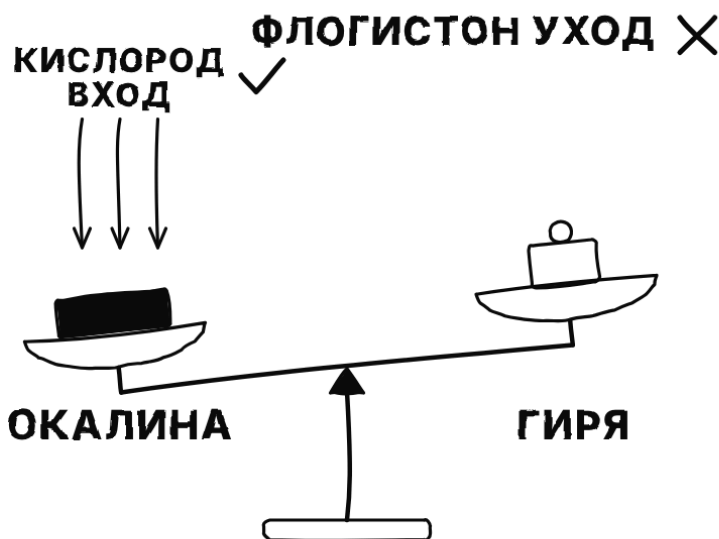
Неизвестный вес

А потому, если вес одного из действующих или происходящих веществ неизвестен, то из уравнения можно найти этот неизвестный вес. Прилагая закон вечности вещества и производя взвешивания, химик всегда может не упустить из виду ни одного из действующих и происходящих тел. Сделавши подобное упущение, исследователь тотчас заметит это, потому что тогда сумма веса взятых веществ не будет равна сумме веса

происшедших. Приступая к изучению химии, нужно вполне освоиться с тою простою истиною, которая выражается этим законом. Поэтому приведём несколько примеров, уясняющих приложение закона вечности вещества.

Первый пример. Всякому известно, что железо во влажном воздухе ржавеет и что, накалённое на воздухе, оно покрывается окалиною (окислом), которая, как ржавчина, представляет землистое вещество, подобное железным рудам, встречающимся в земле и служащим для добычи железа. Взвешивая железо до и после образования окалины или ржавчины, можно убедиться в том, что вес металла при этом увеличивается. Легко убедиться и в том, что это увеличение веса происходит, как показал Лавуазье, насчёт той части воздуха, которая называется кислородом и которая служит для горения. Действительно, в безвоздушном пространстве и в газах, не содержащих кислорода воздуха, например в водороде и азоте, ни ржавления, ни образования окалины не происходит. Если бы взвешивание не производилось, можно было бы совершенно упустить из вида участие кислорода воздуха при переходе железа в землистые вещества, ему отвечающие, что до Лавуазье и упускали из вида, почему и не понимали явлений, подобных описанному. При помощи закона вечности вещества очевидно из прибыли веса, что окалина сложнее железа и что при её образовании происходит реакция соединения. На это химическое превращение можно было смотреть совершенно неправильно, считая, например, окалину более простым телом, чем железо, и объясняя образование окалины удалением чего-либо из железа. Так в самом деле глядели до Лавуазье, считая железо содержащим особое

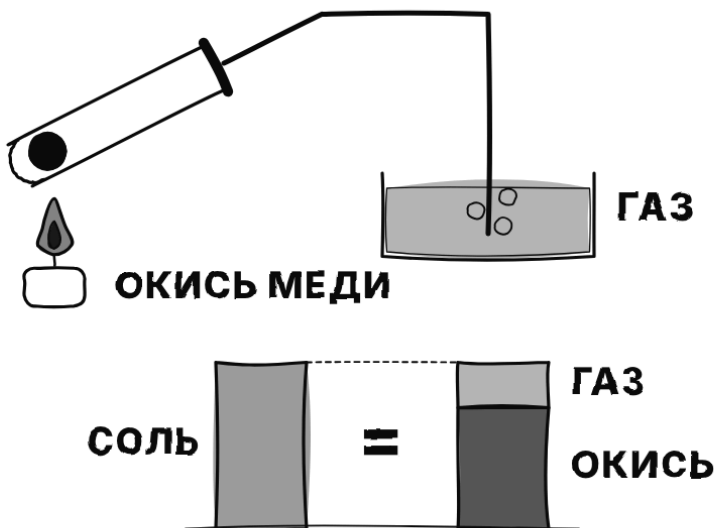
неизвестное вещество, названное флогистоном, а окалину лишённую этого воображаемого вещества.



Окалина тяжелее железа

Второй пример. Продажный зелёный порошок углемедной соли, равно как и общеизвестный зелёный камень, называемый малахитом и употребляемый для украшения и (как руда) для добывания меди, при накаливании превращаются в чёрное вещество, называемое окисью меди. Она же образуется при накаливании металлической меди на воздухе, то есть составляет окалину, или окисел, меди. Вес остающегося чёрного окисла меди меньше веса взятой углемедной соли, а потому заключаем, что происходящая реакция есть разложение и что при ней нечто выделяется из взятой зелёной углемедной соли. Действительно,

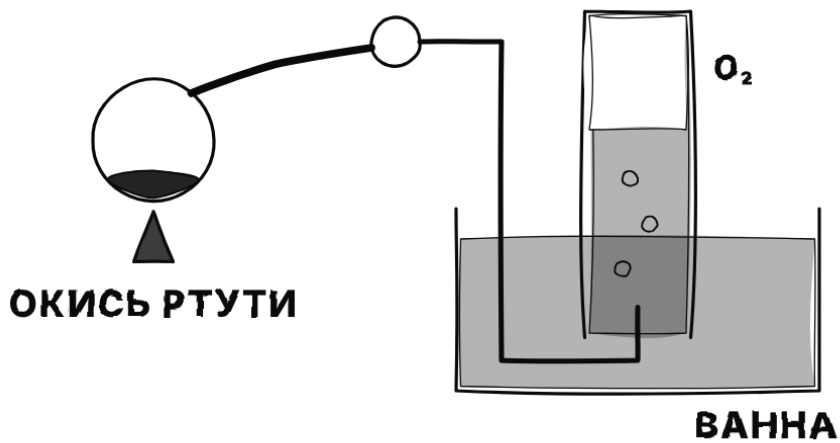
запирая плотною пробкою отверстие сосуда, в котором производится нагревание, и пропуская через пробку газоотводную трубку, а её конец погружая в воду, можно заметить, что при накаливании углемедной соли образуется газ, выходящий по газоотводной трубке через воду пузырьками. Газ этот легко собрать, как будет далее объяснено, и тогда можно убедиться, что он совершенно ясно отличается от воздуха; так, например, горящая лучина в нём тухнет, как погружённая в воду. Если бы взвешивание не убедило в выделении вещества, то легко было бы упустить образование газа, потому что он прозрачен и бесцветен, как воздух. Выделяющийся углекислый газ можно взвесить и убедиться, что сумма весов чёрной окиси меди и углекислого газа равна весу взятой углемедной соли.



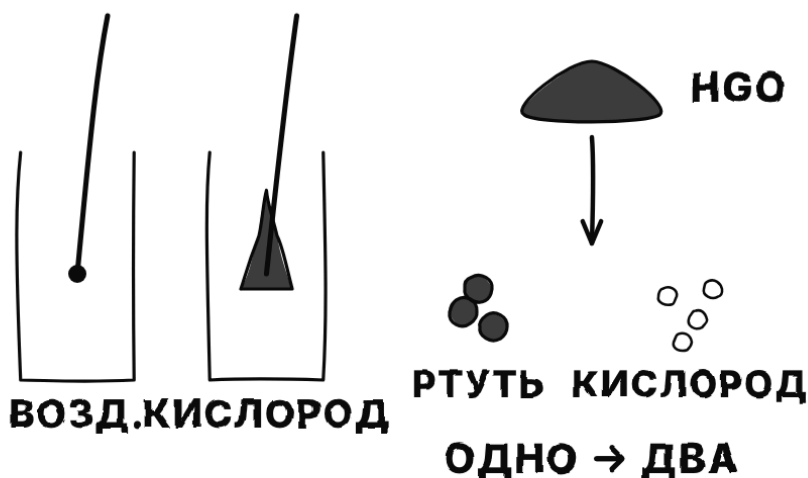
Углемедная соль выделяет газ

Третий пример. Подобным же образом, но при нагревании несколько большем и медленнее, разлагается, с образованием особого газа — кислорода, красная ртутная окись, образующаяся, как окалина ртути, при её нагревании на воздухе. Для этого берётся стеклянная реторта с окисью ртути; горлышко реторты вставляется при помощи плотной пробки в одно отверстие стеклянного шарика, в другое отверстие которого через плотную пробку вставляется газоотводная трубка, изогнутая книзу, как показано на прилагаемом здесь рисунке. Открытый конец газоотводной трубки погружается в сосуд с водою, называемый ванною. Если в реторте начнут выделяться газы, то они не будут иметь иного выхода, как через газоотводную трубку и воду ванны, а потому выделение газа будет видимо в виде пузырьков. При накаливании реторты с окисью ртути сперва выделяется воздух, расширяющийся от нагревания, а потом особый газ, называемый кислородом. Выделяющийся газ легко собрать. Для этого берут сосуд (обыкновенно цилиндр, как видно на нашей фигуре), его наполняют до самого верха водою и, заткнув отверстие, опрокидывают его и опускают закрытое отверстие в воду. Тогда открывают запёртое отверстие цилиндра. Он останется при этом наполненным водою, то есть вода в нём будет стоять выше, чем в окружающем сосуде, что зависит от давления воздуха на воду. Открытое нижнее отверстие такого цилиндра ставят (под водой) над концом газоотводной трубки, и пузырьки выходящего газа будут попадать в цилиндр. Так можно собирать газы. Когда в цилиндре накопится достаточное количество газа, можно ясно показать, что это не воздух, а другой, особый газ, отличающийся способностью сильно поддерживать горение. Чтобы видеть это, закроем отверстие цилиндра под водою и, вынув цилиндр, перевернём его отверстием кверху и опустим в

него тлеющую лучину. Известно, что тлеющая лучина сама собою гаснет в воздухе, а в том газе, который отделяется из красной ртутной окиси, она ярко и сильно загорается, что и показывает способность этого газа сильно поддерживать горение и даёт возможность отличать этот газ от воздуха. При накаливании красной ртутной окиси замечается, кроме образования кислорода, появление металлической ртути, которая при накаливании превращается в пар и осаждается на холодных частях реторты (и в шарике, укреплённом между ретортою и газоотводною трубкою) в виде зеркального слоя или в виде капелек. Итак, из красной ртутной окиси при накаливании получаются два тела — ртуть и кислород. Здесь из одного тела произошло два новых, то есть произошло разложение. До времени Лавуазье уже умели собирать и изучать газы, но только он показал их истинную роль в ходе многих химических превращений, которые или понимались до него неправильно (как объяснится далее), или вовсе не объяснялись, а только наблюдались в их видимых явлениях. Для истории химии во времена Лавуазье особую важность имеет именно опыт с красною ртутною окисью, потому что тот кислородный газ, который здесь выделяется, содержится в воздухе и играет огромную роль в природе, особенно при дыхании животных, при горении тел в воздухе и при образовании из металлов ржавчин и окалин (известей, как говорили в то время), то есть землистых веществ, подобных рудам, из коих извлекаются металлы.



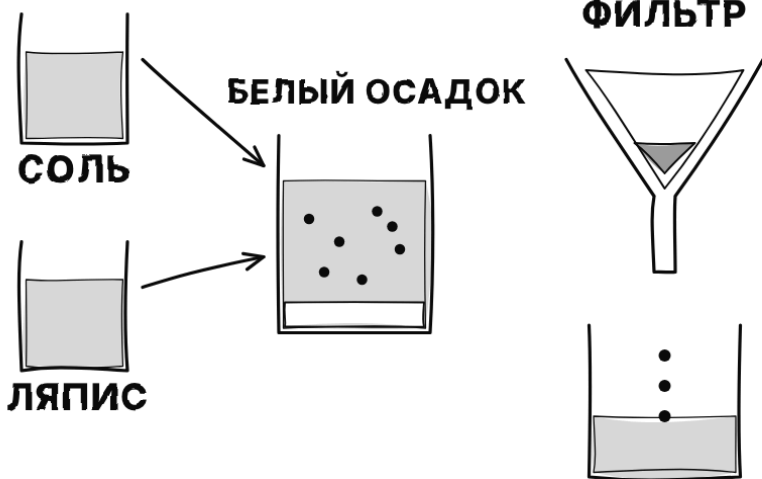
Собираем газ под водой



Кислород и ртуть

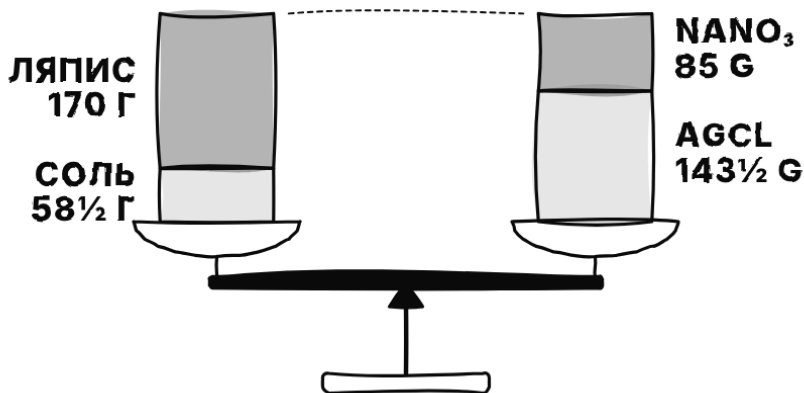
Четвёртый пример. Чтобы показать ещё одним опытом пример химических превращений и применимость закона сохранения вещества, возьмём поваренную соль и ляпис, которым, как известно, прижигают раны. Оба эти вещества растворяются в воде. Возьмём прозрачные растворы каждого из этих веществ и смешаем их между собою. При этом смешении тотчас заметим образование твёрдого белого вещества, которое садится на дно сосуда и неспособно растворяться в воде. Это выделившееся вещество легко отделить от раствора процеживанием. Для этого берут стеклянную воронку и в неё кладут кружок неклеёной бумаги, сложенный крест-накрест и расправленный в воронке так, чтобы в ней получилась бумажная внутренняя поверхность, или бумажный конус, в который и вливают мутную жидкость,

полученную смешением растворов ляписа и поваренной соли. Тогда через бумагу (цедилку, фильтр) пройдёт прозрачный раствор, а на бумаге останется висевший в жидкости порошок. Его можно высушить, и он оказывается совершенно другим веществом, чем взятые. Это видно уже из того, что в воде он не растворяется. Выпаривая жидкость, которая прошла через фильтр, заметим, что она содержит в себе новое тело, отличающееся и от поваренной соли, и от ляписа, но подобно им растворимое в воде. Итак, здесь было взято два вещества, растворимые в воде, — ляпис и поваренная соль, а через замещение произошло два новых, одно нерастворимое в воде и другое, остающееся в растворе. Взятая вода служила лишь для того, чтобы превратить действующие вещества в жидкое и удобоподвижное состояние. Если ляпис и соль высушить и взвесить и если взять около $58\frac{1}{2}$ граммов соли и 170 граммов ляписа, то получится $143\frac{1}{2}$ грамма нерастворимого хлористого серебра и 85 граммов растворимой азотнонатровой соли. Сумма весов действующих и происходящих тел окажется одинаковою и равною $228\frac{1}{2}$ граммам, как и следует по закону вечности вещества.



