

УДК 087.5:546  
ББК 24.1  
С71

*Серия «Детская научная лаборатория» основана в 2018 году*

**Спектор, Анна Артуровна.**

С71 Большая книга химических элементов. Путеводитель по периодической таблице / А. А. Спектор. — Москва : Издательство АСТ, 2018. — 159, [1] с. : ил. — (Детская научная лаборатория).

ISBN 978-5-17-107877-5.

Эта книга представляет собой описание увлекательного путешествия по столбцам и строкам самой известной в мире таблицы — Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Большие группы, объединяющие значительное количество элементов, представлены здесь как «города» со сложными связями между их «жителями», а «обитатели» ячеек таблицы поражают своими уникальными свойствами. История открытия химических элементов, сведения о том, как их исследуют в научных лабораториях, добывают и используют в промышленности и в быту, несомненно, заинтересуют всех любителей химии.

Для младшего и среднего школьного возраста.

УДК 087.5:546  
ББК 24.1

ISBN 978-5-17-107877-5

© Оформление, обложка, иллюстрации  
ООО «Интеджер», 2018  
© ООО «Издательство АСТ», 2018  
© В оформлении использованы материалы,  
предоставленные Фотобанком Shutterstock, Inc.,  
Shutterstock.com, 2018  
© В оформлении использованы материалы,  
предоставленные Фотобанком Dreamstime, Inc.,  
Dreamstime.com, 2018

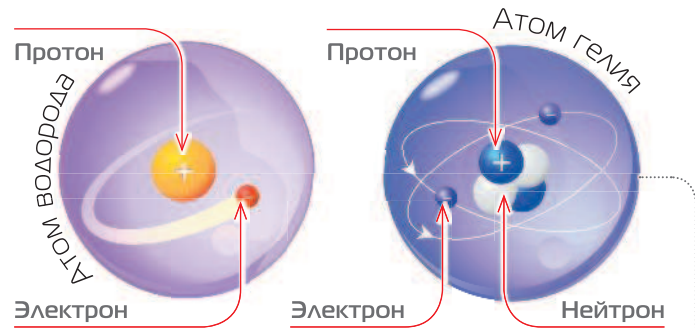
# Введение

В древности было распространено изречение: «Как слова состоят из букв, так и тела — из элементов». Тогда же появилась идея, что все физические тела построены из атомов. Потом оказалось, что атомы сами состоят из элементарных частиц, а химический элемент — это совокупность атомов, у которых одинаковы заряды ядер и число электронов в оболочке. Сегодня известно 118 элементов, и все они собраны в одной таблице, созданной Д. И. Менделеевым. Их расположение и свойства определяет периодический закон. Форма существования химических элементов — простые вещества. Это и твердые вещества, и газы, и жидкости. А еще элементы образуют множество химических соединений. Из них состоят и наши тела, и планеты, и звезды, и еда, и машины, и растения, и животные — весь мир! Давай же познакомимся с химическими элементами.



# Строение атома, или От чего зависят свойства вещества

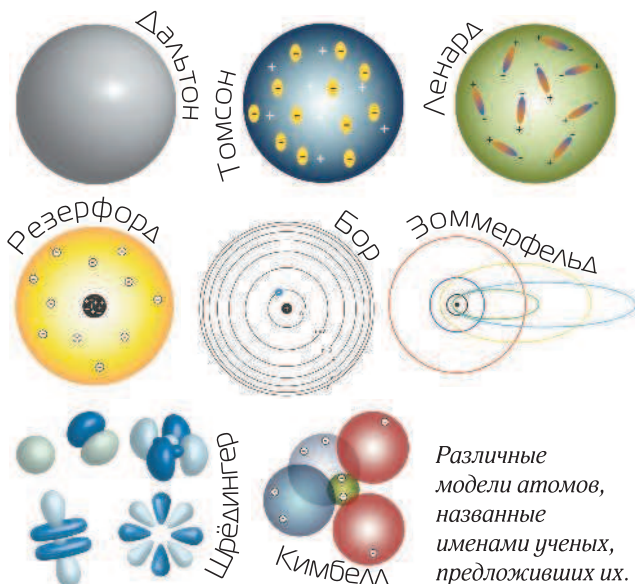
Свойства вещества определяются строением составляющих его атомов. По современному определению, атом — это электронейтральная частица, куда входят положительно заряженное ядро и отрицательно заряженные электроны. Ядро состоит из двух видов частиц: нейтральных нейтронов и протонов с положительным зарядом. Количество протонов — это заряд ядра, определяющий номер элемента в таблице.



Условное строение первых двух атомов периодической таблицы, самых маленьких и самых распространенных во Вселенной.

## НЕУЛОВИМЫЕ ЭЛЕКТРОНЫ И РАЗНООБРАЗНЫЕ МОДЕЛИ АТОМА

Самая простая модель атома — это ядро из протонов и нейтронов, вокруг которого, как планеты вокруг Солнца, движутся электроны. На самом деле невозможно точно определить, где находится электрон к данный конкретный момент. Таковы законы микромира. И потому любое изображение атома — упрощенное.



Если атом отдает электроны — он превращается в положительно заряженный ион. Если получает — становится отрицательно заряженным ионом.

## ОРБИТАЛИ, ИЛИ ВЕРОЯТНОСТЬ

Если на вопрос нельзя ответить точно, то всегда можно дать вероятный ответ. Так и с электроном. У него нет определенной орбиты, но есть область пространства вокруг ядра, где он находится с наибольшей вероятностью. Это атомная орбиталь. Ориентацию орбитали в пространстве определяет магнитное квантовое число. Совокупность атомных орбиталей с одинаковым значением главного квантового числа  $n$  составляет одну электронную оболочку. От строения электронных оболочек зависят свойства элементов.

