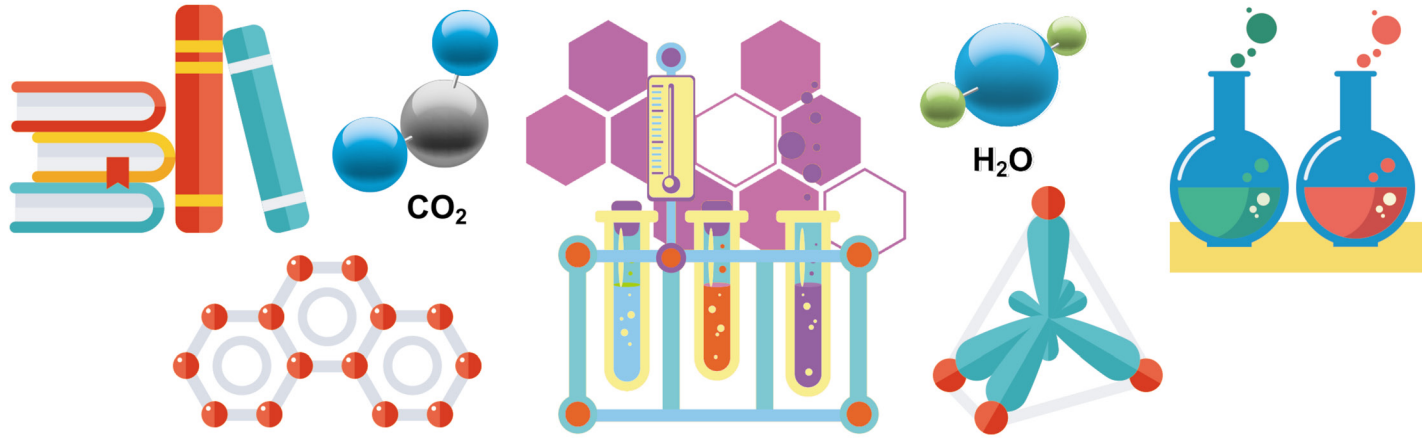
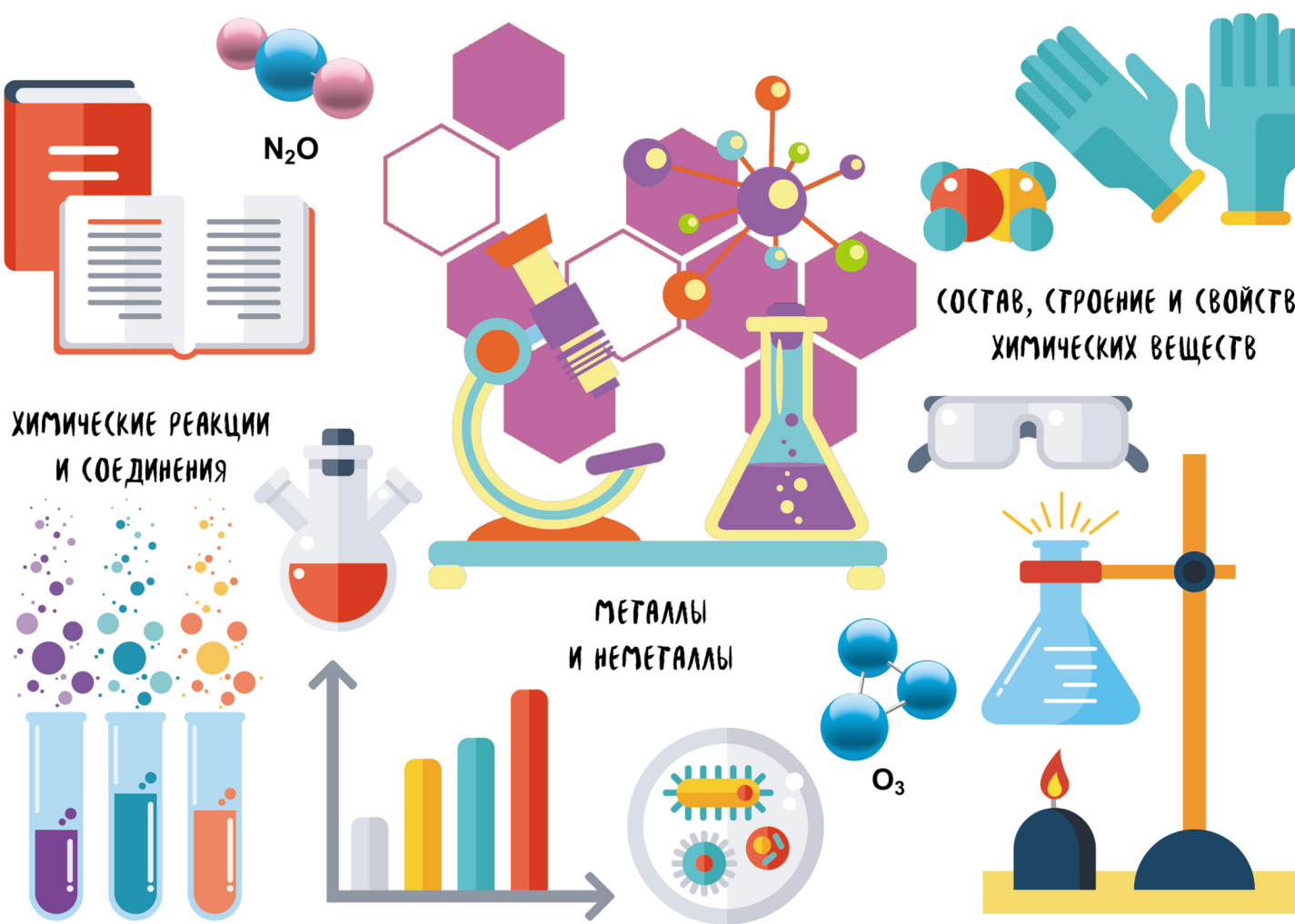