Смешиваем и фильтруем

$$58\frac{1}{2} + 170 = 143\frac{1}{2} + 85 = 228\frac{1}{2}$$



228½ грамма до и после

Вопросы

1. Железо, накалившееся на воздухе, покрывается окалиной и становится тяжелее. Что показывает эта прибавка веса?
 - а. Что окалина — это железо, соединённое с чем-то из воздуха, то есть соединение
 - б. Что окалина — это железо, потерявшее свой флогистон
 - в. Что нагревание делает тяжелее любой металл, даже в пустоте
 - г. Что окалина — тело более простое, чем железо

2. Зелёная углемедная соль при накаливании оставляет чёрную окись меди, которая весит меньше. Почему выделяющийся газ так легко упустить без весов?
- a. Потому что он выделяется очень медленно
 - b. Потому что он целиком растворяется в воде ванны
 - c. Потому что он прозрачен и бесцветен, как воздух
3. Как отличить газ из красной ртутной окиси от воздуха?
- a. Он гасит горящую лучину, как будто её опустили в воду
 - b. Тлеющая лучина ярко загорается в нём
 - c. Он превращается в капельки ртути на холодном стекле
 - d. От него поднимается вода в цилиндре
4. Какую роль играет вода в опыте с поваренной солью и ляписом?
- a. Она одно из реагирующих веществ и расходуется
 - b. Она превращается в нерастворимый белый порошок
 - c. Она прибавляет свой вес к продуктам
 - d. Она лишь переводит действующие вещества в жидкое, удобоподвижное состояние

Ответы

1. a) По закону вечности вещества прибавь веса показывает, что окалина сложнее железа и что при её образовании происходит реакция соединения — с кислородом воздуха.
2. c) Если бы взвешивание не показало выделения вещества, газ легко было бы упустить, потому что он прозрачен и бесцветен, как воздух.

3. **b)** Тлеющая лучина сама собою гаснет в воздухе, а в газе из красной ртутной окиси она ярко и сильно загорается.

4. **d)** Взятая вода служила лишь для того, чтобы превратить действующие вещества в жидкое и удобоподвижное состояние.

Разобранные примеры

Соль и ляпис на весах Около $58\frac{1}{2}$ граммов сухой поваренной соли и 170 граммов сухого ляписа реагируют в воде и дают $143\frac{1}{2}$ грамма нерастворимого хлористого серебра и 85 граммов растворимой азотнатровой соли. Покажите, что закон вечности вещества соблюдается.

Действующие тела — соль и ляпис; вместе они весят $58\frac{1}{2} + 170 = 228\frac{1}{2}$ грамма.

Происходящие тела — хлористое серебро и азотнатровая соль; вместе они весят $143\frac{1}{2} + 85 = 228\frac{1}{2}$ грамма.

Воду не учитываем ни с той, ни с другой стороны: она служила лишь для того, чтобы сделать вещества жидкими и подвижными.

Обе суммы равны, как того требует уравнение $A + B = M + N$.

Ответ: Обе суммы равны $228\frac{1}{2}$ грамма: ничего не сотворилось и не пропало.

Задачи

1. В том же опыте вы взвесили $58\frac{1}{2}$ граммов соли, 170 граммов ляписа и $143\frac{1}{2}$ грамма хлористого серебра на фильтре, но потеряли прошедшую через фильтр жидкость. Сколько азотнатровой соли в ней должно было быть?

Подсказка: Напишите $A + B = M + N$ и оставьте N , азотнатровую соль, неизвестным.

Ответ: 85 граммов. Действующие тела весят $58\frac{1}{2} + 170 = 228\frac{1}{2}$ грамма, значит, происшедшие должны весить столько же, а $228\frac{1}{2} - 143\frac{1}{2} = 85$ граммов.

2. До Лавуазье окалину объясняли тем, что железо, превращаясь в окалину, теряет флогистон. Объясните, как взвешивание показывает, что это объяснение идёт в обратную сторону.

Подсказка: Если из железа что-то удаляется, что должно произойти с его весом?

Ответ: Если бы окалина была железом, из которого что-то удалено, она весила бы меньше железа. Но взвешивание показывает, что железо, образуя окалину, прибавляет в весе, а без кислорода воздуха окалина не образуется. Значит, нечто прибавилось, а не удалилось: окалина — это железо, соединённое с кислородом, тело более сложное, чем железо.

3. Красная ртутная окись при накаливании даёт ртуть и кислород. Объясните, почему это разложение и почему этот опыт был так важен во времена Лавуазье.

Подсказка: Сосчитайте тела до и после; потом подумайте, где ещё встречается тот же газ.

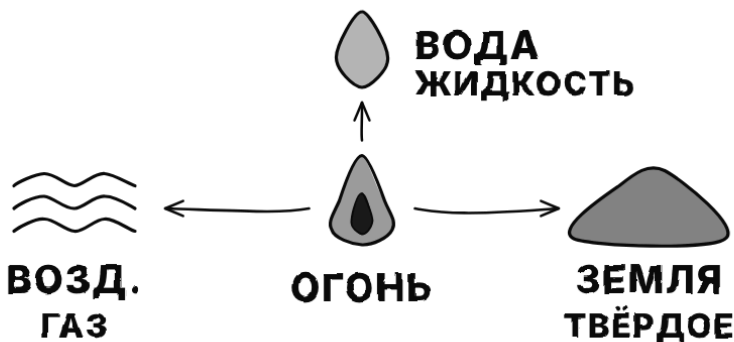
Ответ: Из одного тела произошло два новых, значит, это разложение. Опыт был важен потому, что выделяющийся кислород — тот самый газ, который содержится в воздухе и играет огромную роль при дыхании, при горении и при образовании из металлов ржавчин и окалин.

Введение

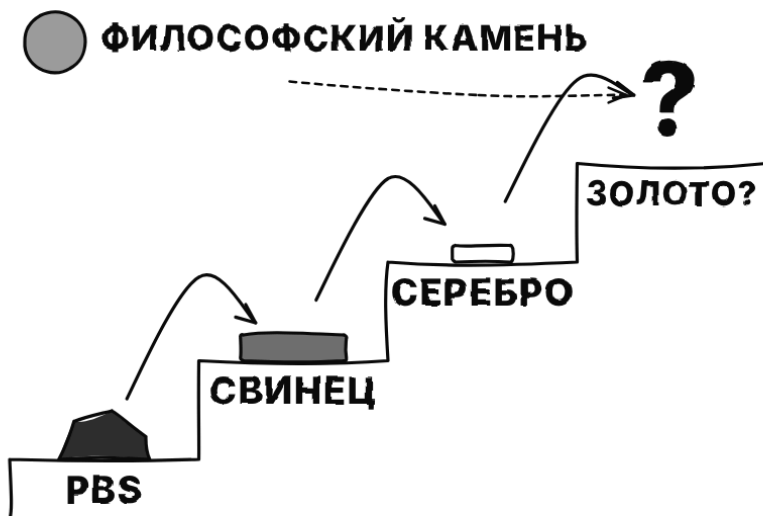
Узнав вышеуказанный закон, невольно задаёшься вопросом: существует ли граница для разнородных химических превращений или же они безграничны, то есть можно ли из данного вещества получить равное ему количество всяких других веществ? Другими словами, существует ли вечное, некончающееся превращение одной материи во все другие, или же круг этих превращений ограничен? Это второй существеннейший вопрос химии, вопрос о качестве вещества, вопрос, очевидно, более сложный, чем вопрос о количестве. Простой взгляд на дело не может этого решить. В самом деле, видя, как из воздуха и элементов почвы образуются разнообразные вещества растений, как железо превращают в краски, например в чернила, берлинскую лазурь и тому подобное, можно подумать, что нет конца качественным изменениям веществ. С другой стороны, ежедневный опыт привёл к сознанию того, что из камня нельзя сделать питательного вещества, из меди — золота и тому подобное. Поэтому определённого ответа нужно ждать от изучения. Вопрос этот решался в разные времена различно. Наиболее когда-то распространённое в этом отношении мнение утверждало, что всё видимое состоит из четырёх стихий: воздуха, воды, земли и огня. Оно ведёт своё начало ещё из Азии, оттуда оно перешло к грекам и с особенною полнотою изложено было Эмпедоклом, жившим за 460 лет до Рождества Христова. Такое понятие не было выводом из точных исследований, а основывалось, по-видимому, на различении тел газообразных (как воздух), жидких (как вода)

и твёрдых (как земля) и на признании их изменений, совершаемых огнём, то есть жаром. Арабские учёные стали опытным путём идти к разрешению вышепредложенного вопроса. Через Испанию они внесли в Европу любовь к исследованиям вопросов подобного рода, и с того времени является много адептов этой науки, считавшейся таинственной и названной алхимией. Алхимики, не имея ещё ни одного строгого закона как исходного пункта для своих исследований, весьма различно решали вопрос о превращениях веществ. Важная заслуга их состояла в том, что они делали множество опытов, открыли многие новые превращения, и всем известно, как некоторые из них решили основной вопрос химии.

ПРЕДЕЛ ИЛИ НЕТ?



Четыре древние стихии



Лестница алхимиков

Их воззрение может быть выражено признанием бесконечного превращения вещества, потому что они отыскивали философский камень, способный всё превращать в золото и алмазы и могущий молодить старое тело. Подобная гипотеза очень резко была отвергнута впоследствии, но не должно думать, что мнение алхимиков вытекало только из их воображения. Первые химические опыты могли привести к подобному мнению. Они брали, например, блестящий металлический камень, называемый свинцовым блеском, и получали из него свинец. Они видели, что из одного металлического тела, непригодного к употреблению, получается другое металлическое вещество, более тягучее и ценное, употребляющееся в практике. Далее они брали этот свинец и из него получали серебро, ещё

более ценное. Из этого они и могли заключить, что целым рядом превращений можно облагородить металлы, то есть получить более и более драгоценные из них. Получивши из свинца серебро, они стремились только к получению из него золота. Неполнота их исследования определяется тем, что они редко взвешивали и вообще мало обращали внимания на количества, а качественные определения очень часто субъективны и условны. Взвешивая, они узнали бы, что вес свинца гораздо меньше веса свинцового блеска, а вес серебра ничтожен в сравнении с весом употреблённого свинца. Если бы они подробнее изучили получение серебра из свинца (и поныне главную массу серебра добывают из природного свинца), то убедились бы, что свинец не превращается в серебро, а только содержит некоторую его долю и, выделивши её раз, уже не может более ни при каких операциях давать серебро. Серебро, извлечённое ими из свинца, было в свинце, а не получилось через химическое изменение свинца. Ныне это хорошо известно из опыта, но первый взгляд на предмет совершенно естественно может быть ошибочным. Путь, которому следовали алхимики в изучении, никогда не может привести к полному успеху, потому что они не ставили себе простых и ясных вопросов, разрешив которые могли бы идти далее. Оттого они не успели открыть ни одного точного закона, но алхимики оставили в наследство химии много новых опытных данных.

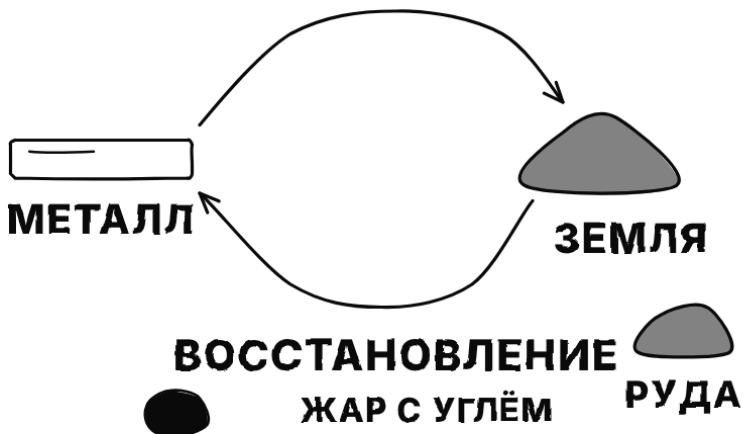


Что показали бы весы

Особенно много изучали они превращений, свойственных металлам, и долго оттого химия сосредоточивалась на изучении металлических веществ. Изучая многочисленные химические явления, алхимики часто пользовались двумя химическими превращениями, один вид которых называется ныне восстановлением, а другой окислением. Ржавление металлов и вообще переход их из металлического состояния в землистое называется окислением; а обратное получение металла из землистого вещества называется восстановлением. Весьма многие металлы окисляются через одно накаливание на воздухе и вновь восстанавливаются через накаливание с углём, например железо, свинец и олово. В земле находятся многие такие окисленные металлы. Это есть один из видов металлических руд.

