

**Периодический закон  
химических элементов**

**1834 - 1934**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 93  
ББК 63.3  
П27

П27 Периодический закон химических элементов: 1834 - 1934 / – М.: Книга по Требованию, 2014. – 238 с.

**ISBN 978-5-458-24234-9**

8 февраля 1934 г. исполнилось сто лет со дня рождения Дмитрия Ивановича Менделеева, гениального творца периодической системы химических элементов. Государственное химико-техническое издательство в ознаменование этой годовщины выпускает сборник оригинальных статей и отчетов о докладах Д. И. Менделеева, посвященных периодическому закону химических элементов. Весь материал расположен в хронологическом порядке. Таким образом, читатель увидит, как настойчиво и последовательно развивал свою идею Д. И. Менделеев, сильный своей уверенностью в том, что кажущиеся противоречия его системы получают свое разъяснение в процессе накопления новых научных данных и более глубокого изучения химических превращений.

**ISBN 978-5-458-24234-9**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2014

© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2014

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

[www.samizday.ru/reprint](http://www.samizday.ru/reprint)





## От издательства

8 февраля 1934 г. исполнилось сто лет со дня рождения **Дмитрия Ивановича Менделеева**, гениального творца периодической системы химических элементов.

Государственное химико-техническое издательство в ознаменование этой годовщины выпускает сборник оригинальных статей и отчетов о докладах Д. И. Менделеева, посвященных периодическому закону химических элементов.

Весь материал расположен в хронологическом порядке. Таким образом читатель увидит, как настойчиво и последовательно развивал свою идею Д. И. Менделеев, сильный своей уверенностью в том, что кажущиеся противоречия его системы получают свое разъяснение в процессе накопления новых научных данных и более глубокого изучения химических превращений.

Сборник составлен М. П. Дукельским, А. В. Раковским и Ю. Б. Румером.

Москва 1934.

Ответствен. редактор Е. А. Чернов.

Техред Иванов.

Сдано в производство 9/II 1934 г.

ГХТИ № 475

Формат бумаги 62×94.

Подписано к печати 14/IV-1934 г.

Тираж 3000

Колич. бум. лист. 7¼.

Уполномочен. Главлита В-79686

Заказ № 2084

Колич. знаков в бум. листе 101.504.

Индекс X-10-5-49—Авт. л. 18¼.

**ОПЫТ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВ,  
ОСНОВАННОЙ НА ИХ АТОМНОМ ВЕСЕ И ХИМИЧЕСКОМ  
СХОДСТВЕ**

*Разослано Д. И. Менделеевым в феврале 1869 г. некоторым  
из химиков*

		Ti = 50	Zr = 90	? = 180		
		V = 51	Nb = 94	Ta = 182		
		Cr = 52	Mo = 96	W = 186		
		Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4		
		Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198		
		Ni = Co = 59	Pd = 106,6	Os = 199		
		Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200		
H = 1		Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
		B = 11	Al = 27,4	? = 68	Ur = 116	Au = 197?
		C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
		N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
		O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?	
		F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	J = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204	
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207	
		? = 45	Ce = 92			
		?Er = 56	La = 94			
		?Yt = 60	Di = 95			
		In = 75,6	Th = 118?			

## СООТНОШЕНИЕ СВОЙСТВ С АТОМНЫМ ВЕСОМ ЭЛЕМЕНТОВ

*Сообщение, сделанное от имени Д. И. Менделеева Н. А. Меншуткиным Русскому химическому обществу 6 марта 1869 г. «Журнал Русского химического общества», т. I, стр. 60—77, 1869.*

Систематическое распределение элементов подвергалось в истории нашей науки многим разнообразным превращениям. Наиболее распространенное разделение их на металлы и металлоиды опирается как на физические различия, замечаемые между многими простыми телами, так и на различия в характере окислов и соответственных им соединений. Но то, что казалось при первом знакомстве с предметом ясным и абсолютным, то при ближайшем знакомстве с ним совершенно потеряло свое значение. С тех пор как стало известно, что один элемент, как например фосфор, может являться и в состоянии металлоида, и в металлическом виде, стало невозможным опираться на различия в физических признаках. Образование основных и кислотных окислов не представляет также рочательства, сколько либо точного, по той причине, что между резко основными и кислотными окислами существует ряд окислов переходных, куда например должно отнести окислы висмута, сурьмы, мышьяка, золота, платины, титана, бора, олова и многих других. Притом аналогия соединений таких металлов, как висмут, ванадий, сурьма и мышьяк, с соединениями фосфора и азота; теллура с селеном и серой; так же как кремния, титана и циркония с оловом — не позволяет уже ныне строго держаться в разделии простых тел различия между металлами и металлоидами. Исследования металлоорганических соединений, показавшие, что сера, фосфор и мышьяк образуют соединения совершенно того же разряда, как и ртуть, цинк, свинец и висмут, служат еще более ясным подтверждением справедливости предыдущего заключения.