УВЛЕКАТЕЛЬНАЯ НАУКА

ХИМИЯ



УДК 087.5: 54
ББК 24я2
С71

Серия «Увлекательная наука» основана в 2016 году

Спектор, Анна Артуровна.
С71 Химия / А. А. Спектор. — Москва : Издательство АСТ, 2017. — 160 с. : ил. — (Увлекательная наука).

ISBN 978-5-17-103103-9.

Школьный курс химии только начался, а вы уже запутались во всем многообразии химических элементов? А может, вам, напротив, с легкостью дается этот предмет, и вы можете самостоятельно составить уравнение любой химической реакции? В любом случае наша книга вам пригодится! Вы узнаете, что такое вещество и каков его состав, какие химические соединения самые распространенные, какими свойствами обладают металлы и чем они отличаются от неметаллов и, наконец, какие вещества являются самыми важными для организма человека. А самое главное — эта книга написана просто и интересно. В отличие от школьных учебников, здесь нет непонятных терминов и сложных научных теорий — только красочные иллюстрации, понятные схемы, аналогии и сравнения.

Для среднего и старшего школьного возраста.

УДК 087.5: 54
ББК 24я2

© Оформление, обложка, иллюстрации ООО «Интеджер», 2017
© ООО «Издательство АСТ», 2017
© В оформлении использованы материалы, предоставленные Фотобанком Shutterstock, Inc., Shutterstock.com, 2017
© В оформлении использованы материалы, предоставленные Фотобанком Dreamstime, Inc., Dreamstime.com, 2017

ISBN 978-5-17-103103-9

СОДЕРЖАНИЕ

ВЕЩЕСТВО И ЕГО СОСТАВ 3
Вездесущая химия 3
Химические науки 4
Вещество 5
Атом 6
Элементы 8
Периодический закон 10
Электронная конфигурация элементов 13
Распространенность химических элементов в природе 16
Молекулы 19
Химические формулы 20
Химическая связь 22
Число Авогадро 23

ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ 26
Что такое химические реакции и как они происходят? 26
Окислительно-восстановительные реакции 27
Выделение и поглощение тепла при химических реакциях 29
Типы превращения реагирующих частиц 30
Что такое катализаторы? 31

РАСТВОРЫ 33
Что такое растворы? 33
Растворение 35
Растворы в зависимости от концентрации 37
Дисперсные среды 38
Диссоциация и константа равновесия 40
Индикаторы 41

ХИМИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ 46
Что такое химическое соединение? 46
Смеси и соединения — в чем различие? 47
Оксиды 48
Основания 51
Кислоты 53
Соли 57

МЕТАЛЛЫ 60
Общие свойства металлов 60
Производство металлов 64
Химические свойства металлов 65
Электрохимический ряд напряжений металлов 66
История металлов 67
Медь 69
Золото 74
Серебро 78
Железо 80
Свинец 85
Олово 87
Ртуть 90

