

УДК 087.5:546
ББК 24.12я2
С71

*Серия «Для тех, кто хочет знать всё»
основана в 2018 году*

Спектор, Анна Артуровна.

С71 О химических элементах / А. А. Спектор, Л. Л. Лобанова. — Москва :
Издательство АСТ, 2018. — 159, [1] с. : ил. — (Для тех, кто хочет знать всё).
ISBN 978-5-17-107813-3.

Эта книга предназначена для тех, кто хочет знать все о химических элементах — своеобразных «кирпичиках», из которых построен наш удивительный мир. Необычные истории их открытия, распространение, свойства и, конечно же, их практическое применение представлены здесь в виде интересных емких статей. Многочисленные иллюстрации и поясняющие схемы сделают чтение более увлекательным. А красочный постер с Периодической таблицей химических элементов и другой полезной информацией не только поможет закрепить полученные знания, но и, несомненно, украсит твое рабочее место.

Для среднего школьного возраста.

УДК 087.5:546
ББК 24.12я2

ISBN 978-5-17-107813-3

© 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

СОДЕРЖАНИЕ

Все химические элементы в одной таблице	4	Хром	54	Прометий	119
Строение атома и свойства вещества.....	6	Марганец	56	Самарий.....	120
Что внутри атома?	7	Железо.....	58	Европий.....	121
Периодическая таблица химических элементов.....	8	Кобальт.....	60	Гадолиний.....	122
Секреты таблицы и элементы в нашем мире	10	Никель	62	Тербий	123
Водород.....	12	Медь	64	Диспрозий.....	124
Гелий	14	Цинк.....	66	Гольмий.....	125
Литий.....	16	Галлий	68	Эрбий.....	126
Бериллий	18	Германий.....	69	Тулий	127
Бор	20	Мышьяк.....	70	Иттербий	128
Углерод	22	Селен	72	Лютеций.....	129
Азот	24	Бром	74	Гафний	130
Кислород	26	Криптон	75	Тантал	131
Фтор	28	Рубидий	76	Вольфрам	132
Неон.....	29	Стронций	78	Рений.....	134
Натрий	30	Иттрий.....	80	Осмий	135
Магний	32	Цирконий	82	Иридий	136
Алюминий	34	Ниобий	84	Платина	138
Кремний.....	36	Молибден	86	Проведи опыт «Катализаторы вокруг нас»	140
Фосфор.....	38	Технеций.....	88	Золото	142
Сера	40	Рутений.....	89	Ртуть.....	144
Хлор	42	Родий	90	Таллий	145
Аргон.....	44	Палладий	92	Свинец.....	146
Калий.....	46	Серебро.....	94	Висмут	148
Кальций.....	48	Кадмий	96	Полоний.....	150
Скандий.....	50	Индий.....	98	Астат.....	151
Титан	51	Олово	100	Радон	152
Ванадий.....	52	Сурьма.....	102	Франций.....	153
		Теллур	104	Радий	154
		Йод.....	106	Актиний.....	155
		Ксенон	108	Торий	156
		Цезий	110	Протактиний.....	157
		Барий.....	112	Уран	158
		Лантан	114	Трансурановые элементы	159
		Церий	116		
		Празеодим	117		
		Неодим	118		

ВСЕ ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ОДНОЙ ТАБЛИЦЕ

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 одинаковые заряды ядер и число электронов в оболочке.



Из символов элементов составляют формулы. Например, формула воды — H_2O , где нижнее число — количество атомов в молекуле.

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!

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 32.066	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 54.938	26 Fe Железо 55.847	27 Co Кобальт 58.9332	28 Ni Никель 58.6934	29 Cu Медь 63.546	30 Zn Цинк 65.39	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 98.9072	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 127.6	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 Осмий 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 (208.9824)	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 (269)	109 Mt Мейтнерий (268)	110 Ds Дармштадтий (269)	111 Rg Рентгений (272)	112 Cn Коперничий (277)	113 Nh Нихоний нечетность	114 Fl Флеровий (289)	115 Mc Московский нечетность	116 Lv Ливерморий (288)	117 Ts Теннесси нечетность	118 Og Оганесон нечетность



