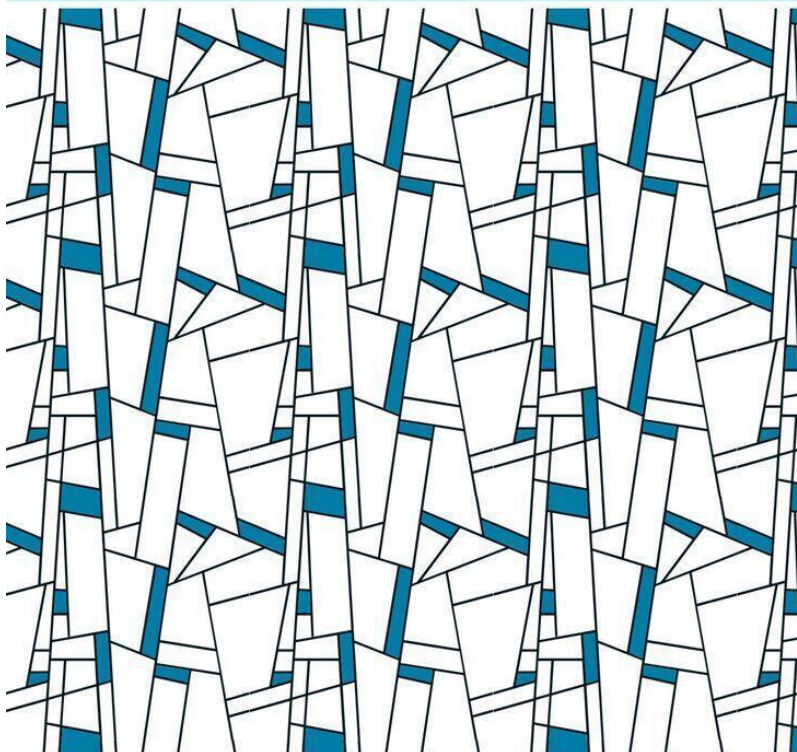


12+

АНАСТАСИЯ ДЕГТЯРЕВА

Химия



Анастасия Дегтярева

Химия

<https://litres.ru/74150927>

ISBN 9785007008846

Аннотация

В книге рассмотрены: периодическая таблица, атом и порядковый номер, красители, лекарственные вещества, радиоактивные вещества и многое другое.

Содержание

Глава 1. Периодическая таблица Элементы в беспорядке	5
Заполнение пробелов	7
Глава 2. Физическая химия Теплота	11
Химическая термодинамика	14
Конец ознакомительного фрагмента.	19

Химия

Анастасия Дегтярева

© Анастасия Дегтярева, 2026

ISBN 978-5-0070-0884-6

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Глава 1. Периодическая таблица Элементы в беспорядке

В начале XIX века количество открытых химических элементов росло стремительно, достигнув 55 к 1830 году, что вызвало вопросы о структуре и количестве элементов.

- Попытки систематизации начались с триад Дёберейнера, где элементы группировались по схожести свойств и атомным весам, но встретили скептицизм среди химиков.

- На Конгрессе в Карлсруэ в 1860 году, благодаря работам Канниццаро, химики пришли к консенсусу относительно атомных весов и важности их использования в классификации элементов.

- Джон Ньюлендс в 1864 году предложил закон октав, согласно которому каждые восемь элементов повторяли свойства предыдущих, но столкнулся с критикой из-за несоответствий.

- Александр Эмиль Бегюйе де Шанкуртуа использовал «винтовой» график для демонстрации сходства элементов, но его работа осталась незамеченной.

- Юлиус Лотар Мейер в 1870 году разработал концепцию атомного объема, которая позволила выявить закономерности в периодичности свойств элементов.

- Дмитрий Менделеев в 1869 году создал первую полно-

ценную Периодическую систему, разбив элементы на периоды и группы по валентности.

- Менделеев применил перестановки элементов и оставил пробелы для будущих открытий, предсказав свойства элементов экабор, экаалюминий и экакремний.

- Ключевым моментом в системе Менделеева стало использование валентности для группировки элементов, что позволило создать более точную и предсказуемую структуру.