НЕМЕТАЛЛЫ 94
Особенности неметаллов 94
Водород 98
Кислород 101
Природа горения 104
Соединение двух неметаллов, без которого невозможна жизнь 106
Азот 108
Углерод 113
Фосфор 116

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ 120
Что такое органические соединения 120
Углеводороды 126
Спирты 129
Карбоновые кислоты 131

САМЫЕ ВАЖНЫЕ ДЛЯ ОРГАНИЗМА ВЕЩЕСТВА 136
Липиды 136
Углеводы 139
Нуклеиновые кислоты 144
Аминокислоты и белки 146

ДАРЫ ПРИРОДЫ И ХИМИИ 151
Незаменимая соль 151
Из чего сделано мыло? 152
Из чего сделано стекло? 154
Секреты красок 155
Пластмассы 157

ВЕЩЕСТВО И ЕГО СОСТАВ

Вездесущая химия

Химия изучает превращение одних веществ в другие, а также законы, которым эти превращения подчиняются. Она окружает нас повсюду и всегда. Очень многие вещи созданы с помощью химических реакций.

Когда мы просыпаемся и идем умываться, то сразу же сталкиваемся с химией. Это мыло и зубная паста, которые нельзя сделать без химии. Кремы, мази и косметика — это тоже она, химия. Одежда, которую мы носим, нередко сделана из синтетических или искусственных волокон, а они созданы с помощью химии. Краски, которыми она покрашена, бывают искусственными и натуральными, но даже создание натуральных красителей связано с химией. Это же справедливо для красок, которыми мы рисуем, пасты в стержне шариковой ручки, краски, пропитавшей стержни фломастеров. Практически весь транспорт, на котором мы ездим, работает на топливе, а оно тоже произведено из нефти с помощью химии.

Если мы болеем, то принимаем лекарства, которые производят на фармацевтических заводах. А фармацевтика — это тоже химия. Когда мы готовим еду, в мясе, овощах и фруктах происходят химические реакции. Они совершаются и внутри нашего организма при переваривании пищи. Также в организме синтезируются различные вещества, в том числе белки и нуклеиновые кислоты. И этот синтез подчиняется законам химии, только особой — биологической. Действительно, химия вездесуща.

Топливо для автотранспорта производят из нефти химическими методами.

Производством лекарств занимается такая область химии, как фармацевтика.

Наука о превращении веществ очень увлекательна.

Химические науки

Химия настолько обширна, вещества и их превращения столь сложны, что ей пришлось разделиться на разные науки, вполне самостоятельные.

Неорганические вещества изучает неорганическая химия, в ее ведении — металлы и неметаллы, кислоты, основания, соли, некоторые другие соединения. Она исследует химические реакции, превращающие одни неорганические вещества в другие, их свойства, состав, структуру.

Особый класс соединений составляют органические — соединения углерода с водородом, кислородом, азотом, фосфором. Эти вещества, а также их строение, состав, синтез изучает органическая химия. Органических соединений гораздо больше, чем неорганических, потому что соединения углерода чрезвычайно разнообразны. Наиболее распространенные — углеводороды.

Органических и неорганических химических соединений сегодня известно более 87 млн. Многие из них производятся путем химического синтеза.

ВОПРОС 1

Какие вещества изучает органическая химия?

Биохимия исследует химические вещества, входящие в состав живых существ, их превращения и явления, которые сопровождают эти превращения в организмах. Она тесно связана с органической химией, химией лекарственных средств, нейрохимией, молекулярной биологией и генетикой. Ее предмет — белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты. Из биохимии выделилась биоорганическая химия, которая изучает связь между строением органических веществ и их биологическими функциями.

Особо важны в химии определение, анализ веществ, их распознавание, разделение и определение химических элементов и их соединений, установление химического состава веществ. Этим занимается аналитическая химия. В ней используются качественный анализ, с помощью которого определяют, какие вещества находятся в образце, и количественный анализ, который определяет, сколько того или иного вещества находится в образце.

Общие законы строения, структуры и превращения хи-

Переработкой нефти занимается нефтехимия. Бензин, который производится из нефти, относится к углеводородам — предмету органической химии.

мических веществ — предмет физической химии, самого обширного раздела этой науки. Она изучает химические явления при помощи физических теорий и методов. К физической химии относятся многие разделы, такие, например, как химическая кинетика, которая исследует протекание химических реакций во времени и их механизмы.