Лантаноиды

Актиноиды

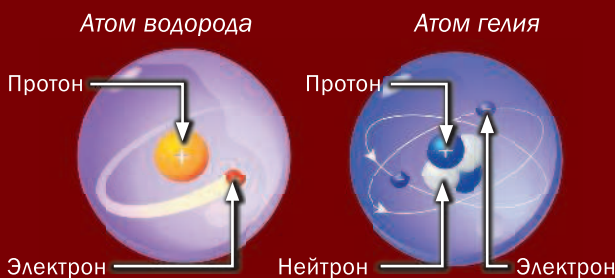
57 La Лантан 138.9055	58 Ce Церий 140.115	59 Pr Прозеодим 140.90765	60 Nd Неодим 144.24	61 Pm Прометий 144.9127	62 Sm Самарий 150.36	63 Eu Европий 151.9655	64 Gd Гадолиний 157.25	65 Tb Тербий 158.92534	66 Dy Диспрозий 162.50	67 Ho Гольмий 164.93032	68 Er Эрбий 167.26	69 Tm Тулий 168.93421	70 Yb Иттербий 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 Менделевий 258.1	102 No Нобелий 259.1009	103 Lr Лоуренсий (262)

Неметаллы	Щелочноземельные металлы	Полуметаллы	Галогены	Лантаноиды
Щелочные металлы	Переходные металлы	Постпереходные металлы	Инертные газы	Актиноиды

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.

СТРОЕНИЕ АТОМА И СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВА

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. Свойства вещества определяются строением составляющих его атомов.



Условное строение первых двух атомов Периодической таблицы — самых маленьких и самых распространенных во Вселенной.

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

МОДЕЛИ АТОМА

Любое изображение атома — упрощенное: на самом деле невозможно точно определить, где находится электрон в данный конкретный момент. У него нет определенной орбиты, но есть область пространства вокруг ядра, где он находится с наибольшей вероятностью. Это атомная орбиталь. Таковы законы микромира. Самая простая модель атома — это ядро из протонов и нейтронов, вокруг которого, как планеты вокруг Солнца, движутся электроны.



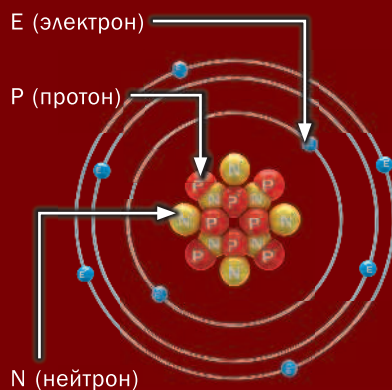
Различные модели атомов, названные именами ученых, предложивших их.

ЧТО ВНУТРИ АТОМА?

Крохотный, не видимый даже в микроскоп атом можно изобразить по-разному. Как же в этом разобраться? Очень просто — сделай атом самостоятельно. И не простой, а вкусный!

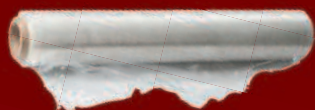
АТОМ КИСЛОРОДА

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



Пищевая пленка



Деревянные палочки для коктейлей



Цветные желейные/
мармеладные конфеты

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

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

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ ЗАКОН 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».



© Editorial: Srg Gushchin / Shutterstock.com

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

КАК НАЗЫВАЮТ ЭЛЕМЕНТЫ?

Наименование и символ каждого элемента Периодической системы признаны и утверждены Международным союзом теоретической и прикладной химии. 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.

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.

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}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.

СЕКРЕТЫ ТАБЛИЦЫ И ЭЛЕМЕНТЫ В НАШЕМ МИРЕ

Элементы разнообразны и могут быть классифицированы по многим признакам. Прежде всего их принято делить на металлы и неметаллы. Существуют еще и полуметаллы — вещества, которые в равной мере можно отнести и к металлам, и к неметаллам. Есть и другие, более подробные классификации элементов. И все они находят применение в науке, технике, медицине, быту.

МЕТАЛЛЫ

Металлы — пластичные, электропроводные, блестящие вещества. Они, вступая в соединения с другими элементами, стремятся отдать электроны.

Щелочные металлы — элементы первой группы таблицы химических элементов. Когда они растворяются в воде, образуются щелочи (растворимые гидроксиды).