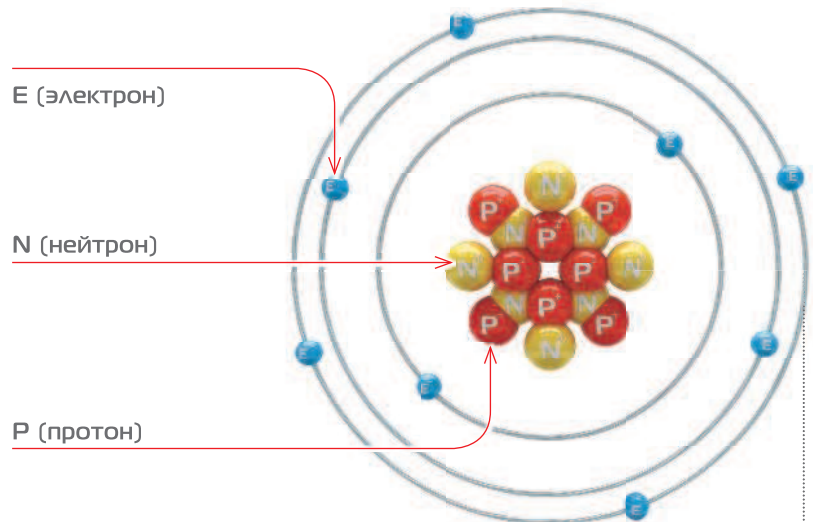


Один из видов орбиталей — фундаментальные, или f-орбитали.

# Что внутри атома?

Только что ты увидел, как по-разному можно изобразить крохотный, не видимый даже в микроскоп атом. Как же разобраться в этом? Очень просто — сделать атом самому. И не простой, а вкусный!

Давай подумаем, какой атом лучше всего сделать? Может быть, взять водород? У него только один протон в ядре и один электрон. Нет, это слишком просто. Давай возьмем атом кислорода, у него как раз по восемь элементарных частиц каждого вида — то что надо!



*Атом кислорода: восемь электронов, восемь протонов и восемь нейтронов.*

## Для этого тебе понадобятся



## Порядок выполнения опыта

1. Посмотри на схему атома кислорода. Чтобы сделать свой атом, тебе нужно определиться с цветами конфеток.
2. Возьми восемь конфет желтого цвета (это будут протоны) и восемь конфет красного цвета (нейтроны). Чередую, собери их в кучку, оберни пленкой и сформируй шарик. Ядро готово!
3. Приступаем к электронам. Посмотри на картинку. У кислорода три орбитали: на первой и второй вращаются по два электрона, а на третьей — четыре. Прежде чем установить палочки, нужно разломать их на части соответствующей длины. Для первой орбитали палочки должны быть самыми короткими, для второй — средними и для третьей — самыми длинными.
4. Возьми две самые короткие палочки и насади на каждую из них по одной конфетке зеленого цвета (электрон), соедини с «ядром». То же самое сделай с двумя средними палочками. Для присоединения четырех «электронов» третьей орбитали возьми четыре самые длинные палочки, насади на каждую из них «электрон» зеленого цвета и воткни палочки в «ядро».



# Периодическая таблица химических элементов Д. И. Менделеева

Элементы в периодической таблице располагаются согласно периодическому закону, являющемуся фундаментальным законом природы.

Д. И. Менделеев в 1871 г. сформулировал его так: «Свойства простых тел, а также формы и свойства соединений элементов, а потому и свойства образуемых ими простых и сложных тел, стоят в периодической зависимости от их атомного веса» (сегодня говорят «атомная масса»).

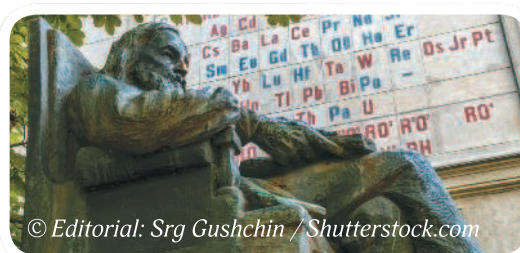
Почему это так, узнали после открытия строения атома. Сегодня периодический закон формулируется следующим образом: «Свойства химических элементов, а также формы и свойства образуемых ими простых веществ и соединений находятся в периодической зависимости от величины зарядов ядер их атомов».

Поэтому все элементы в таблице расположены в ее строках и столбцах в соответствии со своими атомными номерами, которые равны количеству протонов в соответствующем атоме. Столбцы называются группами, а строки — периодами.

## КАК НАЗЫВАЮТ ЭЛЕМЕНТЫ?

*Наименование и символ каждого элемента Периодической системы признаны и утверждены Международным союзом теоретической и прикладной химии (сокращенно — ИЮПАК, от английского International Union of Pure and Applied Chemistry).*

*Многие химические элементы обозначаются первой буквой их латинского названия. Так, водород — Hydrogenium, поэтому символ водорода — H. А если названия нескольких элементов начинаются на одну и ту же букву, то в символе указывается еще одна буква названия элемента, например ртуть (Hydrargyrum) — Hg.*



© Editorial: Srg Gushchin / Shutterstock.com

Россия, Санкт-Петербург, сентябрь 2016 г.  
Памятник Д. И. Менделееву в саду перед Главной палатой мер и весов.

## ОДНА ДЕРЕВНЯ И ЧЕТЫРЕ ЭЛЕМЕНТА

*Множество химических элементов получили свои названия в честь стран или других географических объектов. Сразу четыре элемента — иттрий, иттербий, тербий и эрбий — были названы в честь шведской деревни Иттербю. Рядом с ней обнаружили месторождение минералов, из которых и выделили новые элементы.*



На одном из островов Стокгольмского архипелага, в деревне Иттербю, нашли минерал, содержащий сразу четыре редкоземельных элемента.