Те системы простых тел, которые основаны на отношении их к водороду и кислороду, представляют также много

шаткого, заставляют отрывать члены, несомненно представляющие великое сходство. Висмут не соединен до сих пор с водородом, как сходственные с ним элементы; азот, сходный с фосфором, образует чрезвычайно непрочные окислы и не окисляется прямо, в противоположность фосфору. Иод и фтор ясно различаются между собою тем, что первый соединяется с кислородом весьма легко, с водородом очень трудно, а последний не соединен до сих пор с кислородом, вытесняет последний, а с водородом образует очень прочное вещество. Магний, цинк и кадмий, составляющие столь естественную группу простых тел, относятся по этой системе к разным группам так же, как медь и серебро. Таллий поэтому оторвался от сходственных с ним щелочных металлов, свинец от сходственных с ним бария, стронция и кальция; даже самые естественные группы простых тел, палладий, родий и рутений, с одной стороны, и осмий, иридий и платина, с другой, должны быть в этом отношении поставлены далеко друг от друга.

Распределение элементов по их электрохимическому порядку история химии отнесла к столь же мало удачным попыткам, как и те, какие были сделаны для распределения по их относительному сродству. При столь разнообразных отношениях, какие существуют между простыми телами, нельзя и думать систему их представить в виде одного непрерывного ряда, потому что отношения тел бывают чрезвычайно разнообразны.

Притом, распределяя тела по сродству или по электрическому порядку, невольно упускают из вида обратность реакций, составляющую существенное свойство химических отношений. Если цинк разлагает воду, то и водород разлагает окись цинка. Хлор вытесняет кислород, но и кислород то же делает с хлором, что видим в самом получении хлора, которое состоит в окислении хлористого водорода. Это совершенно ускользает от внимания тех, кто стремится распределить элементы в непрерывный ряд.

Наконец в последнее время большинство химиков склоняется повидимому достигнуть точного распределения элементов на основании их атомности. В самом принципе этого направления существует много шаткого. Вызвано это учение исследованием органических и особенно металлоорганических соединений, применимостью к ним закона четных паев, общего понятия о пределе химических соединений и стремлением обойти гибкое учение о типах. Эти отношения неприменимы или мало применимы к соединениям других элементов; так например азот образует уже многие нечетнопайные соединения, так же как и

ртуть. Такие элементы, как ванадий, молибден и вольфрам, марганец, хром, уран, мышьяк, сурьма и элементы платиновой группы, образуют соединения различной атомности, столь характерные и так мало похожие на то представление, которое мы получаем при знакомстве с органическими соединениями, что нет возможности, по крайней мере в настоящее время, и думать применить к пониманию соединений этих элементов строгое понятие об их атомности. Для алюминия вовсе неизвестно соединений, заключающих 1 атом этого элемента, для меди и ртути соединения закиси, где эти элементы суть одноатомные, представляют во многих отношениях более прочные соединения, чем соединения, отвечающие окиси, так что эти элементы подобно серебру в солях закиси суть элементы одноатомные, тогда как в солях окиси они суть элементы двухатомные. Свинец по его металлоорганическим соединениям оказывается четырехатомным, тогда как его минеральные соединения заставляют считать его двухатомным; иод в некотором смысле есть элемент трехатомный, фосфор трех- и пятиатомен. При определении атомности элемента приходится делать вывод о ней на основании частичного состава произвольно избранных соединений. Если избрать например для меди двуххлористую медь как предельное соединение, то оказывается, что предельное соединение меди есть тело очень непрочное, легко дающее соединение неопредельное — полухлористую медь, где медь есть элемент одноатомный. Если же избрать высшие, даже мало прочные соединения, как такие, по которым определяется атомность, то можно даже сомневаться в атомности водорода, потому что в перекиси водорода находится соединение 1 атома водорода с 1 атомом кислорода, как и в окиси меди или ртути. Тогда мышьяк, фосфор и азот, сурьму и пр. должно признать за элементы пятиатомные и даже семиатомные, иод (по соединениям с хлором) нужно будет признать элементом трех- или пятиатомным, а может быть еще и высшей атомности. Тогда атомность таких элементов, как марганец и алюминий, окажется почти невозможным установить. Марганцевокалиевая соль, аналогическая с хлорнокалиевой солью, до того может влиять на решение вопроса об атомности, что или марганец окажется элементом одноатомным, как хлор, или хлор надо будет считать элементом двух-, четырех- или шестиатомным, как марганец.