- Менделеев смело ставил элементы в порядке валентности, иногда нарушая порядок атомных весов ради соответствия свойств.

- Пустые места в таблице Менделеева были обоснованы необходимостью для будущих открытий, что впоследствии блестяще подтвердилось.

- Благодаря спектроскопии, предсказания Менделеева о новых элементах были подтверждены, что укрепило доверие к его системе.

- Периодическая система Менделеева стала основой для понимания структуры и свойств элементов, а также для прогнозирования новых открытий.

- Система Менделеева отличается от предыдущих подходов точностью и способностью предсказывать свойства ещё не открытых элементов.

- Успех системы Менделеева связан не только с приоритетом публикации, но и с её обоснованностью и предсказательной силой.

Заполнение пробелов

В 1814 г. немецкий оптик Йозеф фон Фраунгофер (1787—1826) испытывал превосходные призмы собственного изготовления. Пропуская луч света сначала через щель, а затем через трехгранные стеклянные призмы, Фраунгофер получил солнечный спектр, пересекаемый рядом темных линий. В конце 50-х годов XIX в. немецкий физик Густав Роберт Кирхгоф (1824—1887), работавший с немецким химиком Робертом Вильгельмом Бунзеном (1811—1899), показал, что эти линии содержат поразительную информацию. Сгорающая в горелке смесь газа и воздуха дает почти бесцветное пламя с достаточно высокой температурой. Когда Кирхгоф помещал в пламя горелки крупинцы различных химических веществ, оно окрашивалось в разные цвета. Таким образом, снимая спектр излучения химического элемента, Кирхгоф как бы снимал «отпечатки пальцев» такого элемента. Получив такую информацию, можно было решить и обратную задачу: опознать элемент, входящий в состав неизвестного вещества. Прибор, используемый для определения элементов описанным способом, получил название спектроскопа. Более того, поскольку как поглощение, так и излучение света обусловлено одними и теми же процессами, протекающими в противоположных направлениях, то пары поглощают излучение с точно теми же длинами волн, ка-

кие наблюдаются в других условиях при испускании излучения. Представлялось весьма вероятным, что темные линии в спектре Солнца обусловлены тем, что испускаемый раскаленной солнечной поверхностью свет поглощают газы более холодной солнечной атмосферы. Пары веществ (химических элементов), находящиеся в атмосфере Солнца, также поглощают свет определенных длин волн, и по положению возникающих темных линий в спектре можно судить, какие элементы находятся в атмосфере Солнца. Именно спектроскоп позволил доказать, что Солнце (а также звезды и межзвездный газ) состоит из элементов, полностью идентичных земным. Этот вывод окончательно разбил утверждение Аристотеля (см. гл. 2), считавшего, что небесные тела состоят из веществ, отличающихся по своей природе от веществ, составляющих Землю. Так, например, если в спектре раскаленного минерала содержатся линии, не принадлежащие известным элементам, то есть основания предполагать, что этот минерал содержит неизвестный элемент. В 1879 г. шведский химик Ларе Фредерик Нильсон (1840—1899) открыл новый элемент и назвал его скандием (в честь Скандинавии). Наконец, в 1886 г. немецкий химик Клеменс Александр Винклер (1838—1904), анализируя серебряную руду, установил, что на долю содержащихся в ней известных элементов приходится только 93% ее веса. Таким образом, в течение пятнадцати лет были открыты все три элемента, предсказанные Менделеевым, причем свойства всех трех элементов на удивле-

