

М. М. Левицкий

ДОБРО
ПОЖАЛОВАТЬ
В ЖИЗНЬ!



М. М. Левицкий

**ДОБРО ПОЖАЛОВАТЬ
В ХИМИЮ!**



Москва
БИНОМ. Лаборатория знаний

УДК 54
ББК 24
Л37

Левицкий М. М.

Л37 Добро пожаловать в химию! / М. М. Левицкий. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 190 с. : ил., [8] с. цв. вкл.

ISBN 978-5-9963-0624-4

Эта книга в первую очередь будет интересна тем, кто с химией почти не знаком. Химия многих отпугивает из-за сложных химических формул. На самом деле, вначале разбираться в них совсем не обязательно. Самое интересное в химии не формулы, а вещества, то, как они себя ведут, и что можно из них сделать. Читатель узнает много интересного о химических элементах, из которых состоит окружающий нас мир, ведь история их открытия и получения полна увлекательных и драматических событий. Он потренируется в решении забавных задач — это особенно приятно, когда рядом дана подсказка, а потом и правильный ответ. Наконец, сможет поучаствовать в развлечениях, связанных с шутивными таблицами Менделеева.

Для школьников старших классов, студентов, учителей химии и преподавателей дополнительного образования.

**УДК 54
ББК 24**

16+

Научно-популярное издание

Левицкий Михаил Моисеевич

ДОБРО ПОЖАЛОВАТЬ В ХИМИЮ!

Ведущий редактор канд. хим. наук *Д. К. Новикова*

Ведущий методист *А. А. Елизаров*

Художник *И. Е. Марев*. Художественный редактор *Н. А. Новак*

Технический редактор *Е. В. Денюкова*. Корректор *Е. Н. Клитина*

Компьютерная верстка: *Н. Ю. Федоровская*

Подписано в печать 23.05.13. Формат 70×100/16.

Усл. печ. л. 15,60. Тираж 1000 экз. Заказ

Издательство «БИНОМ. Лаборатория знаний»

125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3

Телефон: (499) 157-5272, e-mail: binom@Lbz.ru, <http://www.Lbz.ru>

Оглавление

Глава 1. ДРАМАТИЧЕСКАЯ СУДЬБА	
ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ	5
Борьба за дефицитный элемент.	6
Соперничество тория и церия	9
Уран и радий. Бег наперегонки	12
Каждый элемент незаменим.	22
Новый элемент открыть не так-то просто	43
Состязание химических элементов	56
Глава 2. ОТ АТОМОВ К МОЛЕКУЛАМ	62
Тренируем воображение	63
Химия вдохновляет	65
Порох шагает по столетиям	83
Клетка становится нитью	94
Заменим связи спичками	98
Соединяющие и разводные мостики	108
От Космоса до колбы	113
Глава 3. РАЗМЫШЛЕНИЯ И ОПЫТЫ	120
Наблюдать и рассуждать	120
Трудно быть первопроходцем.	130
Алхимия и её заслуги	137
Глава 4. ХИМИЧЕСКИЕ УЛЫБКИ	148
Каждому — свою таблицу элементов	149
Ступени славы	166
Любой элемент получить не сложно.	173
Для химика нет запретных тем.	177
Элементы предсказывают судьбу.	179
Почувствуем эпоху	188

Э

та книга в первую очередь будет интересна тем, кто с химией почти не знаком. Химия многих отпугивает, потому что кажется, будто бы надо сразу уметь разбираться в сложных химических формулах. Однако вначале это совсем не обязательно. Самое интересное в химии — не формулы, а вещества, то, как они себя ведут и что можно из них сделать. При чтении книги — единственное, что будет полезным, — это держать перед собой таблицу Д.И. Менделеева. Её строгое научное название — «Периодическая система элементов Д.И. Менделеева». Для химиков эта таблица — то же, что для математиков — таблица умножения. Приятное отличие их друг от друга состоит в том, что таблицу Менделеева не надо учить наизусть. Заглядывая в неё время от времени, вы постепенно запомните, как пишут символы химических элементов, при чтении некоторых разделов книги это очень пригодится.

Некоторые главы содержат занимательные, как правило логические, задачи из бытовой практики, для решения которых не требуется проводить сложные вычисления, а необходима только сообразительность. Дополнительно приведены подсказки, помогающие решить задачу, затем дано само решение. Эти задачи научат нестандартно мыслить. Кроме того, они могут заинтересовать также и тех читателей, кто далёк от химии.