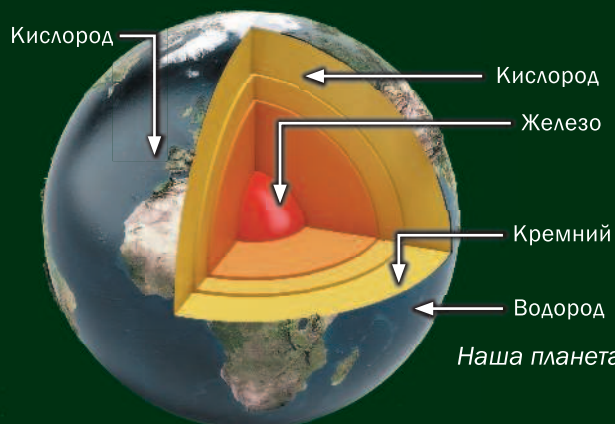
Щелочноземельными некоторые металлы называют потому, что их гидроксиды являются щелочами, а их оксиды когда-то называли землями.

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.

НЕМЕТАЛЛЫ

Неметаллы стремятся получить электроны.

Среди них есть особые — галогены, то есть «рождающие соли», и инертные газы, которые мало с чем вступают в химические реакции. Среди них есть лантаноиды и актиноиды, очень похожие друг на друга.





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

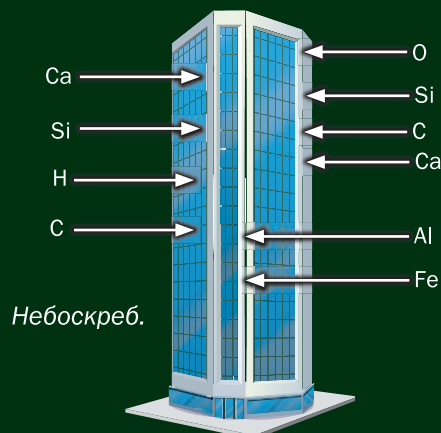
КАК МЕНЯЮТСЯ СВОЙСТВА В ГРУППАХ?

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.

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: здесь только два элемента — водород и гелий.



ВОДОРОД



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



Количество протонов — 1

Количество электронов — 1

Количество нейтронов зависит от изотопа

Стабильные изотопы: ^1H , ^2H , ^3H

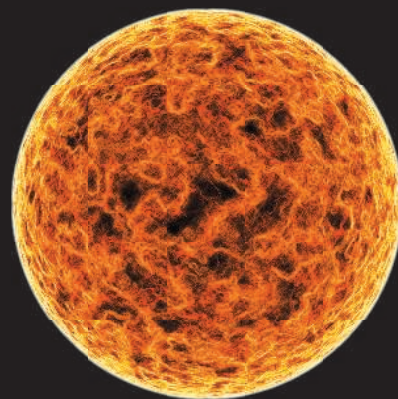
Неметалл

Стандартное состояние — газ

Открытие — 1766, Г. Кавендиш

САМЫЙ ЛЕГКИЙ И ОПАСНЫЙ

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.



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%.



Снежинки — кристаллы льда, то есть твердая вода. Водород входит в состав воды с формулой H_2O . На ее примере видны три состояния вещества — твердое, жидкое, газообразное.

ПРИМЕНЕНИЕ

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.