ние точно соответствовали свойствам, описанным Менделеевым. На самом деле их было пять, поскольку спустя сорок лет в 1885 г. австрийский химик Карл Ауэр фон Вельсбах (1858—1929) обнаружил, что дидим представляет собой смесь двух элементов, которые он назвал празеодимоминееодимом. Далее, поскольку атомные веса всех редкоземельных элементов очень близки, их следовало поместить в один горизонтальный ряд, другими словами, в один период. В принципе их можно было поместить в шестой период, если предположить, что он длиннее, чем четвертый и пятый, которые в свою очередь длиннее, чем второй и третий периоды. Однако объяснить причины сходства свойств редкоземельных элементов в то время не удалось (это было сделано лишь в 20-х годах XX в., см. гл. 13). Другая группа вновь открытых элементов, о существовании которой во времена Менделеева химики и не подозревали, не вызвала таких затруднений; элементы этой группы прекрасно вписались в периодическую таблицу. При этом он установил, что атомный вес азота меняется в зависимости от источника газа. Шотландский химик Уильям Рамзай (1852—1916) заинтересовался этой проблемой и вспомнил об эксперименте Кавендиша (см. гл. 4), который еще в 1785 г. пытался связать азот воздуха с кислородом; в свое время эта работа не привлекла внимания химиков. Возможно, получаемый из воздуха азот содержит в качестве примеси другой газ, плотность которого выше, и именно поэтому полученный из воздуха азот кажется немно-

го тяжелее, чем есть на самом деле. Это означало, что аргон должен располагаться в периодической таблице где-то возле таких элементов, как сера (атомный вес 32), хлор (атомный вес 35.5), калий (атомный вес 39) и кальций (атомный вес чуть больше 40). В 1895 г. он узнал, что в США из уранового минерала получены пробы газа — предположительно азота. Рамзай повторил эту работу и установил, что в спектре этого газа содержатся линии, которых нет ни в спектре азота, ни в спектре аргона, зато такие же линии наблюдал в солнечном спектре во время солнечного затмения 1868 г. французский астроном Пьер Жюль Сезар Жанссен (1824—1907). В свое время химики почти не обратили внимания на это сообщение: новый элемент был открыт на Солнце, да еще довольно новым, не вполне завоевавшим доверие методом. В 1898 г., осторожно нагревая жидкий воздух в поиске инертных газов, которые, как предполагал Рамзай, будут испаряться первыми, он обнаружил три новых газа. Однако в своих исследованиях, начатых им в 1910 г., французский химик Жорж Клод (1870—1960) показал, что электрический ток, пропускаемый через некоторые газы, подобные неону, вызывает мягкое окрашенное свечение. Практическое применение этого свойства хорошо известно: таким газом можно заполнять трубки, изогнутые в виде букв, слов, фигур и т. п., и уже в 40-х годах нашего столетия улицы больших городов заливал неоновый свет.

Глава 2. Физическая химия

Теплота

В 16 и 18 вв. мир химии и мир физики разделяла четкая граница. Химия изучала процессы, сопровождающиеся изменением молекулярной структуры, в то время как физика изучала такие процессы, которые подобными изменениями не сопровождались. Выдающихся успехов в этой области достигли английский физик Джеймс Прескотт Джоуль (1818—1889) и немецкие физики Юлиус Роберт Майер (1814—1878) и Герман Людвиг Фердинанд Гельмгольц (1821—1894). К 40-м годам прошлого столетия в результате проведенных ими работ стало ясно, что в процессе перехода одной формы энергии в другую энергия не создается и не исчезает. Было показано, что при самопроизвольном переходе теплоты от точки с более высокой температурой к точке с более низкой температурой работа производится только в случае существенной разности температур, ибо часть теплоты неизбежно рассеивается в окружающую среду. В 1850 г. Клаузиус, пытаясь найти соотношение между количеством теплоты в изолированной системе и абсолютной температурой этой системы, ввел термин энтропия. Химикам было также известно, что теплота выделяется и при других химических реакциях, например при нейтрализации кислот ос-

нованиями, и что практически все химические реакции сопровождаются тем или иным тепловым эффектом: выделением теплоты (а иногда и света) или поглощением теплоты (а иногда и света). Тщательно измерив действительное количество теплоты, выделяемой в процессе химических реакций между определенными количествами веществ, Гесс показал, что количество теплоты, получаемой (или поглощаемой) при переходе от одного вещества к другому, всегда одинаково и не зависит от того, с помощью какой химической реакции или сколькими этапами осуществляется этот переход. И действительно, дальнейшие обобщения показали, что законы термодинамики, вероятнее всего, проявляются в химии точно так же, как и в физике. Это направление в экспериментах и в теории привело к выводу, что определенным химическим реакциям, как и физическим процессам, присуще свойственное только им самопроизвольное направление, приводящее к увеличению энтропии. Определив температуру этой воды в конце реакции, можно было установить, какое количество теплоты выделяется в ходе данной реакции. Берглю полагал, что реакции, сопровождающиеся выделением теплоты, являются самопроизвольными, в то время как реакции, сопровождающиеся поглощением теплоты, таковыми не являются. Поскольку каждая реакция, в ходе которой выделяется теплота, должна сопровождаться, если заставить ее идти в обратном направлении, поглощением теплоты (первыми стали придерживаться такой точки зрения