Из таких руд, как из ржавчины или окалины, при накаливании с углём получают металлы, например олово, железо, медь. Эти превращения изучались алхимиками. Итак, известно было два превращения: окисление металлов и восстановление полученных окислов в металлы. Объяснение этих двух химических явлений послужило поводом к открытию важнейших химических законов. Первую гипотезу для объяснения их дали Бехер и особенно Шталь, врач прусского короля, в сочинении *Fundamenta chemiae* 1723 года. По его мнению, все тела состоят из невесомого огневого вещества, называемого флогистоном (*materia aut principium ignis non ipse ignis*), и из другого элемента, имеющего особые свойства для каждого вещества. Чем более способно тело к окислению или горению, тем предполагалось в нём более флогистона, а в угле содержание его считалось весьма большим. При окислении и горении выделяется флогистон, а при восстановлении он поглощается, или входит в соединение. Уголь восстанавливает землистые вещества именно потому, что он богат флогистоном: он отдаёт им часть своего флогистона. Итак, Шталь предполагал, что металлы суть тела сложные, состоящие из флогистона и землистого вещества, или окисла. Гипотеза Шталя отличается весьма большою простотою и потому, между прочим, нашла себе множество поклонников.

**ЖАР НА ВОЗДУХЕ
ОКИСЛЕНИЕ**



Окисление и восстановление

✗ ШТАЛЬ

МЕТАЛЛ

=

ЗЕМЛЯ

+ ФЛОГИСТОН

**ПРИ ГОРЕНИИ
УХОДИТ ФЛОГИСТОН**

✓ ЛАВУАЗЬЕ

ЗЕМЛЯ

=

МЕТАЛЛ

+ КИСЛОРОД



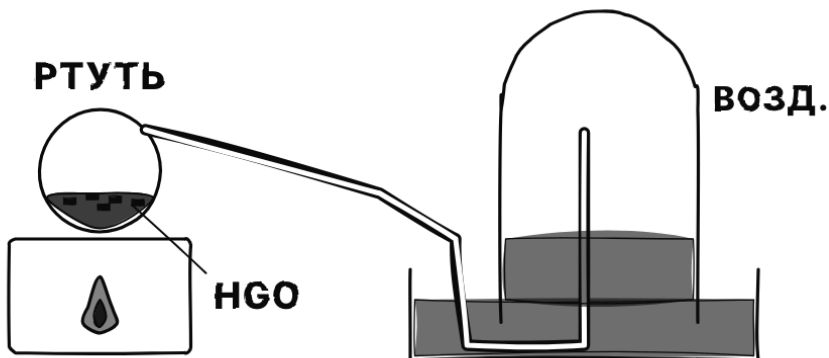
Шталь против Лавуазье

Лавуазье с помощью весов доказал, что каждое ржавление металлов, или окисление и горение, сопровождается увеличением веса на счёт воздуха. Он принял поэтому естественное предположение, что тяжелейшее тело более сложно, чем легчайшее. Вот знаменитый опыт, сделанный Лавуазье в 1774 году и положивший несомненное основание мнению, во многом противоположному учению Штalia. Лавуазье налил в стеклянную реторту А 4 унции чистой ртути. Горло реторты изгибалось, как показано на фигуре, и было погружено в сосуд KS, также наполненный ртутью. Выдающийся конец О реторты был покрыт стеклянным колоколом FQ. Перед опытом был определён вес всей взятой ртути и весь объём воздуха, оставшегося в приборе, то есть в верхних частях реторты и под

колоколом. Здесь именно было весьма важно определить количество воздуха, чтобы узнать, какую роль играет он при окислении ртути: по мнению Шталя, при окислении ртути флогистон выделяется в воздух, а Лавуазье считал, что ртуть, окисляясь, поглощает часть воздуха, а потому следовало узнать, увеличивается или уменьшается количество воздуха при окислении металла. Поэтому-то и важно было измерить объём воздуха до и после опыта. Чтобы достигнуть этого измерения, нужно было знать всю ёмкость реторты, объём влитой в неё ртути, объём колокола до той черты, до которой находился в нём воздух, а также температуру и давление воздуха во время его измерения. Совокупляя все эти данные, можно было узнать, каков объём воздуха, оставленного в приборе и разобщённого от остального воздуха. Приготовив таким образом прибор, Лавуазье нагревал в течение двенадцати дней реторту со ртутью до температуры, близкой к кипению этой последней. При этом ртуть покрылась множеством красных чешуек, то есть окислилась, или превратилась в землю (свою известь). Это была та красная ртутная окись, о которой (третий пример) было говорено выше. По истечении двенадцати дней прибор был охлаждён, и тогда можно было заметить, что объём воздуха во время опыта уменьшился, что и послужило к опровержению мнения немецкого учёного. Из 50 кубических дюймов взятого воздуха осталось только 42. Опыт Лавуазье привёл ещё к другим, не менее важным заключениям. Вес взятого воздуха уменьшился на столько, на сколько увеличился вес ртути при окислении, то есть часть воздуха не уничтожилась, а только соединилась со ртутью. Эта часть воздуха может быть вновь выделена из красной окиси ртути и имеет, как мы видели (третий пример), другие свойства, чем воздух. Её называли кислородом. Та же часть

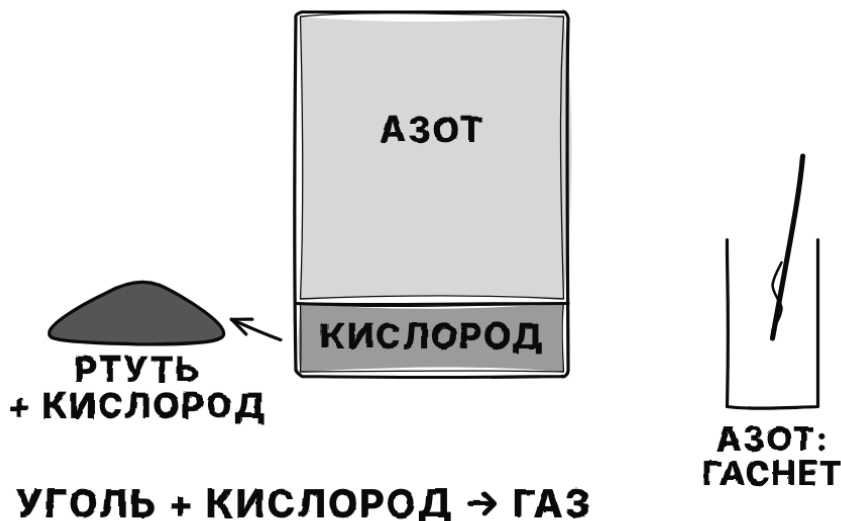
воздуха, которая осталась в приборе и не соединилась со ртутью, не окисляет металлов и вовсе неспособна поддерживать ни горения, ни дыхания, так что зажжённая лучина тотчас гаснет при погружении в газ, оставшийся в колоколе: «она гаснет в оставшемся газе, как при погружении в воду», — пишет Лавуазье в своём мемуаре. Этот газ называют азотом. Итак, воздух не есть простое тело, а состоит из двух газов — кислорода и азота; следовательно, мнение о том, что воздух есть элементарное вещество, несправедливо. При горении и окислении металлов поглощается кислород воздуха. Земли, происходящие через окисление металлов, суть тела, составленные из кислорода и металлов. Смешавши кислород с азотом, вновь получим такой же воздух, какой имели прежде. Прямым опытом было доказано также, что при восстановлении окисла углём кислород, заключающийся в окисле, переходит к углю и даёт тот самый газ, который получается при горении угля в воздухе. Следовательно, и этот газ есть также тело сложное, составленное из угля и кислорода, как окислы из металлов и кислорода.

**12 ДНЕЙ 50 ДЮЙМ³
→ 42 ДЮЙМ³**



Двенадцать дней нагрева ртути

ВОЗД.



Воздух — это два газа

Вопросы

1. Алхимики получали свинец из свинцового блеска, а затем серебро из свинца. Почему они ошибочно заключили, что свинец превращается в серебро?
 - а. Потому что редко взвешивали и не увидели, что серебро всё время было в свинце
 - б. Потому что полученное ими серебро на самом деле было разновидностью свинца
 - с. Потому что в свинцовом блеске вовсе нет свинца

- d. Потому что для разделения металлов они брали слишком мало жара
2. Почему, по Шталю, уголь превращает землистый окисел обратно в металл?
- a. Потому что уголь отнимает у окисла кислород
 - b. Потому что уголь богат флогистоном и отдаёт часть его землистому веществу
 - c. Потому что уголь тяжелее окисла
 - d. Потому что одно накаливание превращает любую землю в металл
3. Почему в двенадцатидневном опыте Лавуазье так важно было измерить объём воздуха до и после?
- a. Чтобы найти температуру кипения ртути
 - b. Чтобы проверить, не вытекает ли ртуть из-под колокола
 - c. Чтобы решить, выделяет ли окисление что-то в воздух, как говорил Шталь, или поглощает часть воздуха
4. Что показал о воздухе газ, оставшийся под колоколом после опыта Лавуазье?
- a. Что воздух — одно элементарное вещество
 - b. Что воздух отчасти состоит из паров ртути
 - c. Что воздух был уничтожен жаром
 - d. Что воздух состоит из двух газов: один поглотила ртуть, а другой не поддерживает ни горения, ни дыхания

Ответы

1. **a)** Они мало обращали внимания на количества; изучив дело подробнее, они нашли бы, что свинец лишь содержит долю серебра и, выделив её раз, больше дать не может.
2. **b)** По воззрению Шталя, уголь восстанавливает землистые вещества именно потому, что он богат флогистоном и отдаёт им часть его.
3. **c)** По мнению Шталя, флогистон выделяется в воздух, а Лавуазье считал, что ртуть поглощает часть воздуха; поэтому нужно было узнать, увеличивается воздух или уменьшается.
4. **d)** Оставшийся газ, азот, не окисляет металлов и гасит пламя, а поглощённая часть была кислородом; значит, воздух не простое тело, а состоит из двух газов.

Разобранные примеры

Сколько воздуха взяла ртуть Лавуазье запер со ртутью 50 кубических дюймов воздуха и нагревал её двенадцать дней; после этого осталось только 42 кубических дюйма. Сколько воздуха соединилось со ртутью и какую долю воздуха это составляет?

Соединившийся воздух — это разность между воздухом до и после:
 $50 - 42 = 8$ кубических дюймов.

Его доля во взятом воздухе — 8 из 50, то есть $8/50$.

$8/50 = 16/100$, то есть около 16 частей из каждой сотни.

Воздуха не прибавилось, как требовал бы флогистон Шталя, а убавилось, потому что часть его соединилась со ртутью.

Ответ: 8 кубических дюймов, около 16 частей из ста от взятого воздуха

Задачи

1. В опыте Лавуазье ртуть, превращаясь в красную ртутную окись, прибавила в весе. На сколько — по сравнению с весом,

потерянным воздухом, — и что это говорит?

Подсказка: Примените закон, что вещество не творится и не пропадает, к ртути и воздуху вместе.

Ответ: Ровно на столько, сколько потерял воздух. Значит, часть воздуха не уничтожилась, а соединилась со ртутью; эту часть, кислород, можно вновь выделить из красной ртутной окиси.

2. Объясните своими словами, почему Лавуазье считал окалину (окисел) сложнее металла, а Шталь считал сложнее металл.

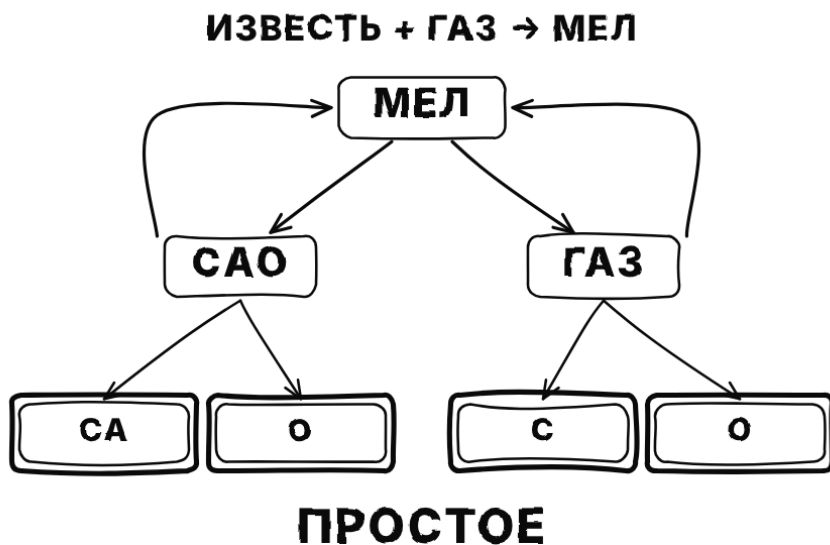
Подсказка: Подумайте, что, по мнению каждого из них, переходит между металлом и воздухом.

Ответ: Шталь считал металл землистым окислом плюс флогистон, а флогистон, по его мнению, уходит при окислении, так что сложным телом был металл. Лавуазье взвешивал и нашёл, что окисление всегда увеличивает вес на счёт воздуха, так что более тяжёлое тело, окисел, есть металл плюс кислород и оно сложнее.

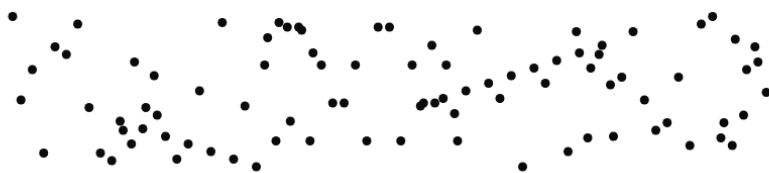
Введение

Многочисленные примеры соединения и разложения тел показывают, что большинство тел, с которыми приходится иметь дело, суть тела сложные, составленные из нескольких других тел. Накаливая мел (как углемедную соль во втором примере), мы получаем известь и тот углекислый газ, который происходит при горении угля. Приводя в прикосновение известь с этим газом (и водою), при обыкновенной температуре вновь получаем сложное углеизвестковое вещество, подобное мелу; следовательно, мел есть тело сложное; но и те вещества, из которых его можно получить, также не суть вещества простые, потому что углекислый газ образуется через соединение угля с кислородом, а известь происходит через окисление особого металла, называемого кальцием. Раздробляя таким образом вещества на их составные части, доходят наконец до таких, которые уже никакими возможными способами нельзя разделить на два или несколько других или из чего-либо составить. Такие вещества могут только соединяться между собою или действовать на другие тела. Такие вещества, которые не могут быть ни составлены из чего-либо, ни разложены на какие-либо другие, называются простыми. Итак, все однородные вещества могут быть разделены на простые и сложные. Это понятие введено в науку и удерживается в ней со времён того же Лавуазье. Число простых тел весьма невелико сравнительно с числом образуемых ими сложных тел. В настоящее время с положительною несомненностью известно около семидесяти пяти простых тел. Некоторые из них весьма редко встречаются в природе или

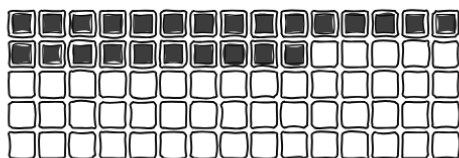
находятся в незначительном количестве; число же простых тел, с соединениями которых мы обыкновенно обращаемся в общежитии, не более двадцати пяти.