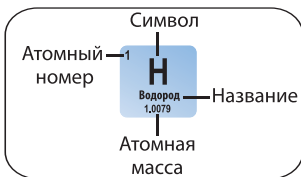
Из символов элементов составляют формулы. Например, формула воды —  $H_2O$ , где нижняя цифра — количество атомов в молекуле.

1 H Водород 1,0079																	2 He Гелий 4,00260						
3 Li Литий 6,941	4 Be Бериллий 9,01218																	5 B Бор 10,811	6 C Углерод 12,011	7 N Азот 14,00674	8 O Кислород 15,9994	9 F Фтор 18,998403	10 Ne Неон 20,1797
11 Na Натрий 22,989768	12 Mg Магний 24,305																	13 Al Алюминий 26,981539	14 Si Кремний 28,0855	15 P Фосфор 30,973762	16 S Сера 32,06	17 Cl Хлор 35,4527	18 Ar Аргон 39,948
19 K Калий 39,0983	20 Ca Кальций 40,078	21 Sc Скандий 44,95591	22 Ti Титан 47,88	23 V Ванадий 50,9415	24 Cr Хром 51,9961	25 Mn Марганец 54,939	26 Fe Железо 55,847	27 Co Кобальт 58,9332	28 Ni Никель 58,6934	29 Cu Медь 63,546	30 Zn Цинк 65,38	31 Ga Галлий 69,723	32 Ge Германий 72,64	33 As Мышьяк 74,92159	34 Se Селен 78,96	35 Br Бром 79,904	36 Kr Криптон 83,80						
37 Rb Рубидий 85,4678	38 Sr Стронций 87,62	39 Y Иттрий 88,90585	40 Zr Цирконий 91,224	41 Nb Ниобий 92,90638	42 Mo Молибден 95,94	43 Tc Технеций 98,9062	44 Ru Рутений 101,07	45 Rh Родий 102,9055	46 Pd Палладий 106,42	47 Ag Серебро 107,8682	48 Cd Кадмий 112,411	49 In Индий 114,818	50 Sn Олово 118,71	51 Sb Сурьма 121,760	52 Te Теллур 127,5	53 I Йод 126,90447	54 Xe Ксенон 131,29						
55 Cs Цезий 132,90543	56 Ba Барий 137,327	57-71 Лантаноиды	72 Hf Гафний 178,49	73 Ta Тантал 180,9479	74 W Вольфрам 183,85	75 Re Рений 186,207	76 Os Осий 190,23	77 Ir Иридий 192,22	78 Pt Платина 195,08	79 Au Золото 196,9665	80 Hg Ртуть 200,59	81 Tl Таллий 204,3833	82 Pb Свинец 207,2	83 Bi Висмут 208,98037	84 Po Полоний (209,9824)	85 At Астат 209,9871	86 Rn Радон 222,0176						
87 Fr Франций 223,0197	88 Ra Радий 226,0254	89-103 Актиноиды	104 Rf Резерфордий (261)	105 Db Дубний (262)	106 Sg Сиборгий (266)	107 Bh Борий (264)	108 Hs Хасий (289)	109 Mt Мейтнерий (268)	110 Ds Дармштадтий (289)	111 Rg Рентгений (272)	112 Cn Коперниций (277)	113 Nh Нихоний неизвестна	114 Fl Флеровий (289)	115 Mc Московский неизвестна	116 Lv Ливерморий (293)	117 Ts Теннессиум неизвестна	118 Og Оганесон неизвестна						

## Лантаноиды

57 La Лантан 138,9055	58 Ce Церий 140,115	59 Pr Празеодим 140,90765	60 Nd Неодим 144,24	61 Pm Прометий 144,9127	62 Sm Самарий 150,36	63 Eu Европий 151,9655	64 Gd Гадолиний 157,25	65 Tb Тербий 158,92534	66 Dy Диспрозий 162,50	67 Ho Гольмий 164,93032	68 Er Эрбий 167,26	69 Tm Тулий 168,93421	70 Yb Иттербий 173,04	71 Lu Лютеций 174,967
89 Ac Актиний 227,0278	90 Th Торий 232,0381	91 Pa Протактиний 231,03588	92 U Уран 238,0289	93 Np Нептуний 237,0482	94 Pu Плутоний 244,0642	95 Am Америций 243,0614	96 Cm Кюрий 247,0703	97 Bk Берклий 247,0703	98 Cf Калифорний 251,0796	99 Es Эйнштейний (254)	100 Fm Фермий 257,0951	101 Md Менделеев 258,1	102 No Нобелий 259,1009	103 Lr Лоуренсий (262)