Лавуазье и Лаплас, см. гл. 4), то, следовательно, любая химическая реакция идет самопроизвольно только в одном направлении, и при этом она сопровождается выделением теплоты. В то же время обратная реакция — расщепление воды на водород и кислород — требует затраты энергии (тепловой или, лучше, электрической). Расщепление молекулы воды не является самопроизвольным; в отсутствие энергии расщепление вообще не происходит, и уже начавшаяся реакция тотчас же прекратится, если подачу энергии прервать. Так, например, вещества А и В могут самопроизвольно взаимодействовать и превращаться в вещества С и D, которые в свою очередь могут вновь самопроизвольно образовать вещества А и В. И это несмотря на то, что если какая-либо реакция сопровождается выделением теплоты, то обратная ей реакция должна сопровождаться поглощением теплоты. Он нашел условия, при которых смесь веществ А и В образовывала вещества С и D, а смесь веществ С и D образовывала вещества А и В. Однако и в том, и в другом случае в итоге получалась смесь веществ А, В, С и D, причем соотношение этих компонентов было определенным. Хотя состав смеси оставался скорее всего постоянным, тем не менее Уильямсон считал, что вещества А и В реагируют, образуя вещества С и D, а вещества С и D реагируют, образуя вещества А и В. Обе реакции идут непрерывно, но они нейтрализуют друг друга, создавая иллюзию покоя, тогда как в действительности смесь находится в состоянии динамического равновесия.

Химическая термодинамика

В 1863 г. норвежские химики Като Максимилиан Гульдберг (1836—1902) и Петер Вааге (1833—1900) опубликовали брошюру, в которой излагали свою точку зрения на причины, определяющие направление течения самопроизвольных реакций. Гульдберг и Вааге полагали, что направление реакции определяется не просто массой отдельных веществ, а скорее массой отдельных веществ, приходящейся на данный объем реагирующей смеси, другими словами — концентрацией веществ. В этом случае вещества А и В реагируют быстро, а вещества С и D — медленно, и вскоре количество веществ С и D намного превысит количество веществ А и В, и в состоянии равновесия в смеси преобладают вещества С и D. Взглянув на приведенное выше уравнение, мы скажем, что в этом случае точка равновесия сдвинута «далеко вправо». Но скорость 1 зависит от частоты столкновений молекул А и В, так как только при таком столкновении (и то не всегда) может произойти реакция. В свою очередь скорость 2 зависит от частоты столкновений молекул С и D. Предположим теперь, что к реакционной смеси добавляется дополнительное количество вещества А или В (или того и другого) и что объем смеси при этом не меняется. Концентрация вещества А и В (или того и другого) в этом случае увеличивается, и вероятность столкновения молекул возрастает (по-

добно тому как в час пик, когда автострада забита машинами, вероятность их столкновения намного больше, чем ранним утром, когда машин относительно мало). Точно так же с ростом концентрации вещества С или D (или и С, и D) увеличивается скорость 2. Итак, если к находящейся в состоянии равновесия смеси веществ добавить (или удалить из нее) один из компонентов, равновесие нарушится, и точка равновесия сместится. Закон действия масс Гульдберга и Вааге дал бы химикам, изучающим обратимые реакции, значительно больше, чем гипотеза Бертло, которая к тому же, как мы уже говорили, оказалась не совсем верной, но, к сожалению, Гульдберг и Вааге сначала (1867 г.) опубликовали свою работу на норвежском языке, и она оставалась незамеченной, пока ее в 1879 г. не перевели на немецкий язык [76]. Поскольку обычно самопроизвольные реакции сопровождаются выделением теплоты, то теплосодержание системы при протекании таких реакций уменьшается. Однако в некоторых, хотя и считанных случаях изменение свободной энергии и энтропии бывает таким, что теплосодержание системы увеличивается, и тогда самопроизвольная реакция идет с поглощением энергии. Гиббс применил принципы термодинамики при изучении равновесия между различными фазами (жидкой, твердой и газообразной), входящими в одну и ту же химическую систему. Например, вода как жидкость и как водяной пар (один компонент, две фазы) могут существовать вместе при различных температурах и давлениях,