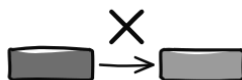
Дробим до простого



СЛОЖНЫХ ТЕЛ: БЕЗ СЧЁТА



**75 ПРОСТЫХ
25 ЖИТЕЙСКИХ**



СВИНЕЦЗОЛОТО

**КАЖДОЕ:
ПОСТОЯННО**

Около семидесяти пяти простых тел

Простые тела неспособны превращаться друг в друга, по крайней мере до сих пор не замечено ни одного случая подобного превращения, а потому в настоящее время невозможно превратить один металл в другой, и до сих пор, несмотря на массу усилий, не отыскалось ни одного факта, который бы сколько-нибудь оправдывал мысль о сложности несомненно известных простых тел, таких, как, например, кислород, железо, сера и тому подобные. Следовательно, простые тела по понятию о них неспособны к реакциям разложения. Поэтому как следствие из закона вечности вещества и из понятия о простом теле можно вывести, что количество каждого простого тела при всех химических превращениях остаётся постоянным. Следовательно, уравнение, выражающее закон вечности вещества, приобретает

новое, ещё более важное значение. Если мы знаем количества простых тел, находящихся в действующих телах, если из этих тел путём химического изменения произойдёт ряд новых сложных тел, то в них может содержаться только то же самое количество каждого из простых тел, какое было в действующих телах. Сущность химических превращений сводится к изучению того, с чем и как соединено каждое простое тело до и после превращения.

Чтобы иметь возможность уравнениями выражать различные химические превращения, условились обозначать каждое простое тело одною или двумя начальными буквами латинского наименования простого тела. Так, например, через O обозначают кислород, который называется по-латыни Oxygenium, через N означают азот — Nitrogenium, Hg — ртуть, Hydrargyrum, Fe — железо, Ferrum, и так далее для каждого простого тела, как видно будет из таблицы, приведённой далее. Сложное тело означают, ставя вместе рядом те буквы, которыми обозначаются простые тела, из которых оно состоит. Например, через HgO означают красную ртутную окись, что показывает, что она составлена из кислорода и ртути. Кроме того, знаку каждого простого тела соответствует известное относительное весовое его количество, называемое паем, или весом атома, так что химическая формула сложного тела означает не только качество простых тел, из которых состоит сложное тело, но и количественное содержание каждого простого тела. Всякий химический процесс может быть выражен уравнением, составленным из формул, соответствующих тем телам, которые действуют и происходят. Весовое количество простых тел в каждом химическом уравнении должно быть равно в обеих частях уравнения, потому

что никакое простое тело ни вновь не образуется, ни пропадает при химических превращениях.

O	OXYGENIUM		
N	NITROGENIUM		
Hg	HYDRARGYRUM		HgO
Fe	FERRUM		HGO
ВЕСА АТОМОВ			

Знаки простых тел

Далее перечислены более или менее хорошо известные простые тела и приведены знаки, им соответствующие, а в предисловии дана таблица простых тел, их знаки и пай, или веса атомов, соответствующие знаку простого тела; в дальнейшем же изложении мы увидим основания для суждения об атомном весе простых тел. Теперь заметим только, что сложное тело, содержащее простые тела А и В, означает формулою A_nB_m , где m и n суть коэффициенты, или множители, с которыми в состав тела входят пай простых тел. Если пай тела А означим через a , тела В через b , то состав тела A_nB_m выразится так: в нём

содержится n_a тела А и m_b тела В; следовательно, в 100 частях нашего сложного тела содержится простого тела А процентных весовых частей $\frac{n_a \cdot 100}{n_a + m_b}$, а другого простого тела $\frac{m_b \cdot 100}{n_a + m_b}$. Ясно, что при помощи формулы мы знаем относительное содержание каждого простого тела и, следовательно, если дан реальный вес сложного тела, из его формулы будет виден реальный вес и простых тел, в нём содержащихся. Например, формула NaCl поваренной соли показывает (так как Na = 23 и Cl = 35,5), что в 100 частях её 39,3 процента натрия и 60,7 хлора.

$$A_n B_m$$

N, M: МНОЖИТЕЛИ

$$\% A = \frac{n_a \cdot 100}{n_a + m_b}$$

$$\text{NaCl} : \text{Na} = 23, \text{Cl} = 35.5$$



Na 39.3 %

Cl 60.7 %

$$23 \div 58,5 = 0,393$$

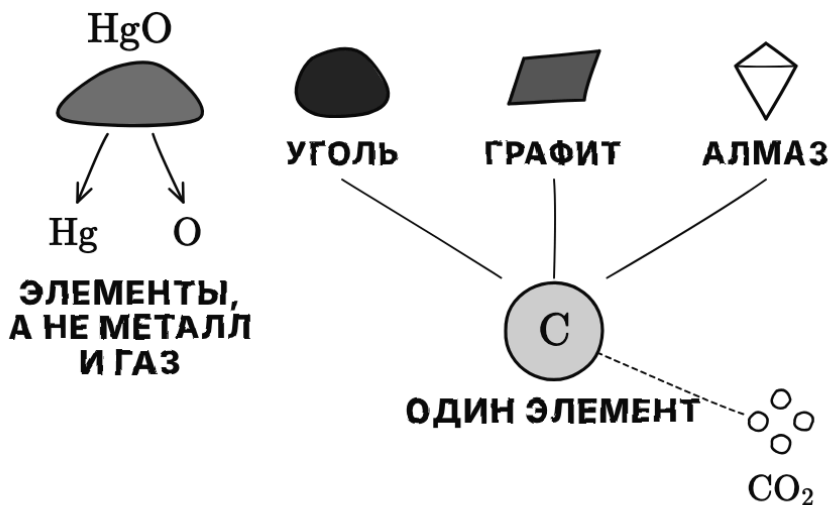
Проценты по формуле

Вышеуказанным ясно ограничивается представление о химических превращениях: из тел данного качества можно

получить не все возможные тела, а только такие, которые содержат те же самые простые тела. Но и при этом первом ограничении всё-таки число могущих образоваться разнообразных соединений бесконечно велико. Изучению и описанию подчинено только сравнительно ограниченное число соединений. Каждый, приступающий к работам, легко может открыть новые, ещё не полученные сложные вещества; многие из таких вновь получаемых тел уже предугадываются наукой. Наука состоит в постижении того однообразия, которое кроется в этом множестве сложных тел; её цель — понять те законы, которые управляют их образованием и свойствами. После установления понятия о простых телах ближайшею целью химии стало определение свойств сложных тел на основании определения количества и качества простых тел, в них входящих, изучение самих простых тел, определение того, какие и с какими свойствами сложные тела могут быть образованы каждым простым телом, и постижение того, в чём состоит и какова связь простых тел в разных сложных веществах. Простое тело при этом служит исходом, как первичное понятие, к которому сводятся все остальные. Если мы утверждаем, что такое-то простое тело входит в состав данного сложного тела, если мы говорим, что в красной ртутной окиси заключается кислород, то мы этим не хотим сказать, что кислород как газообразное вещество заключается в окиси ртути, а только желаем выразить те превращения, к которым способна красная ртутная окись, то есть хотим сказать, что из красной ртутной окиси можно получить ртуть и кислород и что она может отдавать их различным другим телам, словом — хотим выразить только те превращения, к каким способна окись ртути. Выражаясь кратко, мы можем сказать, что состав сложного тела есть выражение тех превращений, к

которым оно способно. В этом отношении полезно сделать ясное различие между понятием о простом теле как об отдельном однородном веществе и о нём же как о вещественной части, или элементе, сложных веществ. В красной ртутной окиси содержится не два простых тела — металл и газ, а два элемента: ртуть и кислород, дающие в отдельности металл и кислородный газ. Не ртуть как металл и не кислород в своём газообразном виде содержатся в красной ртутной окиси: в ней содержится только вещество этих простых тел, как в водяном паре содержится только вещество льда, но не самый лёд, или как в хлебе содержится вещество зерна, но не самое зерно. О существовании элемента можно сделать представление, не зная самого простого тела, а изучив только его соединения и зная, что они дают во всевозможных обстоятельствах вещества, не тождественные с другими, нам известными соединениями. Так, например, в отдельности долго не знали фтора, а между тем должны были признать его за элемент, потому что были известны его соединения с другими простыми телами и определено различие этих соединений от всех других сходственных сложных тел. Чтобы ещё яснее уразуметь различие понятий о простом теле и элементе (или радикале, как говорил Лавуазье), необходимо заметить, что сложные тела также образуют новые, ещё сложнее соединения. Из этих новых соединений нередко первоначальное сложное тело может быть извлечено совершенно теми же способами, какими и простые тела извлекаются из своих соответственных соединений. Притом многие простые тела существуют в различных видоизменениях, а простой элемент есть нечто, изменению не подлежащее. Так, углерод является в виде угля, графита и алмаза, которые суть различные тела, притом простые, а элемент их один. Тот же

углерод содержится и в углекислом газе, но в нём нет ни угля, ни графита, ни алмаза.



Простое тело и элемент

Вопросы

1. Почему количество каждого простого тела остаётся постоянным при всяком химическом превращении?
 - а. Потому что простые тела никогда не участвуют в реакциях
 - б. Потому что вещество не творится и не пропадает, а простые тела нельзя ни разложить, ни превратить друг в

друга

- c. Потому что весы не могут взвесить простые тела по отдельности
 - d. Потому что сложные тела всегда содержат одни и те же простые тела в одних и тех же количествах
2. Что говорит химическая формула вроде NaCl , кроме того, какие простые тела содержит вещество?
- a. Как вещество выглядит и каково на вкус
 - b. При какой температуре вещество разлагается
 - c. Сколько каждого простого тела в нём по весу — через веса их атомов
3. Что мы хотим сказать, говоря, что в красной ртутной окиси заключается кислород?
- a. Что из неё можно получить ртуть и кислород и что она может отдавать их другим телам
 - b. Что внутри красного порошка запёрты пузырьки кислородного газа
 - c. Что это смесь жидкой ртути и газа кислорода
 - d. Что на воздухе она превратится в кислород
4. Уголь, графит и алмаз — различные простые тела. Что у них общего?
- a. Все они сложные тела из углерода и кислорода
 - b. Все они содержатся в углекислом газе
 - c. У них одни свойства, но разный цвет
 - d. Это видоизменения одного элемента — углерода

Ответы

1. **b)** Это следует из закона вечности вещества вместе с понятием о простом теле, которое нельзя ни разложить, ни превратить в другое.
2. **с)** Знаку каждого простого тела соответствует относительное весовое количество, поэтому формула даёт и количественное содержание каждого простого тела.
3. **а)** Мы желаем выразить только те превращения, к которым способна красная ртутная окись: состав сложного тела есть выражение тех превращений, к которым оно способно.
4. **d)** Многие простые тела существуют в различных видоизменениях, а элемент изменению не подлежит: уголь, графит и алмаз — различные тела, а элемент их один.

Разобранные примеры

Проценты в поваренной соли Формула поваренной соли NaCl , $\text{Na} = 23$ и $\text{Cl} = 35,5$. Сколько процентов её веса составляет натрий и сколько хлор?

В формуле A_nB_m здесь A — это Na , а B — Cl , каждый взят один раз, так что $n = 1$ и $m = 1$.

Вес одной формулы соли $na + mb = 23 + 35,5 = 58,5$.

Натрий составляет $na \cdot 100 / (na + mb) = 23 \times 100 / 58,5$, то есть около 39,3 процента.

Хлор составляет $mb \cdot 100 / (na + mb) = 35,5 \times 100 / 58,5$, то есть около 60,7 процента; вместе получается 100.

Ответ: 39,3 процента натрия и 60,7 процента хлора

Задачи

1. У химика 200 граммов чистой поваренной соли NaCl , $\text{Na} = 23$ и $\text{Cl} = 35,5$. Сколько граммов хлора в ней содержится?

Подсказка: Сначала найдите долю хлора в соли, затем примените её к реальному весу.

Ответ: Около 121,4 грамма. Хлор составляет $35,5/58,5$ соли, около 60,7 процента, а 60,7 процента от 200 граммов — около 121,4 грамма.

2. Мел при накаливании даёт известь и углекислый газ, а известь с этим газом вновь даёт мел. Объясните, почему это показывает, что мел — тело сложное, и почему известь и газ тоже не простые тела.

Подсказка: Спросите о каждом веществе, можно ли его разложить или составить из других.

Ответ: Мел можно разделить на два других вещества и вновь составить из них, значит, он сложный. Но углекислый газ образуется из угля и кислорода, а известь — через окисление металла кальция, так что и их можно составить из других веществ, и они сложные. Простыми бывают только вещества, которые нельзя ни разложить, ни составить.

3. Фтор долго не знали в отдельности, но всё же считали элементом. Объясните, как это было возможно.

Подсказка: Подумайте, по чему узнаётся элемент: по самому простому телу или по его соединениям?

Ответ: Элемент можно узнать по одним его соединениям.

Соединения фтора с другими простыми телами были известны и отличались от всех других сходственных сложных тел, значит, в них содержался особый элемент — ещё до того, как было получено само простое тело.

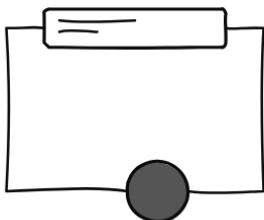
Введение

Многие простые тела, хотя и не все, имеют особый блеск, непрозрачность, ковкость, большую тепло- и электропроводность, какие свойственны металлам и их взаимным между собою соединениям, называемым сплавами. Но далеко не все простые тела суть металлы. Простые тела, не имеющие физических признаков, свойственных металлам, называют металлоидами. В резких примерах оба разряда простых тел ясно различаются, а во многих частных случаях различие не резко, а потому и не может служить основою для точного деления простых тел на две группы.