Оглавление

Глава 1. ДРАМАТИЧЕСКАЯ СУДЬБА	
ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ	5
Борьба за дефицитный элемент.	6
Соперничество тория и церия	9
Уран и радий. Бег наперегонки	12
Каждый элемент незаменим.	22
Новый элемент открыть не так-то просто	43
Состязание химических элементов	56
Глава 2. ОТ АТОМОВ К МОЛЕКУЛАМ	62
Тренируем воображение	63
Химия вдохновляет	65
Порох шагает по столетиям	83
Клетка становится нитью	94
Заменим связи спичками	98
Соединяющие и разводные мостики	108
От Космоса до колбы	113
Глава 3. РАЗМЫШЛЕНИЯ И ОПЫТЫ	120
Наблюдать и рассуждать	120
Трудно быть первопроходцем.	130
Алхимия и её заслуги	137
Глава 4. ХИМИЧЕСКИЕ УЛЫБКИ	148
Каждому — свою таблицу элементов	149
Ступени славы	166
Любой элемент получить не сложно.	173
Для химика нет запретных тем.	177
Элементы предсказывают судьбу.	179
Почувствуем эпоху	188

Глава 1

Драматическая судьба химических элементов

Счастье — это улыбка судьбы,
а судьба на улыбки скупа.

Профессор-медик И.Н. Шевелёв

Все окружающие нас вещества состоят из мельчайших частиц — молекул, которые, в свою очередь, состоят из атомов. Не будем пока выяснять, как устроены атомы; главное, что это тот материал, из которого «построен» весь окружающий мир. Атомы различаются массой, каждый из них имеет общепринятое название и обозначение в виде буквенного символа, который указан в таблице Д.И. Менделеева. Если вещество «собрано» из атомов одного типа (т. е. атомов, имеющих одинаковую массу), то такое вещество называют простым. Например, в окружающем нас воздухе присутствуют азот и кислород; и то, и другое — простые вещества.

Химический элемент — это и есть конкретный атом, ему присвоены общепринятые название и буквенное обозначение. Далее для удобства простое вещество, состоящее из атомов одного типа, будем также называть элементом.

С момента возникновения нашей планеты химические элементы вели своё размеренное существование в соответствии с химическими законами и теми условиями, в которые их поставили различные геохимические процессы. Судьба многих химических элементов заметно изменилась, когда в их «спокойную жизнь» постепенно начала вмешиваться цивилизация.

Борьба за дефицитный элемент

Дефицит есть узкое место широкого потребления.

Украинский писатель Л.С. Сухоруков

Химический элемент *сера* имеет в таблице Менделеева порядковый номер 16. Зная этот номер, вы легко найдёте серу в таблице среди других элементов: этот номер находится в верхней части той ячейки, где расположен сам элемент. В настоящее время порядковый номер химического элемента всё чаще записывают в виде нижнего индекса перед буквенным символом элемента: ${}_{16}\text{S}$. Именно такого порядка и будем придерживаться далее.

Сера представляет собой жёлтые хрупкие кристаллы или жёлтое порошкообразное вещество. Она известна людям с древнейших времен: её не требовалось выделять из различных соединений, поскольку была доступна *самородная (природная) сера*, т. е. сера, встречающаяся в природе в чистом виде, а не в составе химических соединений. Во многих случаях она появилась в результате деятельности вулканов.

В XIX веке повышенный спрос на серу определялся тем, что она входила в состав чёрного (дымного) пороха. Постепенно, с развитием химической промышленности, потребность в сере стала возрастать. Уровень химической индустрии каждой страны долгое время оценивали по объёму производства серной кислоты, в состав которой входит сера. Эта кислота представляет собой настоящий фундамент промышленной химии. С её неперменным использованием связано производство удобрений, красителей, химических волокон, моющих средств и взрывчатых веществ. Серную кислоту широко применяют в нефтяной, текстильной, кожевенной промышленности и в промышленном органическом синтезе, но наиболее востребована она в производстве минеральных удобрений.

Первое время основным сырьевым источником производства серной кислоты была самородная сера. При её сжигании образовывался диоксид

серы (соединение серы с кислородом), из которого и получали серную кислоту. Наиболее крупные запасы серы находились на острове Сицилия (Италия). Серу покупали все страны Европы, а если по каким-либо причинам мирная торговля не могла наладиться, то в ход шли угрозы. Поэтому



Серный колчедан (пирит)