Общая химия изучается в школе и университетах, она включает в себя элементы органической, неорганической, физической и аналитической химии.

Существует еще множество других химических наук, которые так же разнообразны, как мир веществ и их свойства.

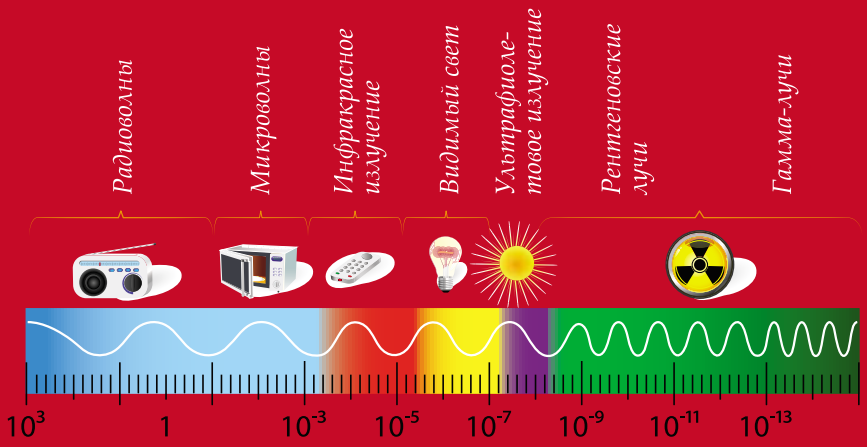
По цвету иногда можно определить качественный состав соединения, хотя это, конечно, далеко не единственный признак.

ВОПРОС 2

Какие виды анализа использует аналитическая химия?

ХИМИЯ СВЕТА

Свет — один из важнейших факторов, влияющих на химические реакции в живой природе и человеческом организме. Химические превращения, происходящие под действием света, — предмет фотохимии, раздела физической химии. Фотохимическую природу имеют образование озона, который защищает нас от космического излучения, фотосинтез, который происходит в растениях и насыщает атмосферу кислородом для дыхания, и зрение, благодаря которому мы видим окружающий мир.



Свет с любой длиной волны — инфракрасный, видимый и ультрафиолетовый — вызывает различные химические реакции.

Вещество

Наш мир материален, это значит, что он состоит из материи. А материя существует в двух видах: как обладающее массой вещество и поле, которое массы не имеет.

Каждое вещество имеет набор особых свойств, например плотность, температуры плавления и кипения, наличие или отсутствие кристаллической структуры. Этими свойствами занимается физика, хотя для химии их знание просто необходимо. Химические свойства вещества — это способность взаимодействовать с другими веществами, превращаться в них. Для химических свойств характерно взаимодействие частиц между собой (в том числе с превращением в другие частицы) без изменения строения атомов, входящих в эти частицы.