МЕТАЛЛЫ

МЕТАЛЛОИДЫ

НЕ РЕЗКО



ПРОВОДИТ



СЕРА

ТУСКЛЫЙ, ХРУПКИЙ

ОКОЛО 80 ПРОСТЫХ ТЕЛ

Металлы и металлоиды

Во всяком случае, понятие об элементах и простых телах составляет основу химических знаний, и если мы приводим здесь, с самого начала, список простых тел, то этим хотим обозначить состояние современных сведений об этом предмете. Всего признаётся до сих пор около восьмидесяти простых тел, но некоторые из них (около шести) столь редко встречаются в природе и были получены в таких малых количествах, что сведения о них иногда недостаточны и неполны. В общераспространённых телах природы содержится весьма малое число простых тел. Изучение этих последних совершеннее, чем других, уже потому, что опыты и наблюдения над ними могли производиться большим числом исследователей. Распространёнейшие в природе простые тела суть:

H	C	N	O	Na	Mg	Al
Si	P	S	Cl	K	Ca	Fe

Четырнадцать самых распространённых

Водород, H: в воде, в организмах. Углерод, C: в организмах, каменных углях, известняках. Азот, N: в воздухе, в организмах. Кислород, O: в воздухе, воде, земле; масса его наибольшая.

Натрий, Na: в поваренной соли, во многих камнях. Магний, Mg: в морской воде, во многих камнях. Алюминий, Al: в камнях, глине.

Кремний, Si: в песке, глине, камнях. Фосфор, P: в костях, золе растений, почве. Сера, S: в колчеданах, гипсе, морской воде.

Хлор, Cl: в поваренной соли, в морской воде. Калий, K: в камнях, золе растений, селитре. Кальций, Ca: в известняках, гипсе, в организмах. Железо, Fe: в почве, железных рудах, в организмах.

Кроме того, следующие простые тела, или их соединения, хотя не очень распространены в природе, но применяются в общежитии

или технике:

Литий, Li: в медицине Li_2CO_3 , в фотографии LiBr. Бор, В: бура $\text{B}_4\text{Na}_2\text{O}_7$, борная кислота H_3BO_3 . Фтор, F: плавиковый шпат CaF_2 , плавиковая кислота HF. Хром, Cr: хромовый ангидрид CrO_3 , хромпик $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Марганец, Mn: перекись марганца MnO_2 , хамелеон MnKO_4 . Кобальт, Co: в смальте и синих стёклах. Никель, Ni: им покрывают другие металлы, то есть никелируют. Медь, Cu: всем известный красный металл. Цинк, Zn: в листах, гальванических элементах, латуни. Мышьяк, As: белый мышьяк, яд, As_2O_3 . Бром, Br: бурая летучая жидкость; бромистый натрий NaBr. Стронций, Sr: в бенгальских огнях, SrN_2O_6 . Серебро, Ag: всем известный белый металл. Кадмий, Cd: белый металл; жёлтая краска CdS. Олово, Sn: всем известный металл. Сурьма, Sb: в сплавах, например в типографском шрифте. Иод, J: в медицине и фотографии — свободный иод и KJ. Барий, Ba: в подмеси к белилам и в тяжёлом шпате BaSO_4 . Платина, Pt, золото, Au, ртуть, Hg, свинец, Pb: общеизвестные металлы. Висмут, Bi: в медицине, в легкоплавких сплавах.

В ХОДУ В ОБЩЕЖИТИИ

Li	B	F	Cr	Mn	Co	Ni	Cu
Zn	As	Br	Sr	Ag	Cd	Sn	Sb
I	Ba	Pt	Au	Hg	Pb	Bi	

В ходу в общежитии

Менее применимы, но хорошо известны и, хотя в небольших количествах, однако довольно часто встречаются в природе соединения следующих простых тел:



Остальная часть списка

Бериллий, титан, ванадий, селен, цирконий, молибден, палладий, церий, вольфрам, осмий, иридий, таллий, торий и уран.

Ещё реже встречаются в природе, в практике же применения не имеют, но исследованы с некоторою полнотою соединения следующих элементов:

Скандий, галлий, германий, рубидий, иттрий, ниобий, рутений, родий, индий, теллур, цезий, лантан, неодим, празеодим, самарий, иттербий, эрбий и тантал.

Особую группу простых тел образуют затем газообразные вещества, открытые Рамзаем, входящие в небольшом количестве

в состав воздуха и отличающиеся от всех других тем, что до сих пор не удаётся получить ни одного их соединения с другими элементами: гелий, неон, аргон, криптон и ксенон. Затем есть некоторое основание признавать самостоятельность металлов актиния, полония и радия (открыт госпожою Кюри), входящих в состав так называемых радиоактивных соединений, составляющих небольшую подмесь природных соединений урана и тория.

Сверх этих семидесяти семи, между простыми телами считаются: гадолиний, тербий, тулий, гольмий, каролиний и несколько других. Но их свойства и соединения, по великой редкости в природе, ещё мало известны, и даже самостоятельность некоторых из них окончательно не установлена.

Присутствие многих обыкновеннейших на земле простых тел (например водорода, натрия, магния, железа) с несомненностью доказано на отдалённых от нас светилах посредством исследования их света. Это убеждает в том, что та форма вещества, которая проявляется на земле в виде простых тел, имеет далёкое распространение во вселенной. А отчего в природе масса одних простых тел больше, чем других, мы ещё не знаем.

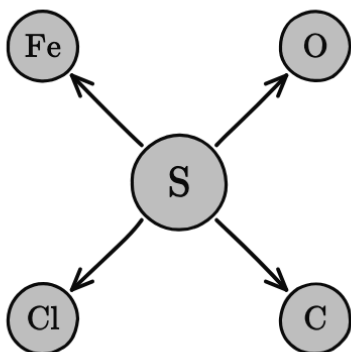
Способность каждого простого тела соединяться с другими элементами и образовывать с ними сложные тела большей или меньшей степени прочности, склонные давать новые, ещё сложнейшие соединения, составляет основной характер каждого элемента. Так, например, сера соединяется легко и с металлами, и с кислородом, и с хлором, и с углеродом, серебро же и золото трудно вступают в соединения, и многие происходящие из них соединения непрочны, легко разлагаются при накаливании.

Причину, или силу, побуждающую вещества к химическим изменениям, должно считать в то же время причиною, удерживающею разнородные элементы в соединении и придающею образовавшимся веществам известную степень прочности. Эту причину, или силу, называют сродством (*affinitas*, *affinité*, *Verwandtschaft*), или химическим сродством. Так как силу эту должно рассматривать исключительно как притягательную, подобно тяготению, то многие, например Бергман в конце восемнадцатого столетия и Бертолле в начале девятнадцатого, полагали, что сродство по существу, быть может, тождественно со всемирным тяготением и всё их различие зависит только от того, что последнее действует на заметных расстояниях, тогда как сродство проявляется лишь при малейших расстояниях. Но химическое сродство невозможно вполне отождествить со всеобщим притяжением, ибо последнее зависит только от массы и расстояний, а не от качества вещества, от которого сильно зависит сродство. Нельзя его вполне отождествлять также со сцеплением, придающим однородным твёрдым телам их кристаллическую форму, упругость, твёрдость, вязкость и тому подобные свойства, а в жидкостях определяющим их поверхность, каплеобразование, поднятие в капиллярных трубках и тому подобные свойства, потому что сродство действует между разнородными веществами, а сцепление — между однородными, хотя оба действуют только на незаметно малых расстояниях (при прикосновении) и имеют много общего. Химическую силу, заставляющую проникать одно вещество в другое, нельзя вполне отождествлять даже с теми притягательными силами, которые заставляют прилипать или удерживают разнородные тела друг около друга, например две плоско полированные поверхности твёрдых тел, или заставляют

жидкости смачивать твёрдые тела и прилипать к их поверхности, или газы и пары сгущаться на поверхности твёрдых тел.

Смешения этих сил с химическими не должно делать потому, что при действии последних одно тело проникается другим и образуется новое, чего не происходит при слипании.

СРОДСТВО

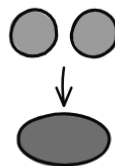


ЛЕГКО



С ТРУДОМ

Одни соединяются легко, другие с трудом



ТЯГОТЕНИЕ

СЦЕПЛ.

ЛИПКОСТЬ

ХИМИЯ

**ТОЛЬКО
МАССА**

**ОДНО
ТЕЛО
ЦЕЛОЕ**

**КАЖДОЕ
ОСТАЁТСЯ
СОБОЙ**

**НЕЧТО
НОВОЕ**

Сродство — не тяготение и не сцепление

Но очевидно, что силы, определяющие сцепление разнородных тел, представляют переход от механических сил к химическим, потому что действуют только при полном прикосновении. Долгое время, особенно в первой половине девятнадцатого столетия, отождествляли химическое притяжение и химические силы с электрическими. Тесная связь их, конечно, существует, так как при химических взаимодействиях электричество развивается и оно со своей стороны способно резко влиять на химические процессы; например, при действии гальванического тока сложные тела разлагаются. Но точно такая же связь химических явлений с теплотными (при химических явлениях теплота развивается, и теплотою тела могут разлагаться) показывает только единство сил природы, способность одних сил

производить другие, превращаться в них и их видоизменять. А потому отождествление химических сил с электрическими не могло устоять при опытной проверке. Так как из всех молекулярных явлений природы с наибольшим (относительным) совершенством и полнотою ныне известны лишь теплотные явления, а именно они сведены на простейшие, основные механические понятия (энергии, равновесий, движений), могущие со времён Ньютона подлежать и строгому математическому анализу, то совершенно естественно стремление, особенно выразившееся в последние десятилетия, привести химические понятия в строгое соотношение с изученными явлениями теплоты, однако без всякого отождествления химических явлений с теплотными. Природа химических сил так же сокрыта поныне для нас, как и природа всеобщего тяготения; но как без знания этой последней, прилагая механические понятия, астрономические явления стали подлежать точному обобщению и подробному предсказанию множества частных, так без знания природы химического сродства, при посредстве успехов механической теории теплоты, есть надежда достичь в изучении химии значительного успеха. Но поныне эта часть химических сведений ещё не совершенно разработана, а потому, составляя текущую задачу науки, она подробнее развивается в особой части химии, называемой или теоретическою, или физическою химиею, а лучше всего обозначаемой названием «химическая механика». Так как в этой области химии предполагаются уже известными не только разнообразные однородные вещества, донныне полученные, но и химические превращения, с ними совершающиеся, и явления (теплотные и всякие другие), их сопровождающие, то приступать к химической механике

возможно только после знакомства с основными химическими понятиями и веществами, что составляет главнейшую цель нашего сочинения.

Вопросы

1. Почему деление простых тел на металлы и металлоиды не может служить точной классификацией?
 - a. Потому что во многих частных случаях различие двух разрядов не резко
 - b. Потому что все простые тела на самом деле металлы
 - c. Потому что металлоиды нельзя получить в чистом виде
 - d. Потому что сплавы принадлежат обоим разрядам
2. Что показывает исследование света далёких светил о простых телах?
 - a. Что светила состоят из совсем других простых тел, чем земля
 - b. Что обыкновеннейшие простые тела земли есть и там, так что эта форма вещества распространена во вселенной
 - c. Что водород существует только на звёздах
 - d. Что оно объясняет, почему одних простых тел больше, чем других
3. Почему химическое сродство нельзя вполне отождествить со всемирным тяготением?
 - a. Потому что сродство действует на больших расстояниях, а тяготение нет

- b. Потому что тяготение отталкивает, а сродство притягивает
 - c. Потому что тяготение зависит только от массы и расстояния, а сродство сильно зависит от качества веществ
4. Две полированные пластинки из разных металлов, если их прижать, слипаются. Почему это не химическое действие?
- a. Потому что обе пластинки металлические
 - b. Потому что их держит одно только электричество
 - c. Потому что слипаются только однородные тела
 - d. Потому что ни одно тело не проникает в другое и нового вещества не образуется

Ответы

- 1. a) В резких примерах оба разряда ясно различаются, а во многих частных случаях различие не резко.
- 2. b) Водород, натрий, магний, железо и другие найдены на отдалённых светилах по их свету, так что форма вещества, видимая на земле как простые тела, имеет далёкое распространение во вселенной.
- 3. c) Всеобщее притяжение зависит только от массы и расстояний, а не от качества вещества, от которого сильно зависит сродство.
- 4. d) При действии химических сил одно тело проникается другим и образуется новое, чего не происходит при слипании.

Задачи

- 1. Объясните своими словами, чем химическое сродство отличается от сцепления и что у них общего.

Подсказка: Спросите, между какими веществами действует каждая сила и на каких расстояниях.

Ответ: Сцепление действует между частями одного и того же вещества и придаёт твёрдым телам форму, твёрдость и упругость, а жидкостям — капли и поверхность; сродство действует между разнородными веществами и заставляет их образовать новое вещество. Обе силы действуют только на незаметно малых расстояниях, при прикосновении.

2. В девятнадцатом веке химические силы считали электрическими. Почему, по тексту, этот взгляд не устоял, хотя электричество и химическое действие тесно связаны?

Подсказка: Сравните связь химического действия с электричеством и его связь с теплотой.

Ответ: При реакциях развивается электричество, а гальванический ток разлагает соединения, но у теплоты точно такая же связь: она развивается при реакциях и разлагает тела. Такие связи показывают лишь единство сил природы — что одна сила может производить другую и превращаться в неё, — а не то, что химические силы электрические; и отождествление не выдержало опытной проверки.

3. Сера легко соединяется с металлами, кислородом, хлором и углеродом, а серебро и золото — с трудом, и их соединения легко разлагаются при накаливании. Что это говорит о каждом элементе, словами текста?

Подсказка: Подумайте, что текст называет основным характером элемента.

Ответ: Способность соединяться с другими элементами и прочность образуемых соединений составляют основной характер каждого элемента. У серы сильная склонность к соединению, у серебра и золота слабая, и это различие приписывается химическому сродству — силе, которая и побуждает к реакциям, и удерживает соединения.