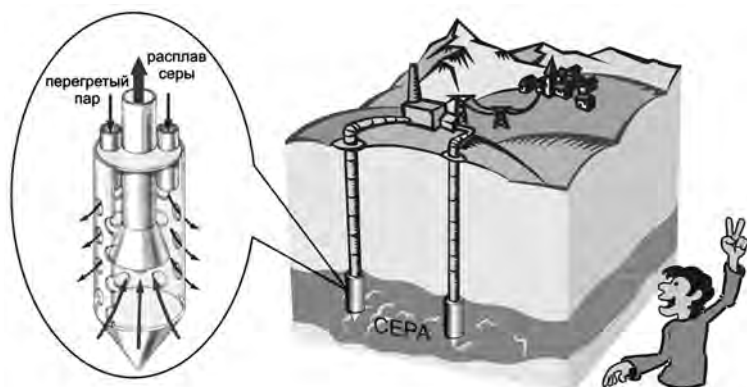
вдоль берегов Сицилии часто курсировали иностранные корабли, обычно представлявшие «владычицу морей» Великобританию (в России её чаще называют Англией, хотя Англия — только часть Великобритании).

Так продолжалось многие годы — до тех пор, пока самородная сера была основным сырьём для получения серной кислоты. Однако в 1828 году химики предложили вместо серы использовать *серный колчедан* (соединение серы с железом), очень распространённый минерал, часто образующий сверкающие золотистые кристаллы с металлическим блеском. Его второе название — «пирит» (греч. *pyrites* — огонь) — связано с тем, что при ударе по нему куском стали высекаются искры. При обжиге пирита на воздухе образовывался диоксид серы, который шел на получение серной кислоты.

Распространённость минерала — важное свойство, но не решающее. Необходимо было найти крупные залежи серного колчедана, разработка которых была бы экономически оправдана. В 1856 году были обнаружены громадные запасы этого минерала на берегах Испании. Так как серный колчедан намного проще было добывать и перевозить, чем самородную серу, он стал очень сильным соперником самородной серы в борьбе за рынок, и с этого времени английский флот начал курсировать уже у берегов Испании. Англия даже в те годы отчётливо понимала, что мощная держава не может обойтись без развитой химической индустрии.

В самый разгар борьбы стало понятно, что самородная сера не выдержит соперничества, поскольку её запасы быстро истощались. Однако к этому моменту пришла поддержка с неожиданной стороны: крупные запасы самородной серы были обнаружены в Северной Америке. Сложность состояла в том, что сера залежала на сравнительно большой глубине — 200–300 м. Проблему сумел решить американский инженер Г. Фраш. Он предложил выплавлять серу из глубинных слоев под действием струи перегретого пара (температура плавления серы немного ниже 120 °С), при этом сера





буквально выливалась на поверхность земли. Такой удобный и изящный способ лёг в основу новой технологии.

В результате рабочие Сицилии, занятые на добыче самородной серы, подверглись риску остаться без работы, а у Испании появился мощный конкурент — Северная Америка. Испания решила не уступать рынок самородной сере. Она сделала большие капиталовложения в производство и существенно механизировала добычу серного колчедана, в результате чего он стал дешевле, т. е. экономически более выгодным в качестве источника серы.

Химия как наука часто доказывала, что умеет решать одну и ту же задачу разными способами. Оказалось, что в качестве источника серы можно использовать сульфаты — соли серной кислоты, например сульфат кальция (гипс), запасы которого в природе исключительно велики.

С развитием индустрии появились новые источники серы, даже такие, которые когда-то рассматривали как нежелательные примеси. Например, сероводород — соединение серы с водородом — содержится в заметном количестве в природном газе некоторых месторождений (Астраханского, Оренбургского). Его присутствие вызывает коррозию трубопроводов, а при сгорании этого газа образуется диоксид серы — соединение серы с кислородом, загрязняющий атмосферу. Разработка процесса получения серы из сероводорода позволила решить сразу две задачи: добычу серы и очистку природного газа.

В последние годы основным источником серы становятся отходящие газы цветной металлургии и газы, образующиеся при коксовании каменного угля. Они содержат заметное количество диоксида серы. В этом случае улавливание токсичного диоксида серы также позволяет решить важную экологическую проблему — обезвреживание отходящих газов.

Можно полагать, что удивительная история серы как главного компонента серной кислоты не дописана до конца и, возможно, скоро будут найдены её новые источники и способы превращения в серную кислоту — главный продукт химической индустрии.

Подробнее о свойствах серы и серной кислоты, а также других веществах и соединениях вы можете прочесть в учебниках Д.М. Жилина «Химия» для 8 и 9 классов, отмеченных в номинации «Лучшая учебная книга» в 2011 году (изд-во «БИНОМ. Лаборатория знаний»).

Соперничество тория и церия

Соперничество — пища для гения.