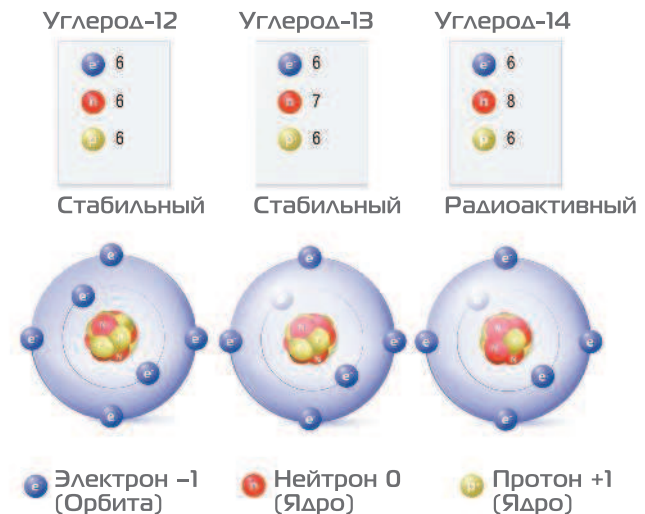
## Актиноиды



<span style="background-color: #add8e6; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> Неметаллы	<span style="background-color: #9932cc; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> Щелочноземельные металлы	<span style="background-color: #00b0f0; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> Полуметаллы	<span style="background-color: #ffff00; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> Галогены	<span style="background-color: #008080; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> Лантаноиды
<span style="background-color: #ff00ff; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> Щелочные металлы	<span style="background-color: #0000ff; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> Переходные металлы	<span style="background-color: #ffa500; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> Постпереходные металлы	<span style="background-color: #ffff99; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> Инертные газы	<span style="background-color: #90ee90; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span> Актиноиды

## МНОГО АТОМОВ В ОДНОЙ КЛЕТКЕ

У одного элемента может быть несколько изотопов. Это атомы с одинаковым числом протонов, но с разным числом нейтронов. Изотопы одного элемента занимают одну клетку таблицы Менделеева, но имеют разное массовое число. Одни изотопы радиоактивны, то есть их ядра распадаются, иногда за доли секунды, иногда за много лет. Распад ядер и есть радиоактивность. Другие стабильны, то есть могут существовать очень длительное время. Сегодня известно 118 элементов и в то же время 270 стабильных изотопов и более 2000 нестабильных. В обозначении изотопа имеются название химического элемента и массовое число. Например  $^{12}\text{C}$ , он же углерод-12. Самые известные изотопы — это уран-235, применяющийся при ядерных реакциях, и углерод-14, применяющийся в радиоуглеродном анализе для определения возраста предметов.



Изотопы углерода.



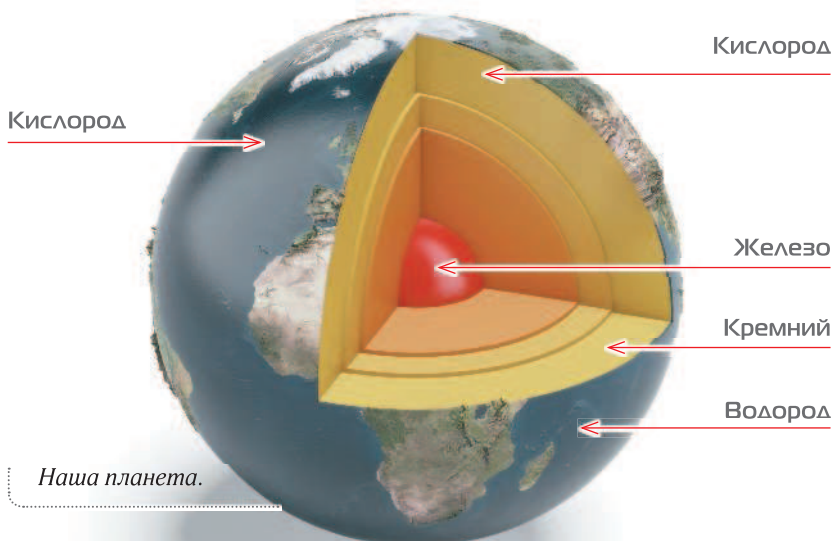
# Секреты таблицы и элементы в нашем мире

*Множество элементов таблицы Менделеева, точнее, атомов, составляют всю живую и неживую природу, и все они на этом рисунке просто не поместятся.*

Элементы разнообразны и могут быть классифицированы по многим признакам. Прежде всего их принято делить на металлы и неметаллы. Металлы пластичные, электропроводные, блестящие. Они, вступая в соединения с другими элементами, стремятся отдать электроны. Неметаллы же стремятся получить электроны. Существуют еще и полуметаллы — вещества, которые в равной мере можно отнести и к металлам, и к неметаллам. Есть и другие, более подробные классификации элементов.

Щелочные металлы — элементы первой группы таблицы химических элементов. Когда они растворяются в воде, образуются щелочи (растворимые гидроксиды). Щелочноземельными некоторые металлы называют потому, что их гидроксиды являются щелочами, а оксиды тугоплавкие, их когда-то называли землями.

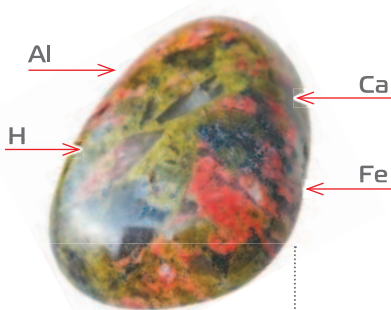
Сорок металлов относятся к группе переходных. Это название связано с тем, что их внешняя электронная оболочка не до конца заполнена электронами. За ними располагаются постпереходные металлы, а дальше идут неметаллы. Но среди них есть особые — галогены, то есть «рождающие соли», и инертные газы, которые мало с чем вступают в химические реакции. И есть еще лантаноиды и актиноиды, очень похожие друг на друга. И все эти элементы находят применение в науке, технике, медицине, быту.



### КАК МЕНЯЮТСЯ СВОЙСТВА ЭЛЕМЕНТОВ В ПЕРИОДАХ?

В периодах уменьшается способность отдавать электроны (металличность) и увеличивается способность их принимать (неметалличность). Поэтому, например, самый активный металл — литий, самый неактивный элемент — инертный газ аргон.

Первый период отличается от других: там только два элемента — водород и гелий.