Введение

Так как химические изменения вещества происходят от внутренних сил, им свойственных, так как химические явления состоят непременно в движении материальных частей и так как изучение механических и физических явлений утверждает закон вечности сил, или сохранения энергии, то в веществах (а в частности в элементах) неизбежно признать запас химической энергии, или невидимого движения, побуждающего вступать в реакции. Если при реакции выделяется теплота, значит, часть химической энергии может переходить в теплотную; если при реакции поглощается теплота, то она может (скрываться) частью переходить в химическую энергию. Запас силы, или энергии, к образованию новых сложных тел после нескольких соединений, совершившихся с потерей теплоты, наконец может уменьшиться до того, что получаются неэнергические сложные тела; но они иногда могут соединиться с энергическим простым или сложным телом и вновь дать сложнейшие тела, обладающие способностью к химическим взаимодействиям. Из простых тел золоту, платине и азоту присуща малая энергия; калию, хлору, кислороду — весьма значительная степень энергии. Но и энергия проявляется не на всех телах. Тела, несходственные между собою, если вступают в соединения, то часто образуют вещества с уменьшенной энергиею. Так, калий и сера легко горят на воздухе, если сперва накалины; но если они взаимно соединились, то происшедшее сложное тело, хотя и способно окисляться, не горит на воздухе, как его отдельные составные части. Часть энергии калия и серы выделилась при их взаимном

соединении в виде теплоты. Как при переходе из одного состояния в другое поглощается или выделяется часть запаса теплоты, так при соединениях, разложениях и всяких химических процессах происходит изменение в запасе химической энергии, а вместе с тем происходит выделение и поглощение теплоты.



Энергия уходит теплотой

Для понимания химических явлений в смысле механическом, то есть для изучения хода химических явлений, особо важными должно считать в настоящее время: во-первых, сведения стехиометрии, или той части химии, которая изучает весовое и объёмное количественное отношение между реагирующими веществами; во-вторых, различение разных видов и классов

химического взаимодействия; в-третьих, изучение изменения свойств от перемены состава; в-четвёртых, изучение явлений, сопровождающих химические превращения; и в-пятых, обобщение условий, в которых происходят реакции. Что касается до стехиометрии, то эта область химии разработана с большою полнотою, и в ней найдены законы (Дальтоном, Авогадро и Жераром и другими), столь глубоко проникающие во все части химии, что всё современное её состояние можно характеризовать эпохою подробного их применения к частным случаям.

Выражение количественного (весового и объёмного) состава тел поныне составляет важнейшую задачу химических исследований, а потому всё дальнейшее изложение предмета подчинено законам стехиометрическим. Даже самое значение реакций соединения, разложения и перемещения, как увидим далее, приобрело особый, новый характер под влиянием развития точных понятий о количественных отношениях тел, вступающих в реакцию. Сверх того, в этом смысле родилось новое, до того не существовавшее разделение сложных тел на определённые и неопределённые соединения. Ещё в начале девятнадцатого столетия Бертолле не делал этого различия. Но Пру показал, что множество сложных тел содержат составные части, из которых они происходят или на которые распадаются, в совершенно точной, определённой и неизменяющейся ни при каких условиях пропорции по весу. Так, например, красная ртутная окись содержит на 200 весовых частей ртути 16 частей кислорода, что и выражается химическою формулою HgO . В сплаве же меди с серебром можно прибавить того или другого металла любое количество, как в водном растворе сахара можно изменять относительное содержание частей, и всё же получить однородное целое с суммою самостоятельных свойств. В этих

последних случаях происходит, значит, неопределённое химическое соединение. Хотя в природе и химической практике (лабораторной и заводской) образование неопределённых соединений (например сплавов, растворов) играет столь же существенную роль, как и образование определённых химических соединений, но так как стехиометрические законы преимущественно применялись до сих пор к последним из них, то и все сведения о неопределённых соединениях менее полны, и только в последние годы внимание многих исследователей обратилось в эту область химии.

СОСТАВ ПО ВЕСУ

ДАЛЬТОН · АВОГАДРО · ЖЕРАР

ОПРЕДЕЛЁННОЕ



Hg 200

ВСЕГДА 200 : 16

НЕОПРЕДЕЛЁННОЕ



ЛЮБАЯ ДОЛЯ

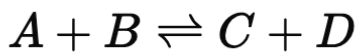
Определённые и неопределённые

Для химической механики весьма важно отличить обратимые реакции от необратимых. Вещества, могущие реагировать друг на

друга при данной температуре, дают такие тела, которые при той же температуре или могут, или не могут давать первоначальные вещества. Так, например, соль растворяется в воде при обыкновенной температуре, но получающийся раствор может распадаться при той же температуре, оставляя соль и выделяя воду испарением. Сернистый углерод происходит из серы и угля при такой температуре, при которой может и обратно давать серу и уголь. Железо выделяет при некоторой температуре водород из воды, образуя окись железа, но она при той же температуре с водородом может давать железо и воду. Очевидно, что если тела А и В дают С и D и реакция обратима (то есть С и D дают А и В), то, взяв определённую массу А и В или им соответственную массу С и D, мы получим в обоих случаях все четыре тела, то есть наступит между реагирующими веществами химическое равновесие (или распределение). Увеличивая массу одного из веществ, получим новые условия равновесия, так что обратимые реакции доставляют возможность изучать влияние массы на ход химических превращений. Примерами необратимых химических реакций могут служить многие из тех, которые происходят с очень сложными соединениями и смесями. Так, многие сложные вещества организмов (растений и животных) в жару распадаются, но ни при какой температуре сами между собою продукты распада не дают обратно первоначального вещества. Порох, как смесь селитры, серы и угля, сгорая, даёт газы и пороховой дым, которые ни при какой температуре обратно не дают начальных веществ. Чтобы их получить, необходим обходный путь — соединения по остаткам. Если А прямо ни при каких условиях не соединяется с В, то это ещё не значит, что они не могут дать соединения АВ. Часто А можно соединить с С, а В с D, и если С имеет большое сродство к D, то

взаимодействие AC на BD даёт не только CD, но и AB. Так как при образовании CD вещества A и B, бывшие в AC и BD, остаются в особом состоянии выделения, то предполагается, что их взаимное соединение в AB происходит именно потому, что они встречаются в этом нововыделенном состоянии, «в момент выделения» (*in statu nascendi*). Так, например, хлор прямо не реагирует ни с углём, ни с графитом, ни с алмазом, представляющими видоизменения свободного углерода, а между тем соединения хлора с углеродом существуют, и многие отличаются прочностью. Они получаются при действии хлора на углеродистые водороды, как остатки от прямого реагирования хлора на водород. Хлор отнимает водород, и освобождённый углерод в момент выделения вступает в соединение с частью хлора, так что хлор в результате оказывается соединённым с водородом и углеродом.

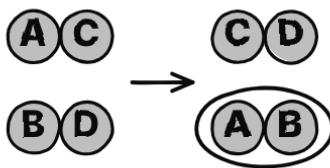
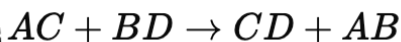
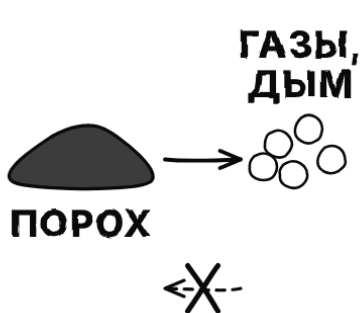
ОБРАТИМО



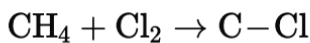
БОЛЬШЕ В ↑



Реакции в обе стороны



**ХЛОР ПРЯМО
НЕ СОЕДИНЯЕТСЯ
С УГЛЕМ**



Необратимое и обходные пути

Вопросы

1. Калий и сера каждый легко горят на воздухе, а их соединение не горит. Почему?
 - a. Потому что часть их химической энергии выделилась теплотой при соединении
 - b. Потому что в соединении больше нет ни калия, ни серы
 - c. Потому что соединение вовсе не способно окисляться
 - d. Потому что при соединении их энергия удвоилась и сделала их слишком прочными, чтобы гореть

2. Что из этого — неопределённое соединение в смысле текста?
- a. Красная ртутная окись, в которой 16 частей кислорода на 200 частей ртути
 - b. Поваренная соль с постоянной формулой
 - c. Сплав меди с серебром, к которому можно прибавить любое количество того или другого металла
3. Что получится в обратимой реакции, где $A + B$ дают $C + D$, если начать с определённой массы A и B ?
- a. Только C и D , потому что реакция идёт до конца
 - b. Все четыре тела, потому что между ними наступает химическое равновесие
 - c. Только A и B , потому что реакция не может начаться
 - d. Новое, пятое тело, образовавшееся в момент выделения
4. Хлор прямо не реагирует ни с углём, ни с графитом, ни с алмазом, но соединения хлора с углеродом существуют. Как их получают?
- a. Накаливая хлор с алмазом до очень высокой температуры
 - b. Смешивая хлор с толчёным углём и выжидая
 - c. Электричеством, которое насильно соединяет хлор и углерод
 - d. Действуя хлором на углеродистые водороды, так что углерод выделяется в тот момент, когда может соединиться с хлором

Ответы

1. **a)** Часть энергии калия и серы выделилась при их соединении в виде теплоты, поэтому у соединения энергия уменьшена.
2. **с)** В сплав меди с серебром можно прибавить любое количество того или другого металла и всё же получить однородное целое, так что это неопределённое соединение.
3. **b)** Так как C и D тоже дают A и B, то, начав с любой пары, мы получим все четыре тела: наступает химическое равновесие.
4. **d)** Хлор отнимает водород, и освобождённый углерод в момент выделения вступает в соединение с частью хлора.

Разобранные примеры

Кислород в красной ртутной окиси Красная ртутная окись содержит 16 частей кислорода на 200 весовых частей ртути, и эта пропорция никогда не меняется. Сколько граммов кислорода в 54 граммах красной ртутной окиси?

Пропорция определённая, так что каждые $200 + 16 = 216$ частей окиси содержат 16 частей кислорода.

Значит, доля кислорода в окиси равна $16/216$.

В 54 граммах содержится $54 \times 16/216$ граммов кислорода.

$54/216 = 1/4$, так что это $16/4 = 4$ грамма; остальные 50 граммов — ртуть, и отношение 16 к 200 сохраняется.

Ответ: 4 грамма кислорода

Задачи

1. 100 граммов ртути целиком превращены в красную ртутную окись, в которой 16 частей кислорода на 200 частей ртути. Сколько кислорода поглощено и сколько весит окись?

Подсказка: Уменьшите пропорцию 200 к 16 до 100 граммов ртути, затем примените закон сохранения.

Ответ: 8 граммов кислорода, так как 100 — половина от 200, а половина от 16 — это 8. Окись весит $100 + 8 = 108$ граммов.

2. Объясните своими словами, почему растворение соли в воде называют обратимой реакцией, а горение пороха — необратимой.

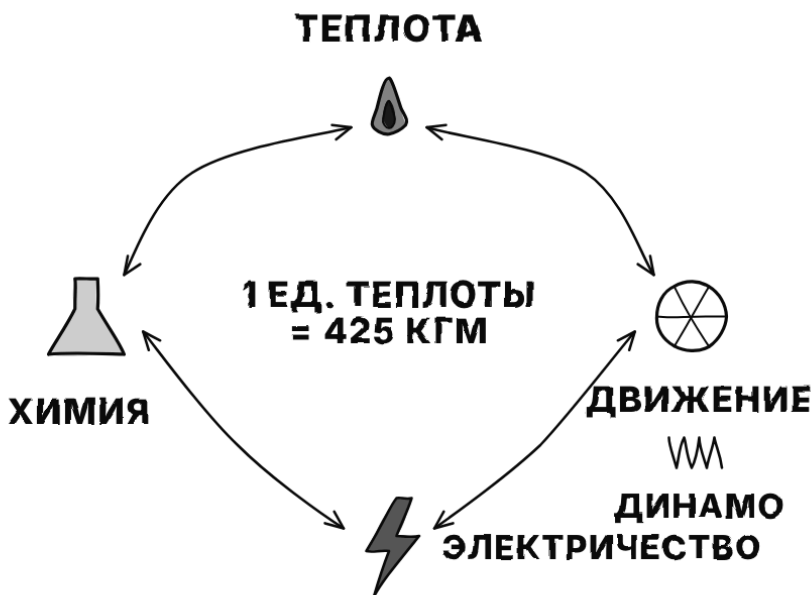
Подсказка: Спросите, могут ли продукты при той же температуре дать обратно первоначальные вещества.

Ответ: Раствор соли может при той же температуре вновь распасться, оставляя соль и выделяя воду испарением, так что первоначальные вещества возвращаются. Газы и дым сгоревшего пороха ни при какой температуре не дают обратно селитры, серы и угля, так что эта реакция необратима; первоначальные вещества можно получить только обходным путём.

Введение

Что касается до явлений, сопровождающих взаимодействие тел, то всего важнее для химической механики то обстоятельство, что при химических процессах не только происходит механическое перемещение (движение частей), теплота, свет, электрическое напряжение и гальванический ток, но все эти деятели сами способны изменять химические превращения. Такая взаимность, или обратимость, зависит, конечно, от того, что все явления природы составляют только различные виды и формы движений, видимых и невидимых (молекулярных). Сперва звук, а потом свет оказались по существу колебательными движениями, как развивает и доказывает с несомненностью физика. Затем связь теплоты с механическим движением и работою перестала быть предположением, а стала несомненною, и механический эквивалент теплоты (425 килограмметров механической работы отвечают одной килограммовой единице теплоты, или калории) даёт механическую меру теплотных явлений. Известно, что механическими способами получается как статическое, так и динамическое электричество (например, в динамо-машинах Грамма и других), и наоборот: током (в электродвигательных машинах) можно производить механическое движение. Так, пропуская ток через проводники машины Грамма, можно заставить её вращаться, а производя её вращение — получить ток, то есть демонстрировать обратимость электричества в механическое движение. Поэтому химическая механика должна почерпать в связи химических явлений с физическими и механическими основные черты своего развития.

Но стройной теории и даже удовлетворительной гипотезы предмет этот, по своей сложности и сравнительной новизне, ещё не получил, а потому в дальнейшем изложении мы избегаем останавливаться на нём, оставляя эту область физической химии как особую часть нашей науки.