Если принять, что кислородные соединения не могут служить руководящим принципом для определения атомности элементов, потому что кислород, по понятиям этого учения, может при-

соединяться к телам в неопределенно большом количестве (так как может быть втиснут между каждым двумя элементами), тогда окажутся совершенно неразъяснимыми: атомность многих элементов; та аналогия, которая установлена в минеральной химии между соответственными соединениями хлора и кислорода; то обстоятельство, что присоединение кислорода имеет свою определенную границу, что мы видим в образовании многих кислородных солей, заключающих обыкновенно не более 4 паев кислорода (например хлорные соли,  $MClO^4$ , сернокислые соли,  $M^2SO^4$ , фосфорнокислые соли,  $M^3PO^4$ , соли мышьяковые, молибденовые, вольфрамовые, хромовые, марганцевые и целого ряда других кислот); станет непонятным то обстоятельство, что нередко кислородные соединения с меньшим количеством кислорода менее постоянны, чем те, которые содержат более кислорода, как например в кислородных соединениях хлора, марганца и т. д. Справедливость мнения о шаткости принципа атомности элементов в применении к системе элементов очевидна из того, что поныне не выработалось ни одной строгой системы в этом отношении, а также из того, что при этой системе такие элементы, как кремний и бор, должны быть далеко удалены друг от друга, как серебро, медь и ртуть, сурьма и висмут, таллий и цезий. Закон же четных паев, составляющий столь важную опору при изучении всех органических соединений, оказывается далеко не общим и может быть, по моему мнению, сравнен с законом симметрии кристаллических форм. В большинстве таких форм — каждой кристаллической плоскости имеется соответственная параллельная. Можно было бы из этого заключить, что не могут являться формы, в которых нет таких параллельных плоскостей; но однако такие формы при ближайшем знакомстве с предметом существуют: в тетраэдре есть симметрия, несмотря на отсутствие параллельных плоскостей. То же самое можно отнести и до числа паев. Четное число паев известных элементов будет представлять случай очевидной и явственной симметрии; отсутствие четности в числе элементов будет представлять более редкое явление, подобное случаям гемидрии. Что же касается до того видоизменения учения об атомности элементов, которое признает возможность перемены в этой атомности, то оно может служить только, как лучшее доказательство несостоятельности этого учения. Если углерод может быть четырех- и двухатомным, медь и ртуть могут быть двухатомными и одноатомными; если фосфор может быть пяти-, трех-, двухатомным, то отчего же не допустить, что самые водород и хлор

не могут быть одно-, двух-, трех- и т. д. атомными и тогда конечно не явится никакого затруднения в объяснении существования и строения какого угодно соединения, но зато не предоставится и никакой твердости в суждениях.

Таким образом в настоящее время нет ни одного общего принципа, выдерживающего критику, могущего служить опорой при суждении об относительных свойствах элементов и позволяющего расположить их в более или менее строгую систему. Только относительно некоторых групп элементов не существует сомнения, что они образуют одно целое, представляют естественный ряд сходственных проявлений материи. Таковы группы: галоидов, металлов щелочных земель, группа азота и отчасти серы, спутников платины, спутников церия да немногие другие. Существуют уже многочисленные попытки открыть законность в тех отношениях какие замечаются в рядах элементов, принадлежащих к одной группе. Так например неоднократно проводилась параллель между литием, калием и натрием, с одной стороны, кальцием, стронцием и барием, хлором, иодом и бромом, с другой стороны; кислородом, серою, селеном и теллуrom, азотом, фосфором, мышьяком и сурьмою. Кремерс даже стремился и с большим успехом в некоторых случаях открыть отношение между членами этих групп, так например он составляет следующие ряды:

Литий, Натрий, Калий,  
Магний, Цинк, Кадмий,  
Кальций, Стронций, Барий.