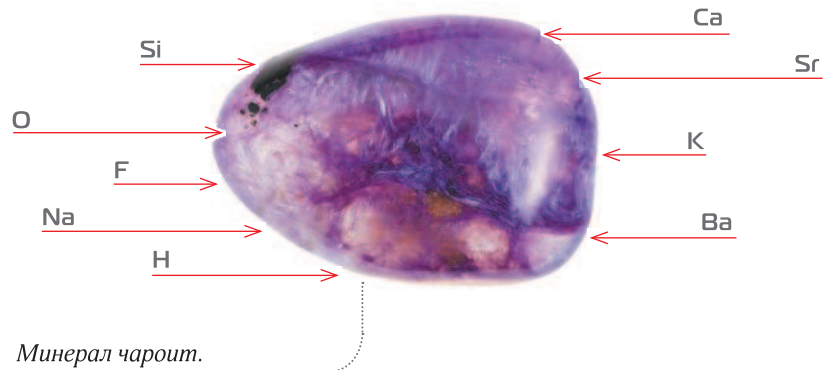


Минерал унакит.

### КАК МЕНЯЮТСЯ СВОЙСТВА В ГРУППАХ?

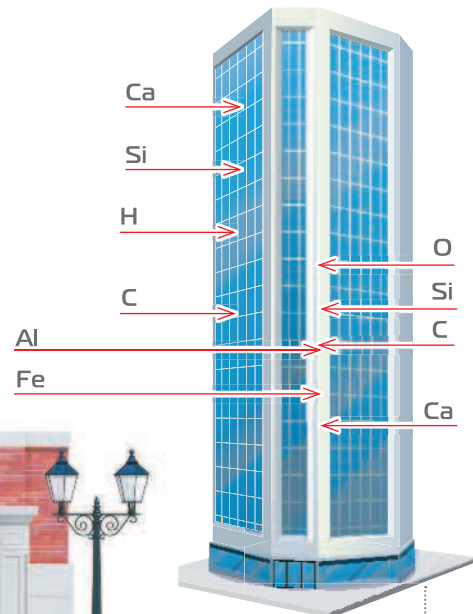
В группах от начала к концу (сверху вниз) усиливаются металлические свойства и ослабевают неметаллические в связи с увеличением электронных уровней и меньшим притяжением электронов внешнего уровня к ядру, уменьшается их активность. Поэтому первый элемент седьмой группы галоген фтор — очень активный, ядовитый газ, хлор чуть менее активный, но тоже ядовитый газ, бром — уже жидкость, йод — твердое вещество, а астат похож на металл.

9	<b>F</b> Фтор 18.998403
17	<b>Cl</b> Хлор 35.4527
35	<b>Br</b> Бром 79.904
53	<b>I</b> Йод 126.90447
85	<b>At</b> Астат 209.9871



Минерал чароит.

Каменные здания — от замков до современных домов — содержат соединения кремния, кальция и кислорода.



Небоскреб.

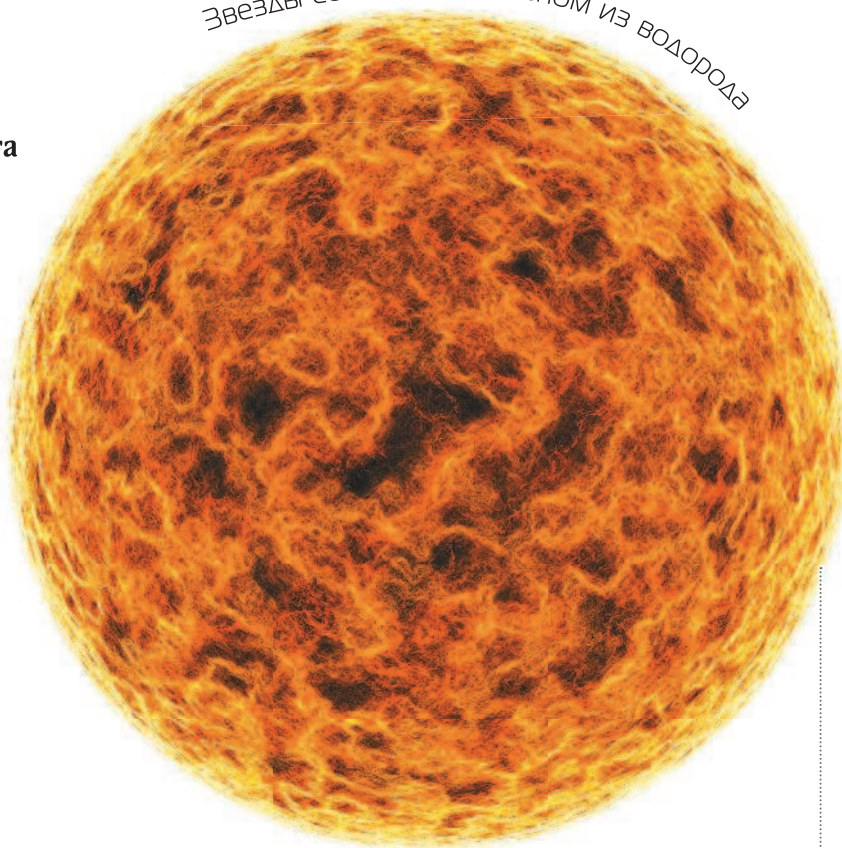




**Водород — первый элемент Периодической системы элементов и самый распространенный в мире. В стандартном состоянии, то есть при температуре  $25^\circ\text{C}$ , это газ без цвета и запаха. Температура его плавления равна  $-259,2^\circ\text{C}$ , температура кипения составляет  $-252,76^\circ\text{C}$ .**

Водород — самый легкий из всех газов, он в 14,5 раза легче воздуха. При смеси с воздухом либо с кислородом (в объемном соотношении 2:1) он образует взрывоопасную смесь — гремучий газ. Когда-то водородом наполняли воздушные шары и дирижабли, но после нескольких катастроф из-за взрыва водорода его заменили на гелий. Водород применяют в синтезе различных органических соединений. Это и мыло, и маргарин, и пластмассы, и ракетное топливо. Сегодня ученые и инженеры стремятся превратить водород в горючее для автомобилей, потому что при его использовании будут выделяться не вредные загрязняющие вещества, а обычная вода — главное соединение водорода с кислородом.