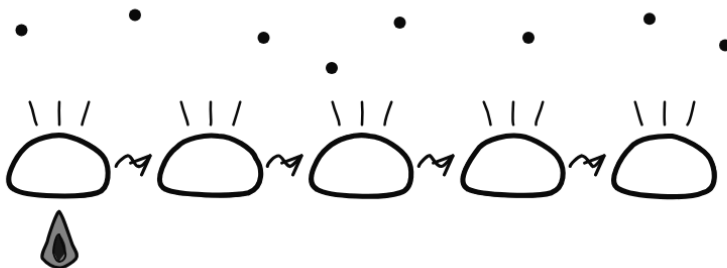


Каждая сила переходит в другую

Химическое изменение в известном направлении совершается не только по причине различия масс, состава тел и распределения в них частей и сродств, или химической энергии, но и под влиянием условий, в которых находятся вещества. Для того чтобы между телами, могущими реагировать, произошла известная химическая реакция, нужны часто многие условия, иногда весьма отличающиеся от обыкновенных условий, среди

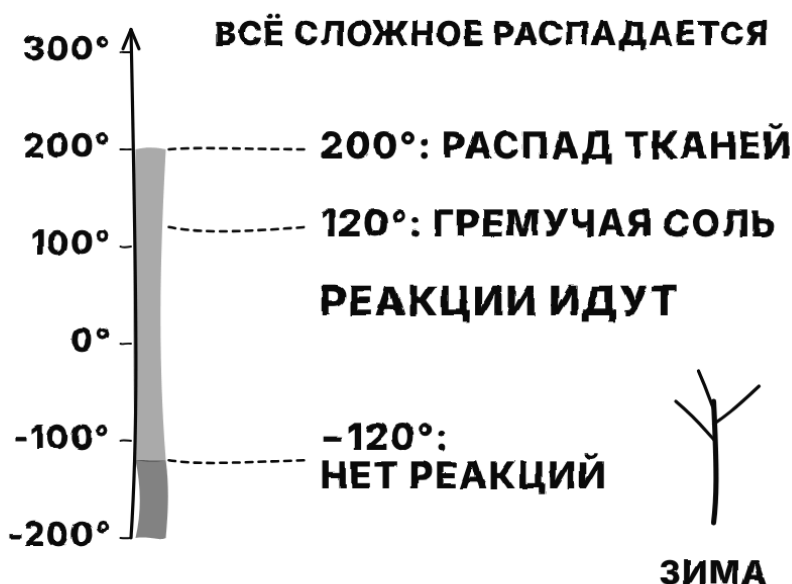
которых находятся тела в природе. Так, например, для горения угля необходимо не только присутствие воздуха, и именно кислорода, в нём находящегося, но сверх того необходимо, чтобы уголь был накалён, то есть нагрет до значительного жара. Накалённая часть угля загорается, то есть соединяется с кислородом воздуха, и при этом отделяется теплота, которая служит для накаливания других частей угля, которые потому только и горят, что предварительно накалены. Подобно тому как горение угля обуславливается его накаливанием, так точно и каждая химическая реакция идёт только при известных физических, механических и прочих условиях. Главнейшие условия, оказывающие влияние на ход химических реакций, суть следующие.

КИСЛОРОД ВОЗДУХА



НАКАЛЁН ЖАР РАСХОДИТСЯ

Уголь должен быть накалён



Окно температур

Первое: степень нагревания. Химические реакции соединения идут только в некоторых определённых пределах температур, а вне этих температур не совершаются. Можно привести как пример не только то, что горение, как указано выше, начинается и идёт только при накаливании, но даже и то, что соединения хлора или поваренной соли с водою происходят только при температурах ниже 0° . При высших температурах образование этих соединений не совершается, а образованные соединения вполне или частью разрушаются на составные части. В некоторых случаях, при ходе реакции соединения, это можно объяснить тем, что тогда одно из реагирующих тел превращается из твёрдого состояния в жидкое или парообразное. Превращение в жидкость способствует ходу реакции потому, что помогает

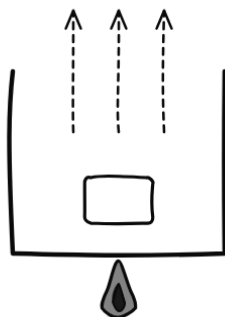
полному прикосновению частиц, действующих друг на друга. Другая причина, которой должно приписать значение для объяснения влияния нагревания на возбуждение реакций, состоит в том, что физическое сцепление, или внутренняя связь однородных частиц, при нагревании уменьшается, и таким образом легче совершается разъединение частей взятых тел и превращение их в новые соединения. В том же случае, когда реакция требует поглощения тепла, как при разложении, потребность нагревания сама собою очевидна. На основании совокупности данных о действии высокой температуры ныне можно утверждать, что все сложные тела при более или менее сильном жаре разлагаются. Примеры подобного разложения мы уже видели, описывая разложение красной ртутной окиси на ртуть и кислород и разложение дерева под влиянием жара. Многие тела разлагаются при незначительном жаре; например, та гремучертутная соль, которая кладётся в пистоны, или ружейные капсулы, разлагается уже при нагревании несколько выше 120° . Множество тел, составляющих ткани животных и растений, разлагаются уже при температуре 200° . С другой стороны, при очень низких температурах не совершается никаких химических реакций. Мы видим это на растениях, прекращающих свои химические процессы при зимнем холоде. Рауль Пикте (1892), пользуясь очень низкими (до -200° Ц) температурами, получающимися при кипении сжиженных газов, подтвердил, что при температурах ниже -120° не совершается даже таких реакций, как между серною кислотой и едким натром или металлическим натрием, и даже окрашивание лакмуса кислотами начинается лишь при температурах выше -80° . Таким образом, каждая химическая реакция требует для своего хода некоторых температурных граней, и на солнце, где

температуры очень высоки, или на луне, где они очень низки, без сомнения, множество наблюдаемых нами на земле химических превращений не могут совершаться.

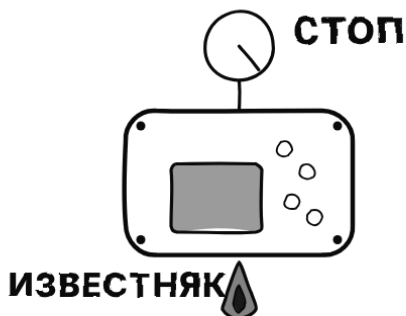
Влияние нагревания на обратимые химические реакции особо поучительно. Если, например, нагревать сложное тело, способное обратно происходить из своих продуктов разложения, и дойти до некоторой температуры, когда начинается разложение, то оно не сразу оканчивается ни по времени, ни по количеству для определённой массы вещества, заключённого в определённый объём. Только некоторая доля вещества разлагается, другая же часть остаётся неизменною; если температура возвышается, количество разложенного вещества увеличивается, и затем каждой определённой температуре отвечает при данном объёме своё отношение между разложенным и нетронутым веществом, пока температура не дойдёт до той, при которой сложное тело вполне распадается. Это неполное разложение под влиянием температуры называется диссоциацией. Можно отличить температуры начала и конца диссоциации. Если при данной температуре диссоциация совершается, но один или все продукты распада не остаются в прикосновении со сложным, неразложившимся телом, тогда разложение дойдёт до конца. Так, известковый камень в жару печи при её топке весь разлагается на известь и углекислый газ, потому что последний может удаляться. Если же замкнуть некоторую массу того же камня в определённый объём, например положить в ружейный ствол, а потом его заклепать и накаливать, то углекислый газ удаляться не может, и тогда при каждой температуре, высшей чем начальная диссоциационная, разложится только некоторая доля камня. Разложение прекратится, когда выделившийся

углекислый газ будет представлять наибольшее диссоциационное давление, отвечающее данной температуре. Если давление увеличить прибавкой газа, начнётся вновь соединение; при уменьшении давления будет идти разложение. Разложение при этом совершенно подобно испарению: если пар не удаляется, его давление достигает наибольшего, отвечающего температуре, и испарение прекратится. Если тогда паров прибавить, они сгустятся в жидкость; если их убавить, то есть убавить давление, сохраняя температуру, — испарение произойдёт. Эти понятия о диссоциации, введённые в науку Генрихом Сент-Клер-Девилем, мы будем неоднократно развивать впоследствии. Заметим ещё, что разъединённые составные части вещества тем легче соединяются, чем ближе их температура к температуре начала диссоциации, то есть что температура начала диссоциации близка к температуре начала реагирования. В некоторых же случаях существует совершенно определённая температура химического превращения, которую прямо можно определить (и уподобить температурам плавления или кипения): выше неё происходит, например, распадение сложного тела, а ниже — соединение, или образование этого сложного тела, что можно наблюдать не только с помощью термометра, но и по быстрому изменению объёма (дилатометром), наступающему при такой переходной температуре. Так, природный гипс, или двухводная сернокальциевая соль ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), при 107° распадается совершенно (в замкнутом пространстве, иначе вода улетит в виде пара) в жидкую кашу, содержащую три четверти бывшей воды в жидком виде, и полуводную сернокальциевую соль ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$), а при низших температурах вновь происходит двухводная соль.

ДИССОЦИАЦИЯ

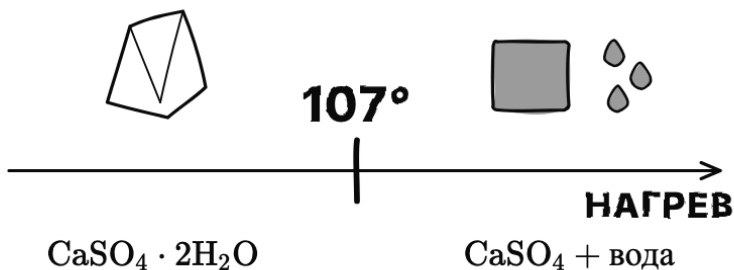


**ОТКРЫТО:
ВСЁ → ИЗВЕСТЬ**



**ЗАКРЫТО: ЧАСТЬ
+ ГАЗ → ОБРАТНО**

Диссоциация в заклёпанном стволе



КАК ТОЧКА ПЛАВЛЕНИЯ

Гипс меняется при 107 градусах

Вопросы

1. Почему уголь, однажды зажжённый, продолжает гореть сам?
 - a. Потому что теплота горячей части накаливает соседние части, а горит только накалившийся уголь
 - b. Потому что уголь горит при любой температуре, если есть воздух
 - c. Потому что кислород воздуха нагрет солнцем
 - d. Потому что первая искра запасает теплоты на весь уголь

2. Известняк в открытой печи разлагается весь, а в заклёпанном ружейном стволе — только частью. Почему?
- a. Потому что ствол нельзя накаливать так сильно, как печь
 - b. Потому что в стволе углекислый газ не может удаляться, и разложение прекращается, когда его давление доходит до наибольшего для данной температуры
 - c. Потому что железо реагирует с известняком и защищает его
 - d. Потому что известь образуется только в присутствии огня
3. В заклёпанный ствол нагнетают газ, так что давление растёт, а температура остаётся прежней. Что происходит?
- a. Разлагается ещё больше известняка
 - b. Ничего не меняется, так как важна только температура
 - c. Вновь начинается соединение: известь и углекислый газ снова образуют известняк
4. Что показали опыты Пикте при очень низких температурах?
- a. Что на холоде все реакции идут быстрее
 - b. Что лакмус меняет цвет только ниже минус восьмидесяти градусов
 - c. Что серная кислота замораживает натрий
 - d. Что ниже примерно минус ста двадцати градусов не идут даже бурные реакции

Ответы

1. **a)** Накалённая часть соединяется с кислородом воздуха и отделяет теплоту, которая накаливает другие части, а они горят только потому, что предварительно накалены.
2. **b)** В замкнутом стволе газ не может удалиться, поэтому разлагается лишь доля камня; разложение прекращается при наибольшем диссоциационном давлении для данной температуры.
3. **c)** Если давление увеличить прибавкой газа, начнётся вновь соединение, как прибавленный пар сгущается в жидкость.
4. **d)** Ниже минус ста двадцати градусов не совершаются даже реакции серной кислоты с едким натром или натрием, так что у каждой реакции свои температурные грани.

Разобранные примеры

Теплота, измеренная работой Механический эквивалент теплоты — 425 килограммометров работы на одну калорию (одну килограммовую единицу теплоты). Какая механическая работа соответствует 4 калориям?

Эквивалент говорит, что одна калория и 425 килограммометров работы — одно и то же количество энергии в разных формах.

Значит, 4 калориям соответствует вчетверо больше работы.

$$4 \times 425 = 1700.$$

Ответ: 1700 килограммометров

Задачи

1. Машина совершает 2125 килограммометров работы, и вся она переходит в теплоту. Сколько это калорий, если 425 килограммометров отвечают одной калории?

Подсказка: Разделите работу на ту работу, которая отвечает одной калории.

Ответ: 5 калорий, так как $2125 / 425 = 5$.

2. Гипс, двухводная сернокальциевая соль, при 107° в замкнутом пространстве распадается на полуводную соль и жидкую воду. Покажите, что эта жидкая вода составляет три четверти воды, бывшей в гипсе, и скажите, что происходит при охлаждении ниже 107° .

Подсказка: Сравните две воды до и половину воды, которую удерживает новая соль.

Ответ: Из двух вод новая соль удерживает половину воды, так что освобождается $2 - 1/2 = 1\frac{1}{2}$ воды, а $1\frac{1}{2}$ из 2 — это три четверти. Ниже 107° вновь образуется двухводная соль, так что это определённая температура перехода, подобная точке плавления.

3. Объясните своими словами, почему диссоциацию сравнивают с испарением.

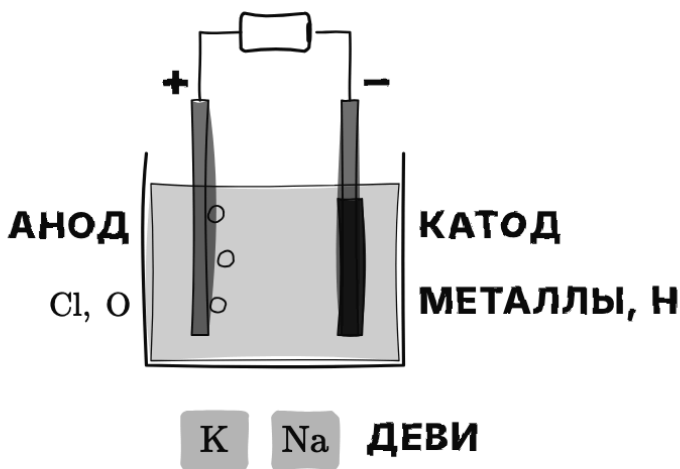
Подсказка: Подумайте, что происходит, когда пар или газ не может уйти.

Ответ: В обоих случаях, если пар или газ не удаляется, его давление поднимается до наибольшего значения, определяемого температурой, и тогда процесс прекращается. Прибавка газа или пара обращает его назад — к соединению или сгущению; убавка позволяет разложению или испарению продолжаться.