*Французский писатель
и философ-просветитель*

Вольтер (Мари Франсуа Аруэ) (1694–1778)

В XIX веке электричество практически не применяли в быту, и основным источником света в вечернее и ночное время было газовое освещение. Газ, получаемый при коксовании каменного угля, содержал водород, метан и незначительное количество паров бензола. При горении такой смеси пламя давало очень низкую освещённость.

В 1885 г. австрийский учёный-изобретатель К. Ауэр фон Вельсбах обнаружил, что если в пламя горелки ввести соли тория — ${}_{90}\text{Th}$ (напомним, *нижний* цифровой индекс *перед* буквенным символом элемента указывает его порядковый номер элемента в таблице Менделеева), то они при температуре газового пламени очень быстро нагреваются до состояния белого каления и испускают яркий белый свет. Учёный понял, что у него в руках оказался замечательный способ превращать часть тепловой энергии горелки в световую. Но его идея никого не воодушевила, поскольку торий — весьма редкий элемент (содержание в земной коре $8 \cdot 10^{-4} \%$), и его практическое использование для массового освещения казалось неосуществимым. Однако Ауэр фон Вельсбах был весьма энергичным человеком, он не пожелал отказываться от замечательного открытия. Вскоре на берегу Атлантического океана в Бразилии был найден подходящий источник тория. Это был минерал *монацит*, представлявший собой смесь фосфатов церия ${}_{58}\text{Ce}$, лантана ${}_{57}\text{La}$ и тория ${}_{90}\text{Th}$ (фосфаты — соли фосфорной кислоты). Содержание тория в нём было менее 10%, зато добыча не составляла никакого труда — по существу, минерал лежал прямо на берегу. Тысячи тонн этого минерала стали отправлять на океанских кораблях из Бразилии в Европу на переработку. Вслед за тем залежи столь необходимого монацита были найдены в США и Индии, а также на островах Цейлон и Мадагаскар.

Попутно была разработана своеобразная технология, позволявшая помещать соединения тория в горелку: из лёгкой пропитанной солями тория ткани изготавливали колпачки, затем волокна ткани осторожно выжигали и получали лёгкую скорлупку, которую располагали в пламени газовой горелки. Такие колпачки по имени их создателя стали называть *ауэровскими*. Газовое освещение изменилось коренным образом, вместо желтоватого неровного пламени газового рожка появился источник



яркого белого света. Производство ауэровских колпачков в отдельные годы достигало 300 млн штук.

Позже такие колпачки стали источником своеобразного развлечения. Всё дело в том, что торий обладает малой *радиоактивностью**. Если колпачок на некоторое время поместить на фотопластинку, находящуюся в чёрном конверте, а затем её проявить, то можно получить отчётливую «фотографию» колпачка без использования фотоаппарата. Фактически торий был первым радиоактивным элементом, появившимся буквально в каждом доме. Угрозы для здоровья из-за малости радиоактивности он не представлял.

Постепенно на фабриках по производству ториевых солей стали возникать осложнения из-за того, что накапливалось слишком большое количество отходов солей церия, который составлял основную долю в монаците. Горы этих отходов скапливались на фабричных дворах и долгое время были никому не нужны. Однако спустя 25 лет после триумфа ауэровских колпачков ситуация резко изменилась, газовое освещение стало повсюду вытесняться электрическим, и потребность в тории резко снизилась. Зато нашлось неожиданное применение «бездействовавшему» ранее церию. Оказалось, что сплавы церия с железом обладают интересным свойством: при ударе кусочка такого сплава о шероховатую стальную поверхность высекаются очень горячие искры (с температурой до 200 °С). Такие искры легко воспламеняли вату, паклю и, главное, бензин. В результате возникли зажигалки с широко известными «кремешками». Вначале это были бензиновые, а позже газовые зажигалки, которые начали успешно вытеснять спички.

В настоящее время наиболее употребимыми стали пьезоэлектрические источники искры в зажигалках. Церий же успел найти себе иное применение — для изготовления трассирующих боеприпасов, а также в

* Радиоактивность — способность ядер некоторых элементов распадаться, при этом происходит испускание элементарных частиц.

[. . .]