Звезды состоят в основном из водорода



В Солнце на 10 000 атомов водорода приходится около 1000 атомов гелия, 5 атомов кислорода и менее 1 атома остальных элементов.

*Из всех атомов, составляющих Вселенную, на долю водорода приходится 88,6%. На долю атомов гелия приходится примерно 11,3%, а на долю всех остальных — примерно 0,1%. А в живых клетках водород составляет почти 63%.*

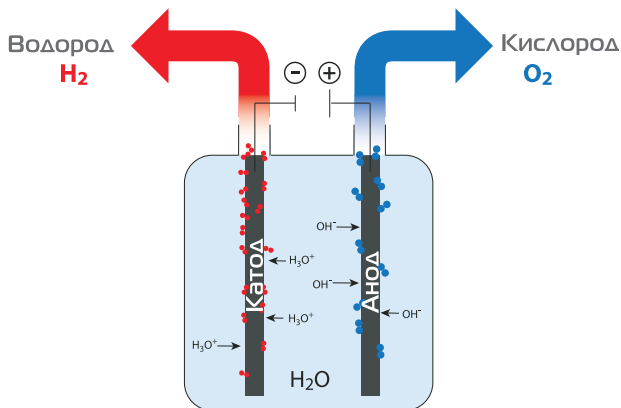
Водород входит в состав воды с формулой  $\text{H}_2\text{O}$ . На ее примере видно три состояния вещества — твердое, жидкое, газообразное.

Снежинки — кристаллы льда, то есть твердой воды



**КАК ПОЛУЧАЮТ ВОДОРОД?**

Электролиз воды — один из способов получения водорода. Суть электролиза заключается в том, что, когда электрический ток проходит через раствор или расплав электролита, на электродах выделяются составные части растворенных веществ или же происходят вторичные реакции, в результате которых также выделяются составные части образовавшихся веществ.



В результате электролиза вода разлагается на водород и кислород.

Водород — первый газ, которым наполняли воздушные шары и воздушные шарики.



Мыло — это соли жирных кислот

Водород важен для производства мыла.



Маргарин

Маргарин состоит из растительных и животных жиров. Но растительное масло жидкое. Чтобы сделать его твердым, к нему присоединяют водород — гидрируют.



Баллон с жидким водородом

Жидкий водород применяется в промышленности и в космонавтике.

Витамин С, или аскорбиновая кислота, содержится во многих фруктах и овощах, но таблетки синтезируются искусственно. В этом синтезе используют водород.

pH — это концентрация ионов водорода. От нее зависит, кислая либо щелочная среда в том или ином веществе.