Введение

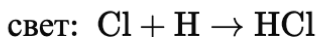
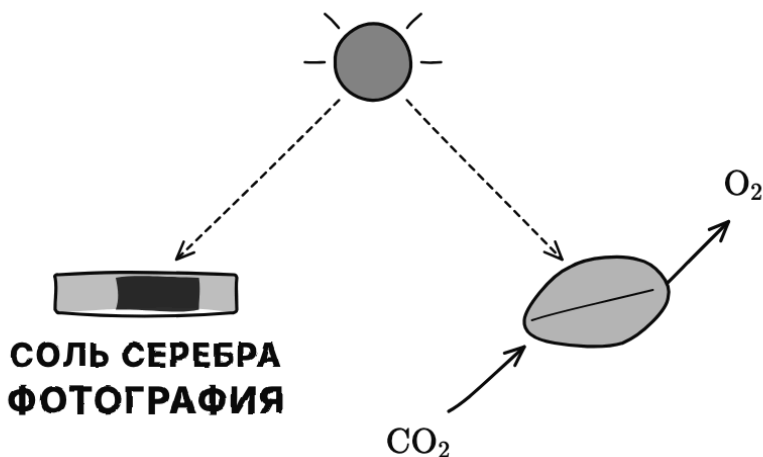
Второе. Влияние гальванического тока и электричества вообще на ход химических превращений весьма подобно влиянию теплоты. Большинство сложных тел, проводящих гальванический ток, при действии его разлагаются. А вблизи тех условий, при которых происходит разложение, обыкновенно совершаются и соединения, а потому от действия электричества часто наступает соединение, совершенно как при нагревании. Электричество нужно считать также особым видом частичного движения, как и теплоту, и всё то, что относится к влиянию теплоты, относится и к влияниям, производимым действием тока; только здесь разделения тела на составные части можно достигнуть иногда с большим удобством, потому что оно совершается при обыкновенной температуре. Самые прочные тела могут быть этим путём разложены, и здесь замечается та важная особенность, что составные части являются на различных полюсах, или электродах, через которые проходит ток в тело. Вещества, являющиеся на положительном полюсе (аноде), носят название электроотрицательных, а те, которые являются (как, например, металлы) на катоде, то есть на отрицательном полюсе, носят название электроположительных. К разряду первых принадлежат тела неметаллические, в большинстве по крайней мере случаев, как-то: хлор, кислород и тому подобные, а также кислоты и сходственные с ними тела. На отрицательном же полюсе являются металлы, водород и сходственные с ним продукты разложения, или ионы. Разложение сложных тел посредством гальванического тока послужило в истории химии к

открытиям весьма важным. Многие простые тела были получены этим путём. В особенности знаменито получение металлов калия и натрия, соединения которых с кислородом Лавуазье и химики его времени разлагать не умели. Англичанин Деви показал, что эти вещества разлагаются гальваническим током, и на отрицательном полюсе получил металлы, заключающиеся в этих соединениях, а именно калий и натрий. В последнее время, когда динамо-машины дали возможность удобно получать гальванический ток, сжигая топливо или пользуясь водяными и другими двигателями, этот приём Деви стало удобным и выгодным применить к заводскому получению металлов, например натрия из сплавленного NaHO , хлора из растворов поваренной соли и тому подобного.



Разложение током

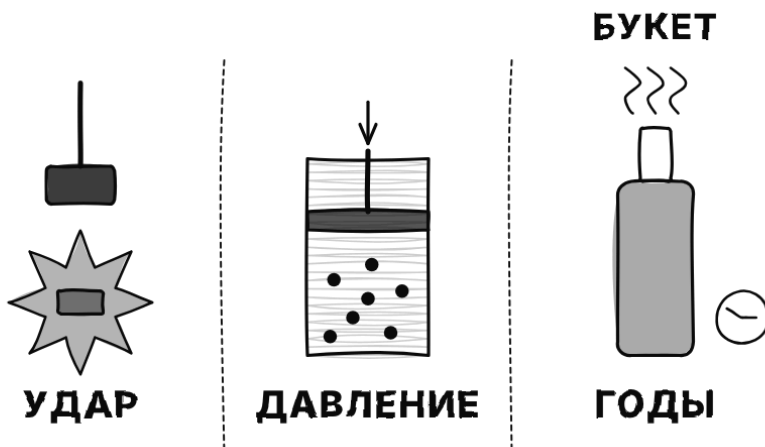
Третье. Действием света некоторые малопостоянные соединения также разлагаются. На этом свойстве некоторых веществ (например, солей серебра) основана фотография. Механическая работа тех колебаний, которые определяют световые явления, весьма невелика, и потому только некоторые, вообще непрочные, тела могут разлагаться светом, по крайней мере в обыкновенных условиях. Но есть виды химических явлений, определяемые светом, составляющие ещё неразрешённую задачу химии. Это именно явления, происходящие в растениях под влиянием света. Здесь совершаются разложения и соединения весьма разнообразные, нередко не воспроизведённые ещё искусственными способами. Так, например, углекислый газ, столь прочный относительно действия тока и тепла, разлагается в растениях под влиянием света, выделяя кислород. Хлор соединяется с водородом не только под влиянием тепла, но и под влиянием света, показывая, что и соединения, точно так же как разложения, могут возбуждаться действием света.



Свет разлагает и соединяет

Четвёртое. Механические влияния оказывают, как и влияния предыдущих родов, своё действие как на ход химических соединений, так и на ход химических разложений. Многие вещества разлагаются от одного трения или удара. Таково, например, соединение, называемое иодистым азотом, заключающее в себе азот, иод и водород; такова и гремучертутная соль, которая от удара в ружейных капсюлях (пистонах) разлагается. Механическое трение заставляет серу сторгать насчёт кислорода, заключающегося в бертолетовой соли. Давление также влияет как на физическое, так и на химическое состояние реагирующих веществ и определяет вместе с температурой состояние веществ, особенно ясно проявляющееся тогда, когда вещество находится в упруго-газообразном виде, так

как тогда от перемены давления сильно изменяются объёмы, а следовательно, и число точек встречи разнородных веществ. Так, сжатый водородный газ энергичнее действует на иод и на растворы многих солей — при соответственных условиях температуры.



Удар, давление и время

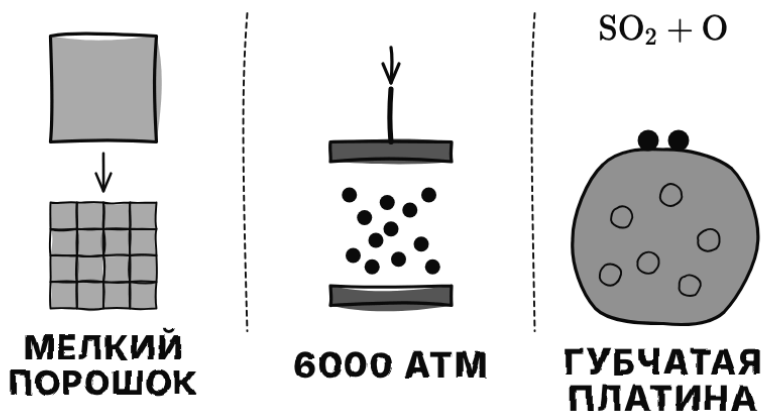
Пятое. Влияние времени на течение реакций сказывается не только в том, что для проникновения тел друг другом, ради возможности химического между ними воздействия, необходимо механическое перемещение, которое может совершаться лишь с определённой скоростью (так, горение твёрдого вещества в воздухе, совершаясь на поверхности, определяется её возобновлением и притоком воздуха, что совершается лишь с

ограниченную скоростью), но и в том, что после полного прикосновения внутреннее перемещение, определяющее химические реакции, требует своего времени, или совершается лишь с определённой скоростью. Общеизвестен пример так называемого вылёживаяния, или старости, виноградного вина, содействующей появлению в вине особого «букета», или ароматических начал. Они происходят из кислот и спирта, содержащихся в свежем (молодом) вине в отдельном виде, а при сохранении вина дающих через взаимодействие (двойное разложение) воду и ароматические сложные эфиры. Реакция эта, протекая при обыкновенной температуре медленно и принадлежа к числу обратимых (то есть сложные эфиры и вода способны давать спирт и кислоту), идёт с явно ограниченной скоростью, величина которой зависит от температуры и других условий. Таких реакций, медленно идущих, много, но большинство наиболее резких химических превращений (с которыми прежде всего и должно познакомиться при начале изучения химии) течёт столь быстро, что при их обсуждении обыкновенно время не принимается во внимание.

Шестое. Кроме различных обстоятельств, изложенных выше, ходу химических реакций благоприятствует или препятствует то состояние прикосновения, в каком находятся действующие тела. Увеличить число точек прикосновения — значит, при прочих равных условиях, увеличить напряжённость хода реакций. Достаточно указать хотя бы на один тот пример, что серная кислота не поглощает маслянистого газа при обыкновенных условиях прикосновения, но при продолжительном взбалтывании такое поглощение происходит, потому что число прикасающихся точек увеличивается весьма значительно. Когда

заставляют действовать твёрдые тела друг на друга, то для полного и скорейшего их взаимодействия необходимо сколь возможно мелко перемешать их между собою, превратив в возможно мелкий порошок. Бельгийский химик Спринг показал, что порошки твёрдых тел, при обыкновенной температуре не реагирующих друг на друга, могут подвергаться реагированию при увеличенном давлении. Так, при давлении в 6000 атмосфер сера способна соединяться со многими металлами при обыкновенной температуре, а порошки многих металлов образуют сплав при обыкновенной температуре. Очевидно, что здесь прежде всего должно признать увеличение точек или плоскостей прикосновения как причину наступающего взаимодействия, которое, без сомнения, может совершаться с твёрдыми телами, как с жидкими или газообразными, потому что во всех состояниях вещества, хотя в разной мере и форме, должно признать существование внутреннего движения и подвижность частиц, образующих самые тела. Весьма важно обратить внимание на то, что внутреннее движение, или состояние частей в частицах тел, должно быть иным внутри вещества и на его поверхности, потому что внутри тела со всех сторон на каждую частицу вещества действуют другие такие же частицы, а на поверхности тел — только с одной стороны. Поэтому состояние вещества на поверхностях его прикосновения с другими телами будет ими более или менее изменено и может быть таким, как при повышении температуры. Этим соображением объясняется многочисленный класс контактных химических реакций, то есть возникающих от присутствия (прикосновения, катализа) некоторых особых тел. Особенно часто влияют этим способом тела пористые и порошковатые, и между ними более всех губчатая платина и уголь. Так, сернистый

газ не соединяется прямо с кислородом, но от присутствия губчатой платины соединение происходит с выделением теплоты.



Больше прикосновения — быстрее перемена

Вышеизложенные общие, вступительные химические понятия получают свой настоящий смысл только при знакомстве с химическими частностями, к которым мы теперь и перейдём. Тем не менее неизбежно было с самого начала ознакомиться с такими многообъемлющими началами, каковы законы сохранения вещества и сил, потому что только при их признании и только под их влиянием разбор частных может быть удобоисполнимым и плодотворным.

Вопросы

1. Когда гальванический ток разлагает соединение, где являются металлы и водород?
 - a. На отрицательном полюсе, катоде, поэтому их и называют электроположительными
 - b. На положительном полюсе, аноде, поэтому их и называют электроотрицательными
 - c. Поровну на обоих полюсах
 - d. Нигде: они остаются растворёнными в жидкости
2. Почему свет в обыкновенных условиях может разлагать только некоторые, вообще непрочные, тела?
 - a. Потому что свет действует только на серебро
 - b. Потому что механическая работа световых колебаний весьма невелика
 - c. Потому что свет не проникает внутрь тела
 - d. Потому что свет вызывает только соединения, а не разложения
3. Серная кислота не поглощает маслородного газа при простом прикосновении, но поглощает после долгого взбалтывания. Почему?
 - a. Потому что взбалтывание нагревает кислоту
 - b. Потому что взбалтывание делает газ тяжелее
 - c. Потому что взбалтывание сильно увеличивает число точек прикосновения

4. Как текст объясняет, что губчатая платина заставляет сернистый газ соединяться с кислородом?
- a. Платина сама соединяется с кислородом и расходуется
 - b. Платина выделяет собственную теплоту
 - c. Платина доставляет недостающую серу
 - d. На поверхности на каждую частицу действуют только с одной стороны, так что состояние прикасающихся веществ меняется, как при повышении температуры

Ответы

1. **a)** Металлы, водород и сходственные продукты разложения являются на отрицательном полюсе, а вещества, являющиеся на катоде, называются электроположительными.
2. **b)** Механическая работа колебаний, определяющих свет, весьма невелика, поэтому светом могут разлагаться только непрочные тела.
3. **c)** При продолжительном взбалтывании поглощение происходит, потому что число прикасающихся точек увеличивается весьма значительно.
4. **d)** Состояние вещества на поверхностях прикосновения изменяется и может быть таким, как при повышении температуры; этим объясняются контактные реакции, или катализ.

Задачи

1. Лавуазье не умел разложить соединения калия и натрия с кислородом. Объясните, как это сделал Деви и почему его приём позже стал заводским.

Подсказка: Подумайте, на каком полюсе являются металлы и что сделало ток дешёвым.

Ответ: Деви пропустил через эти соединения гальванический ток, и на отрицательном полюсе явились металлы калий и натрий. Позже динамо-машины, приводимые в движение топливом или водой, сделали ток дешёвым, и тот же приём стал выгодным для получения металлов, например натрия, и хлора из растворов соли.

2. Объясните своими словами, почему молодое вино приобретает букет лишь медленно, при хранении.

Подсказка: Какие вещества реагируют, при какой температуре и обратима ли реакция?

Ответ: Кислоты и спирт молодого вина реагируют двойным разложением и дают воду и ароматические сложные эфиры. При обыкновенной температуре эта реакция идёт лишь с ограниченной скоростью и к тому же обратима, поэтому букет развивается долго.

3. Спринг заставил серу соединиться с металлами при обыкновенной температуре. Что он для этого использовал и какую причину реакции даёт текст?

Подсказка: Подумайте, что давление делает с соприкасающимися порошками.

Ответ: Он сдавливал порошки под давлением около 6000 атмосфер. Давление увеличивает точки или плоскости прикосновения между частицами, а так как внутреннее движение есть во всех состояниях вещества, твёрдые тела тогда могут реагировать так же, как жидкие и газообразные.