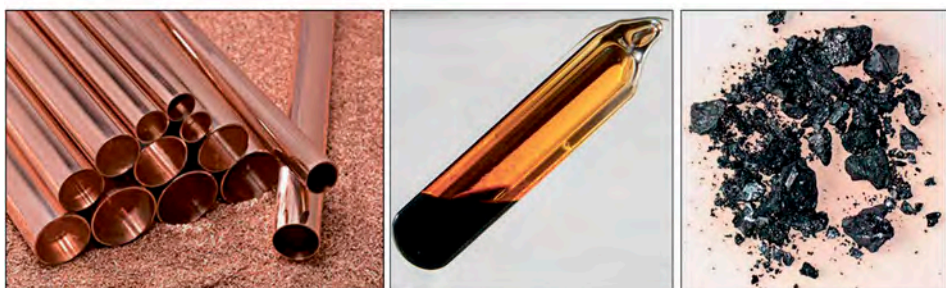


F

Cl

S

Au



Cu

Br

I



P (белый)

P (красный)

P (чёрный)

Рис. 1

Периоды	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																					
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII														
1	1 H водород 1,008																			2 He гелий 4,003		
2	3 Li литий 6,941	4 Be бериллий 9,0122	5 B бор 10,811	6 C углерод 12,011	7 N азот 14,007	8 O кислород 15,999	9 F фтор 18,998													10 Ne неон 20,179		
3	11 Na натрий 22,989	12 Mg магний 24,312	13 Al алюминий 26,981	14 Si кремний 28,086	15 P фосфор 30,974	16 S сера 32,064	17 Cl хлор 35,453													18 Ar аргон 39,948		
4	19 K калий 39,102	20 Ca кальций 40,08	21 Sc скандий 44,956	22 Ti титан 47,88	23 V ванадий 50,941	24 Cr хром 51,996	25 Mn марганец 54,938	26 Fe железо 55,849	27 Co кобальт 58,933	28 Ni никель 58,7										35 Kr криптон 83,8		
5	29 Cu медь 63,546	30 Zn цинк 65,37	31 Ga галлий 69,723	32 Ge германий 72,59	33 As мышьяк 74,922	34 Se селен 78,96	35 Br бром 79,904														54 Xe ксенон 131,3	
6	37 Rb рубидий 85,468	38 Sr стронций 87,62	39 Y иттрий 88,906	40 Zr цирконий 91,224	41 Nb ниобий 92,906	42 Mo молибден 95,94	43 Tc технеций 99	44 Ru рутений 101,07	45 Rh родий 102,905	46 Pd палладий 106,4											86 Rn радон [222]	
7	47 Ag серебро 107,868	48 Cd кадмий 112,41	49 In индий 114,82	50 Sn олово 118,69	51 Sb сурьма 121,75	52 Te теллур 127,6	53 I йод 126,905															
8	55 Cs цезий 132,905	56 Ba барий 137,33	57-71 лантаноиды	72 Hf гафний 178,49	73 Ta тантал 180,948	74 W вольфрам 183,85	75 Re родений 186,207	76 Os осмий 190,23	77 Ir иридий 192,22	78 Pt платина 195,08												
9	79 Au золото 196,967	80 Hg ртуть 200,59	81 Tl таллий 204,37	82 Pb свинец 207,19	83 Bi висмут 208,98	84 Po полоний [210]	85 At астат [210]															
10	87 Fr франций [223]	88 Ra радий [226]	89-103 актиноиды	104 Rf резерфордий [261]	105 Db дубний [262]	106 Sg сиверсий [263]	107 Bh борий [262]	108 Hn ханей [265]	109 Mt мейтнерий [266]	110												

Л А Н Т А Н О И Д Ы

57 La лантан 138,905	58 Ce церий 140,908	59 Pr прозерий 140,908	60 Nd неодим 144,24	61 Pm прометий [145]	62 Sm самарий 150,4	63 Eu европий 151,96	64 Gd гадолиний 157,25	65 Tb тербий 158,906	66 Dy диспрозий 162,5	67 Ho гольмий 164,93	68 Er эрбий 167,26	69 Tm тулий 168,934	70 Yb ytterбий 173,04	71 Lu лютеций 174,967
----------------------------	---------------------------	------------------------------	---------------------------	----------------------------	---------------------------	----------------------------	------------------------------	----------------------------	-----------------------------	----------------------------	--------------------------	---------------------------	-----------------------------	-----------------------------

А К Т И Н О И Д Ы

89 Ac актиний [227]	90 Th торий 232,038	91 Pa прометий [231]	92 U уран 238,029	93 Np нептуний [237]	94 Pu плутоний [244]	95 Am амерций [243]	96 Cm курий [247]	97 Bk берклий [247]	98 Cf кальфорний [251]	99 Es эйзенштейний [252]	100 Fm фермий [257]	101 Md менделеевий [258]	102 No нобелий [259]	103 Lr лютеций [260]
---------------------------	---------------------------	----------------------------	-------------------------	----------------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------------	---------------------------	------------------------------	--------------------------------	---------------------------	--------------------------------	----------------------------	----------------------------

Рис. 2

[. . .]



Рис. 8