Апельсиновый сок

Витамин С

**pH различных веществ и продуктов**



Кислая среда

Нейтральная среда

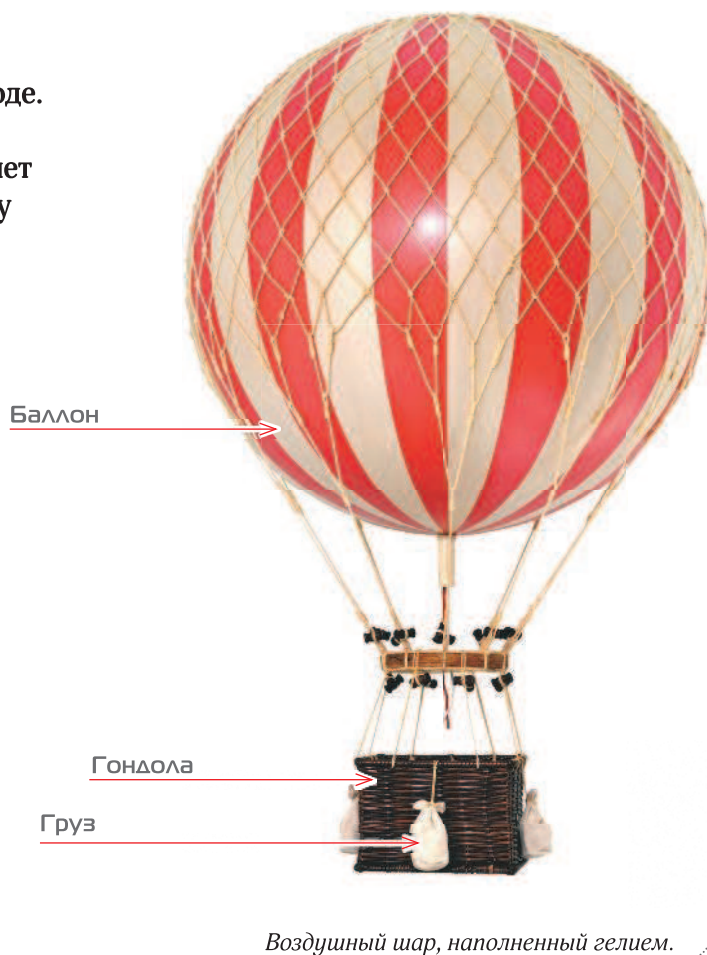
Щелочная среда





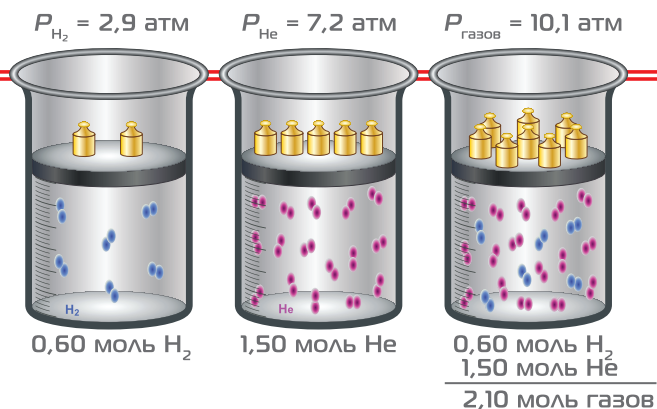
Гелий расположен в 18-й группе Периодической системы, первом периоде. Это инертный газ без цвета и запаха. Температура плавления гелия составляет  $-272,2^\circ\text{C}$ , то есть близка к абсолютному нулю — самой низкой температуре из возможных ( $-273,15^\circ\text{C}$ ). Жидкий гелий, закипающий при температуре  $-268,9^\circ\text{C}$ , обладает сверхтекучестью — способностью проникать через отверстия без трения.

Гелий образуется в ядрах звезд из водорода, а также в недрах Земли, откуда просачивается наружу через трещины в земной коре. По высокой концентрации гелия эти трещины и находят. Открыли его сначала на Солнце и уже потом — на Земле. Отсюда и название — от греческого «гелиос» — «Солнце». Гелием наполняют воздушные шары, трубки газоразрядных ламп, его используют в светодиодных лампах, ядерных реакторах, лазерах, накопителях жестких магнитных дисков.



## ДАВЛЕНИЕ ГАЗОВ

На примере гелия и водорода можно видеть выполнение закона Дальтона: общее давление газовой смеси — сумма парциальных (то есть взятых отдельно) давлений ее компонентов.





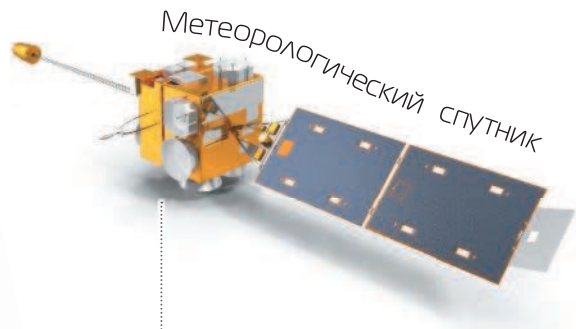
В металлургии гелий позволяет сохранять чистоту выплавленного металла.



Дирижабли заполняют гелием.



Гелий из резиновых шаров уходит за несколько часов, быстрее, чем воздух. Ведь чем меньше плотность газа, тем быстрее он протекает через крохотные поры в резиновой оболочке. А гелий менее плотный, чем азот и кислород, из которых в основном состоит воздух. Помогают здесь новые материалы с более мелкими порами, которые удерживают гелий несколько недель.



Метеорологический спутник

При запуске метеозондов и метеоспутников применяют гелий.

ЖЕСТКИЙ ДИСК



Гелий используется при производстве жестких дисков.



Кран

Манометр

Жидкий гелий широко используется в науке и промышленности.



Долина гейзеров на Камчатке

Концентрация гелия над геотермальными источниками превышает обычные значения в 20—200 раз. Так можно найти подобные источники, даже скрытые от глаз.

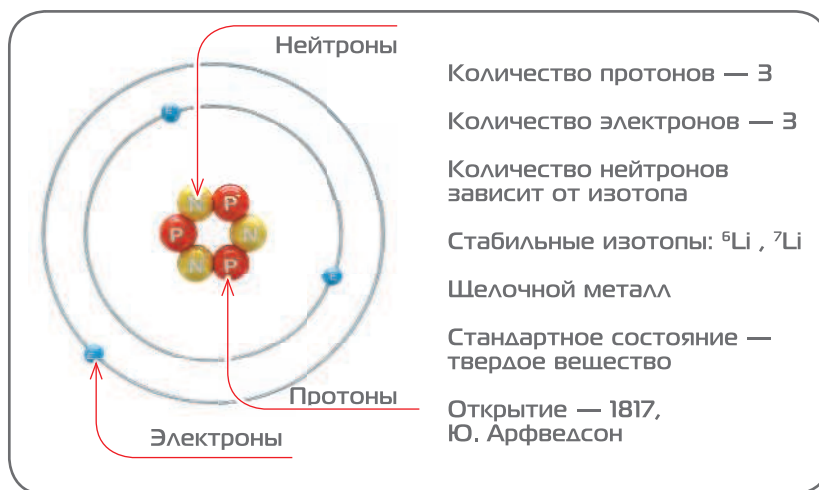




Литий — элемент первой группы, второго периода Периодической системы. Это мягкий пластичный серебристо-белый щелочной металл. Название получил от греческого «литос» — «камень». Температура плавления: 180,54°C, температура кипения: 1340°C.

Литий и его соли окрашивают пламя в красный цвет. Плотность этого металла в два раза меньше плотности воды. Благодаря этому свойству литий потенциально пригоден для использования в поплавках батискафов, но он очень активно реагирует с водой, и потому важно не допустить контакта между ними. Из лития изготавливают аноды химических источников тока, то есть батареек, детали лазеров, прочную керамику, его добавляют в оптическое стекло для точных приборов, литием заполняют газоразрядные лампы. Его соединения применяют в пиротехнике, при поиске дефектов металлических изделий, в консервировании, отбеливании тканей и даже в косметике. А сплавы лития с другими металлами очень перспективны для авиации и космонавтики.