Но такого рода отношения представлялись и представляются до сих пор нашему уму, как некоторые отрывочные сведения, не ведущие к полной системе элементов, а только оправдывающие распределение их по естественным группам. Открытие таких элементов, как рубидий, цезий и таллий, вызвало сомнение в том, что наши сведения об элементарных телах весьма ограничены, и попытка их системы преждевременна, пока не появится гипотетическое основание, могущее служить опорой для строгой системы. Исследования о кратности атомных весов служили не раз, особенно для Дюма, Петтенкофера, Соколова и других, поводом к указанию численных отношений между атомными весами элементов, составляющих одну группу, но, насколько мне известно, не послужили для систематического распределения всех известных элементов. Мне известна только одна попытка Ленссена (Анналы Либиха 1857 г., т. 103 и 104) удовлетворить этому есте-

ственному требованию. Но его система триад простых тел страдает некоторою шаткостью, потому что в основании ее не лежит прочного начала. Ленссен старается опереться в триадном распределении элементов на их отношения по величине паев (в каждой триаде пай среднего элемента равен полусумме паев крайних элементов, как у Кремерса и др.), также на химическом сходстве и на окрашивании их соединений, но сопоставления последнего рода колеблются теми различиями, которые замечаются в цвете кобальтовых, хромовых, медных и многих других соединений, смотря по условиям, в которые они поставлены, и соединениям, в которых находятся. Однако в системе Ленссена замечаются естественные группы, часто весьма согласные с нашими общими понятиями; таковы например группы: калия, натрия и лития; бария, стронция и кальция; магния, цинка и кадмия; серебра, свинца и ртути; серы, селена и теллура; фосфора, мышьяка и сурьмы; осмия, платины и иридия; палладия, рутения и родия; вольфрама, ванадия и молибдена; тантала, олова и титана и др., но кремний, бор и фтор; кислород, азот и углерод; хром, никель и медь; бериллий, циркон и уран едва ли могут быть поставлены в одной группе, как это делает Ленссен. В его системе притом проглядывает стремление подчинить естественную группировку элементов тройственности, которая едва ли согласна с естественностью и с тем, что мы не имеем уверенности в законченности ряда простых тел, нам известных. Для вновь открываемых элементов в его системе если и найдется место, то сопряженное с расстройством группы, считающейся замкнутой и законченной.

Предприняв составление руководства к химии, названного «Основы химии», я должен был остановиться на какой-нибудь системе простых тел, чтобы в распределении их не руководствоваться случайными, как бы инстинктивными побуждениями, а каким-либо определенно точным началом. Выше мы видели почти полное отсутствие численных отношений в составлении систем простых тел; а всякая система, основанная на точно наблюдаемых числах, конечно будет уже в том отношении заслуживать предпочтения перед другими системами, не имеющими численных опор, что в ней останется мало места произволу. Числовые данные, относящиеся до простых тел, в настоящее время ограничены. Если физические свойства некоторых и определены с достоверностью, то это относится только до весьма небольшого числа элементарных тел. Такие свойства, как например оптические и даже электрические и магнитные, конечно не могут по-

служить опорой для системы, потому что одно и то же тело может представлять в этом отношении различия громадные, смотря по тому состоянию, в котором оно находится. Достаточно припомнить в этом отношении графит и алмаз, обыкновенный и красный фосфор, кислород и озон. Плотность в парообразном состоянии, определяющая вес частицы простых тел, не только неизвестна для большинства их, но и подвергается изменениям, совершенно сходным с теми полимерными изменениями, какие мы замечали для сложных тел. Кислород и сера представляют тому несомненные доказательства, а отношение между азотом, фосфором и мышьяком — новое подтверждение, потому что эти сходные элементы имеют веса частиц  $N^2$ ,  $P^4$  и  $As^4$ , между собою неодинаковые по числу атомов. С полимерным же превращением простого тела несомненно должна быть связана и перемена множества его свойств. Нельзя быть уверенным, что для какого-либо элемента, например хотя бы для платины, не будет известно другого состояния, и место данного элемента в системе по его физическим свойствам тогда должно быть переименовано. А между тем всякий из нас понимает, что при всей перемене в свойствах простых тел в свободном их состоянии не что остается постоянным и при переходе элемента в соединение это не что — материальное и составляет характеристику соединений, заключающих данный элемент. В этом отношении поныне известно только одно числовое данное, это именно атомный вес, свойственный элементу. Величина атомного веса по самому существу предмета есть данное, относящееся не к самому состоянию отдельного простого тела, а к той материальной части, которая обща и свободному простому телу и всем его соединениям. Атомный вес принадлежит не углю и алмазу, а углероду. Способ, которым Жерар и Канницаро определили атомные веса элементов, основывается на таких незыблемых и несомненных приемах, что для большинства тел, в особенности для тех простых тел, которых теплоемкость в свободном состоянии уже определена, не настало сомнения в атомном весе элемента, как это было несколько лет тому назад, когда атомный вес столь часто смешивался с эквивалентом и определялся на основании разнородных, часто противоположных начал.

Вот по этой-то причине я и старался основать систему на величине атомного веса элементов.

Первая проба, сделанная в этом отношении, была следующая: я отобрал тела с наименьшим атомным весом и расположил их по порядку величины их атомного веса. При этом оказалось,