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

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



Апельсиновый сок

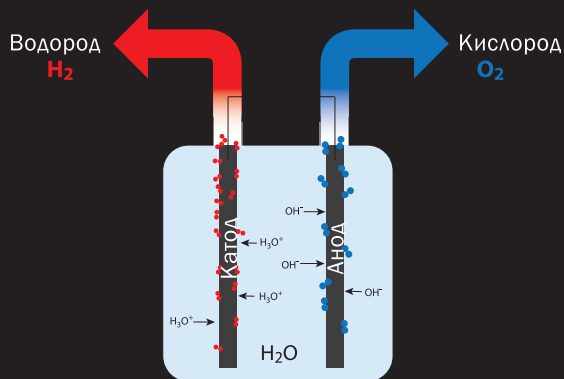


Витамин С

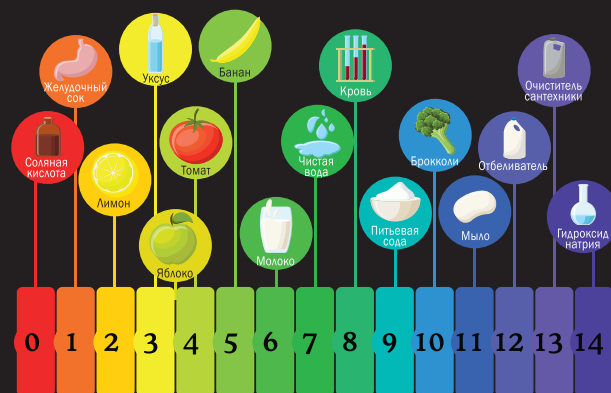


КАК ПОЛУЧАЮТ ВОДОРОД?

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.



Кислая среда Нейтральная среда Щелочная среда

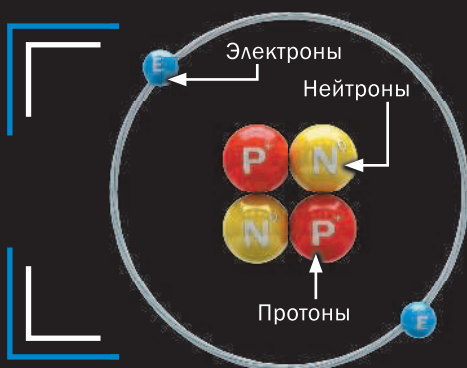


pH — это концентрация ионов водорода. От нее зависит, кислая либо щелочная среда в том или ином веществе.

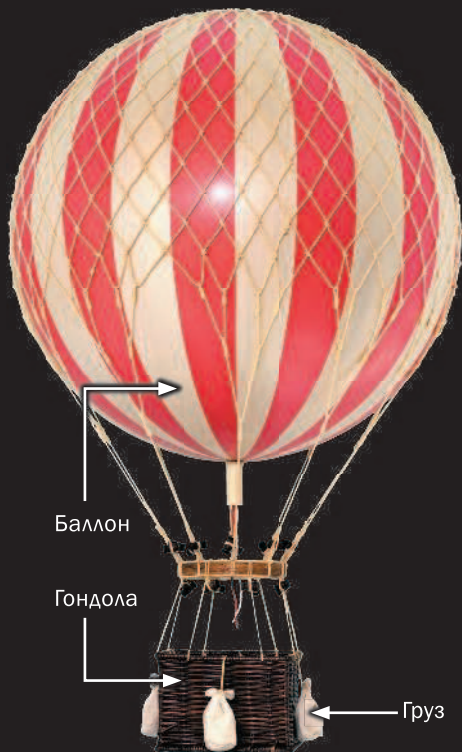
ГЕЛИЙ



Гелий расположен в 18-й группе Периодической системы, первом периоде. Открыли его сначала на Солнце и уже потом — на Земле. Отсюда и название — от греческого «гелиос» — «Солнце». Это инертный газ без цвета и запаха.



Количество протонов — 2
Количество электронов — 2
Количество нейтронов зависит от изотопа
Стабильные изотопы: ^3He , ^4He
Неметалл, инертный газ
Стандартное состояние — газ
Открытие — 1868, Н. Локьер, Ж. Жансен



Воздушный шар, наполненный гелием.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕМЕНТА

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.

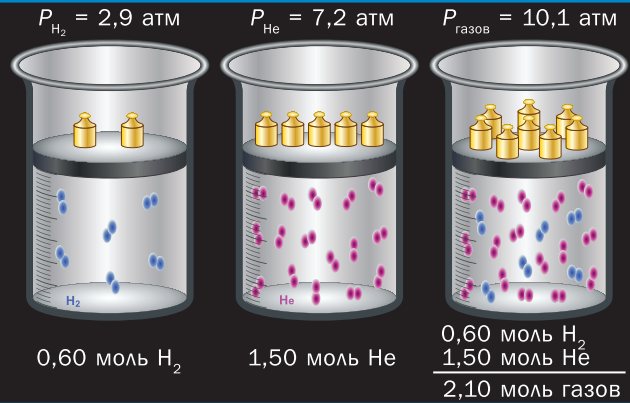
НАХОЖДЕНИЕ В ПРИРОДЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

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.