но если температура задана, то давление также определено. Дело в том, что статьи Гиббса были опубликованы в «Трудах Коннектикутской академии» — издании, совершенно неизвестном ведущим химикам и физикам мира. Катализ (термин, предложенный Берцелиусом в 1835 г.) — изменение скорости химической реакции в присутствии небольших количеств веществ (катализаторов), которые не принимают видимого участия в реакции. Так, в 1816 г. Дэви установил, что порошкообразная платина во много раз ускоряет присоединение водорода к кислороду и к различным органическим соединениям. Однако он не был согласен с выводами автора и, чтобы подкрепить свои возражения, привлек в качестве примера явление катализа. Оствальд указал, что теория Гиббса заставляет предположить, что катализаторы ускоряют реакции, не вызывая изменения в соотношении энергий взаимодействующих веществ. Катализатор, утверждал Оствальд, образует с исходным веществом промежуточное соединение, которое распадается на конечные продукты реакции. Немецкий физик Альберт Эйнштейн (1879—1955) в 1905 г. показал, что это движение может быть обусловлено бомбардировкой частиц молекулами воды, толкающих молекулы то в одну, то в другую сторону. Французский физик Жан Батист Перрэн (1870—1942) провел в 1908 г. необходимые измерения и первым оценил диаметр молекул, а следовательно, и атомов. Датский физико-химик Хендрик Виллен Бакхейс Розебом (1854—1907), как и Оствальд, по до-

стоинству оценил работы Гиббса и всячески (притом весьма успешно) способствовал их популяризации в Европе. Другими словами, если система, находящаяся в состоянии равновесия, подвергается воздействию повышенного давления, то она перестраивается таким образом, чтобы занимаемое ею пространство было как можно меньше, так как давление при этом понизится. Подъем температуры вызывает такие изменения, которые сопровождаются поглощением тепла и, таким образом, понижением температуры и т. д. Как оказалось, химическая термодинамика Гиббса четко объясняла принцип Ле Шателье. Вант-Гофф впервые стал известен в ученом мире благодаря открытию тетраэдрического атома углерода (см. гл. 7), однако впоследствии он занялся физической химией и стал крупнейшим (после Оствальда) авторитетом в этой области химии. Вант-Гофф занимался, в частности, изучением растворов. К 1886 г. ему удалось показать, что поведение молекул растворенных веществ, беспорядочно перемещающихся в массе жидкости, в которой они растворены, описывается примерно теми же правилами, что и поведение газов. В 1889 г. он показал, что, используя характеристики полученного тока, можно рассчитать изменение свободной энергии, обусловленное химической реакцией, в результате которой появляется ток. Свет представляет собой еще одну форму энергии, которая может быть получена в результате химических реакций. Это было показано еще до наступления XIX в., в свою очередь может иници-

ировать химические реакции. В тех местах пластинки, которые подверглись воздействию более яркого света, восстановление происходит быстрее, поскольку мельчайшие кристаллики металлического серебра, образовавшиеся при действии света, служат зародышами, на которые откладывается дополнительное количество серебра при проявлении. Проявленный и отфиксированный негатив после сушки проецируют на поверхность плотной бумаги, как и пленка покрытой светочувствительным слоем на основе соединений серебра. Атом хлора (который намного активнее, чем в составе молекулы) отрывает атом водорода от молекулы водорода и образует молекулу хлорида водорода. Оставшийся атом водорода отрывает атом хлора от молекулы хлора; оставшийся атом хлора отрывает атом водорода от молекулы водорода и т. д. Таким образом, даже незначительное облучение вызывает фотохимическую цепную реакцию, которая протекает со скоростью взрыва и завершается образованием большого количества молекул хлорида водорода.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.