Первое стекло с добавлением лития изготовил немецкий химик Отто Шотт специально для микроскопов Карла Цейса.



Лепидолит

В лепидолите содержатся литий, калий, алюминий, кремний, водород, кислород, фтор, а также рубидий, цезий, марганец, натрий и железо.

Сподумен представляет собой силикат (то есть соединение кремния) с литием и алюминием. Бывает различных цветов в зависимости от примесей.



Сподумен

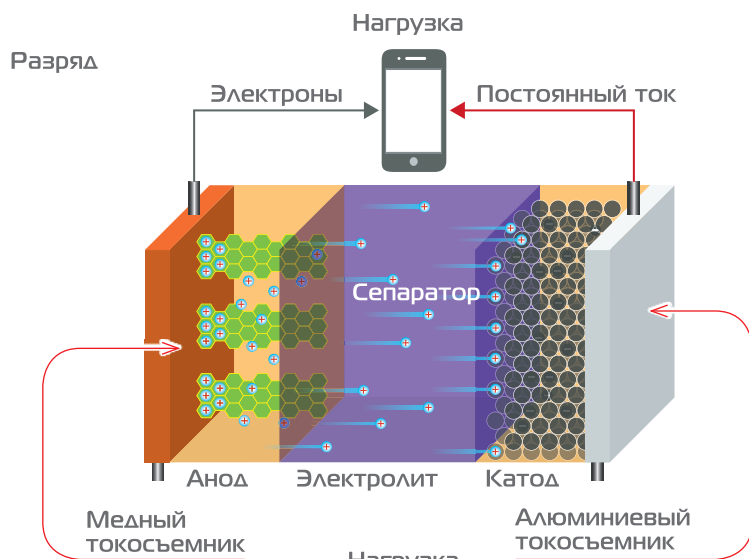
Литиево-ионные батарейки



Литиево-ионные батареи — самый популярный тип аккумуляторов в сотовых телефонах, ноутбуках, цифровых фотоаппаратах, видеокамерах и электромобилях.

## ЛИТИЕВО-ИОННЫЙ ПЕРЕЗАРЯЖАЕМЫЙ АККУМУЛЯТОР

Химические источники тока — это устройства, в которых электрическая энергия вырабатывается за счет прямого преобразования химической энергии. Это батарейки, состоящие из гальванических элементов, которые обычно не перезаряжаются, электрические аккумуляторы, работающие после перезарядки. Литий используется и в тех, и в других.



<b>Катод</b> Оксиды лития, никеля, кобальта с добавлением алюминия	<b>Анод</b> Графит	<b>Электролит</b> Раствор солей лития	<b>Сепаратор</b> Пористая пластина
---	-----------------------	--	---------------------------------------

С сухим воздухом при комнатной температуре литий не реагирует, и потому его не хранят в керосине, как приходится поступать с другими щелочными металлами.

Воздух в подводных лодках очищается с помощью гидроксида лития.



Литий используется в покрытии фарфоровой посуды.



В фейерверке используется литий, дающий красное пламя.

Сегодня проводятся исследования по использованию лития в поплавке батискафа.







Бериллий — элемент второй группы, второго периода Периодической системы химических элементов. Это щелочноземельный твердый светло-серый металл. Температура плавления: 1278°C, температура кипения: 2970°C.

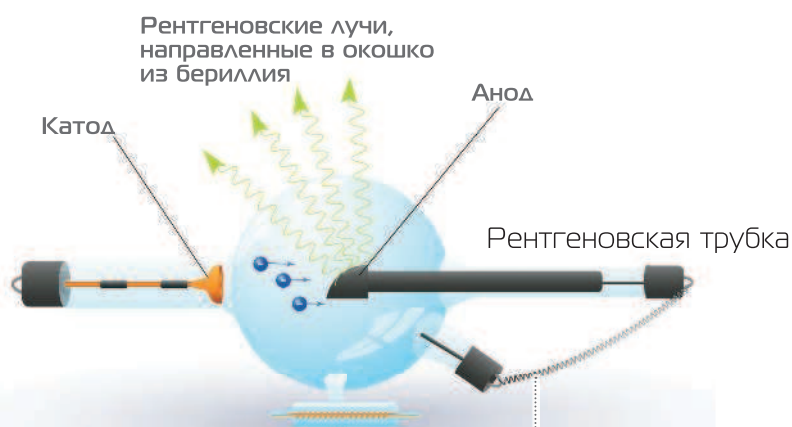
В природе существует больше 30 бериллиевых минералов, самые распространенные — берилл и хризоберилл. Разновидности берилла — драгоценные камни: голубой аквамарин, зеленый изумруд, желтый гелиодор. Цвет им придают примеси других элементов.

Применяют бериллий и его соединения как добавку к разным сплавам: он придает им упругость и прочность. Из подобных сплавов изготавливают, например, обшивку ракет и самолетов. Из соединений бериллия производят стержни для атомных реакторов. Легкий и твердый бериллий — прекрасный материал для электродинамических громкоговорителей, правда, он довольно хрупкий и токсичный, поэтому обрабатывать его трудно, и громкоговорители, содержащие бериллий, очень дороги.

Тем не менее этот металл находит применение даже в рыболовстве: из бериллиевой бронзы (сплава с медью) делают кивки — приспособления для рыбной ловли.



Минерал берилл представляет собой алюмосиликат бериллия  $\text{Al}_2[\text{Be}_3(\text{Si}_6\text{O}_{18})]$ , то есть соединение бериллия с алюминием, кремнием и кислородом.



Рентгеновские лучи выходят из трубки в бериллиевое окно.