Гелием наполняют воздушные шары, трубки газоразрядных ламп, его используют в светодиодных лампах, ядерных реакторах, лазерах, накопителях жестких магнитных дисков.

НАГЛЯДНЫЙ ПРИМЕР

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



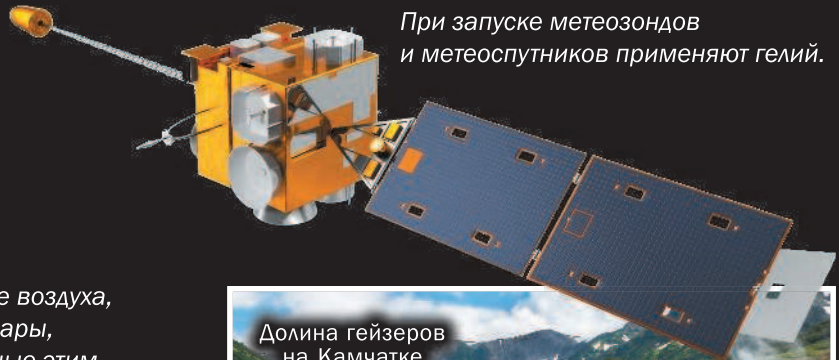
В металлургии гелий позволяет сохранять чистоту выплавляемого металла.



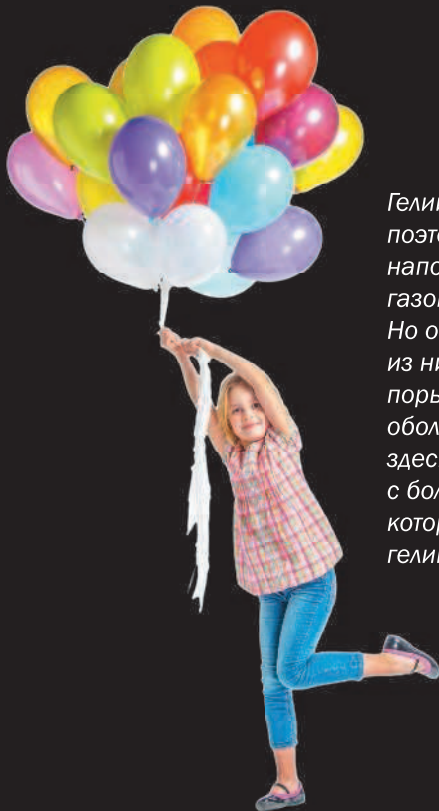
Гелий используется при производстве жестких дисков.



Дирижабли заполняют гелием.



При запуске метеозондов и метеоспутников применяют гелий.



Гелий легче воздуха, поэтому шары, наполненные этим газом, взлетают высоко. Но он быстро уходит из них через крохотные поры в резиновой оболочке. Помогают здесь новые материалы с более мелкими порами, которые удерживают гелий несколько недель.



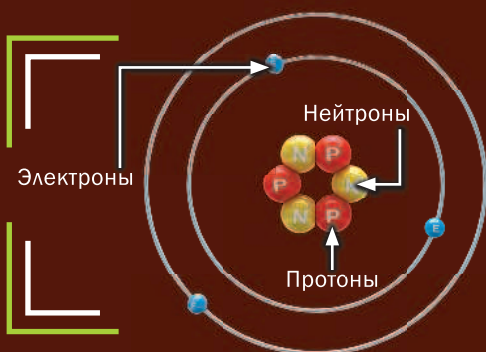
Долина гейзеров на Камчатке

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

ЛИТИЙ



Литий — элемент 1-й группы, второго периода Периодической системы. Это мягкий пластичный серебристо-белый щелочной металл. Название получил от греческого «литос» — «камень». Температура плавления: $180,54^{\circ}\text{C}$, температура кипения: 1340°C .



Количество протонов — 3

Количество электронов — 3

Количество нейтронов зависит от изотопа

Стабильные изотопы: ${}^6\text{Li}$, ${}^7\text{Li}$

Щелочной металл

Стандартное состояние — твердое вещество

Открытие — 1817, Ю. Арфведсон



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.

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



ПРИМЕНЕНИЕ

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, а также 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.