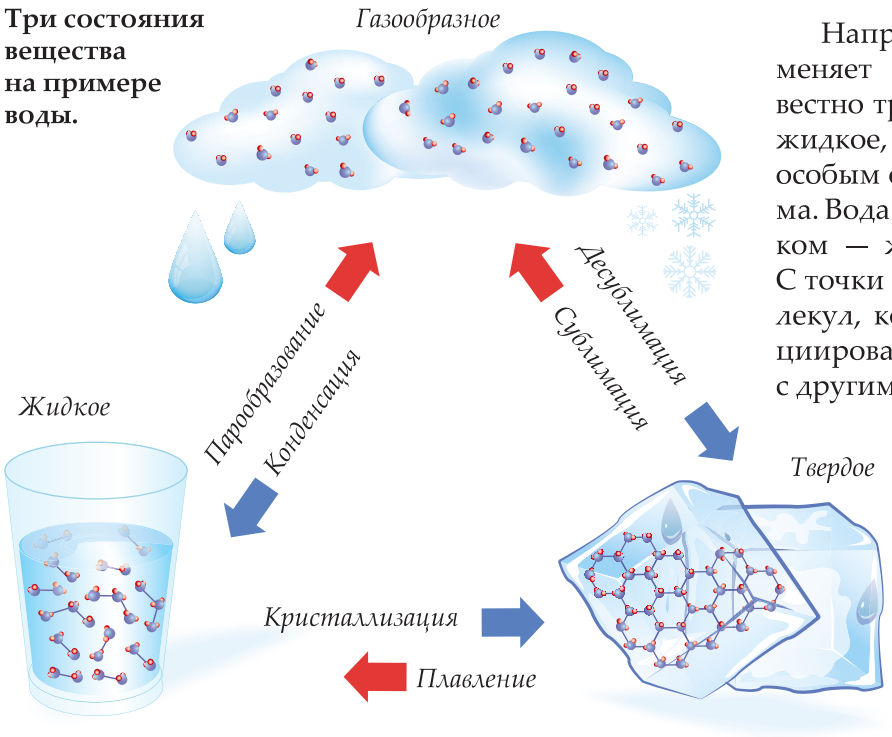
ВИДЫ ВЕЩЕСТВ

Вещества бывают органическими и неорганическими, простыми и сложными. Простые вещества состоят из одного вида атомов, сложные — из двух и более. Среди простых веществ различают металлы и неметаллы. Также вещества бывают неорганическими и органическими. Среди неорганических выделяются такие, как оксиды, основания, кислоты и соли. Органические вещества содержат углерод, водород, кислород, соединенные особым образом, а часто еще азот и фосфор. Существуют также органические кислоты.

Соль — неорганическое сложное вещество, оно состоит из натрия и хлора.

Сахар — органическое сложное вещество, оно состоит из углерода, водорода и кислорода.

Три состояния вещества на примере воды.



Например, физика изучает, как вода меняет свои агрегатные состояния. Известно три состояния вещества — твердое, жидкое, газообразное. Есть и четвертое — особым образом разреженный газ — плазма. Вода в твердом состоянии — лед, в жидком — жидкость, в газообразном — пар. С точки зрения химии вода состоит из молекул, которые могут разделяться (диссоциировать) на ионы и взаимодействовать с другими веществами, производя третьи.

ВОПРОС 3

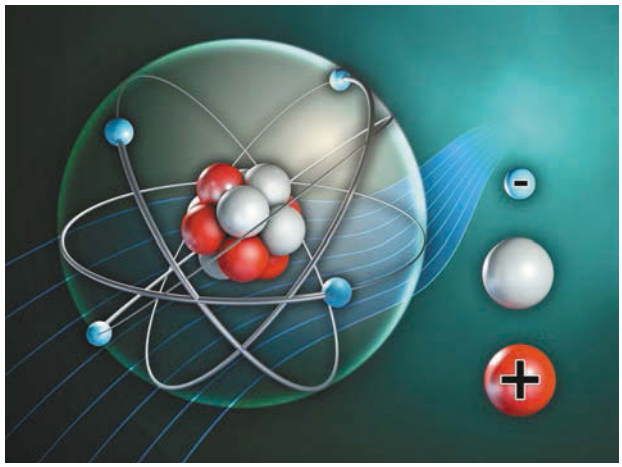
Сравните кипение воды и разложение ее на два элемента — водород и кислород. Какое из этих явлений физическое, а какое — химическое?

Атом

Вещества состоят из атомов. Атом — частица вещества очень малых размеров и массы. Это самая маленькая часть химического элемента, которая является носителем его свойств.

Слово «атом» происходит от греческого ἄτομος — «неделимый», и таковой эта частица считалась долгие века. Однако уже в начале XX в. стала известна структура атома.

Атом состоит из атомного ядра и электронной оболочки. Сто лет назад считалось, что электроны вращаются вокруг ядра, как планеты вокруг Солнца. Так часто изображают атом для упрощения. На самом деле невозможно опре-



Упрощенная модель атома. Красным цветом обозначены положительно заряженные протоны, серым — нейтральные нейтроны, голубым — отрицательно заряженные электроны.

делить точку, где в данный момент находится электрон. Электрон заряжен отрицательно, а ядро — положительно. Само ядро также состоит из элементарных частиц — протонов и нейтронов. Протоны имеют положительный заряд, а нейтроны электрически нейтральны. Обычно атом нейтрален. Это справедливо, когда число протонов в ядре такое же, как число электронов. Если у атома на внешней орбите имеется один или несколько дополнительных электронов, он превращается в отрицательно заряженный ион (анион). Если у атома на внешней орбите недостает одного или нескольких электронов, он превращается в положительно заряженный ион (катион). Таких ионов очень много в различных растворах.

ВОПРОС 4

Какой электрический заряд у атома?

Например:

Cl — атом хлора; Cl^- — отрицательно заряженный ион хлора с дополнительным электроном.

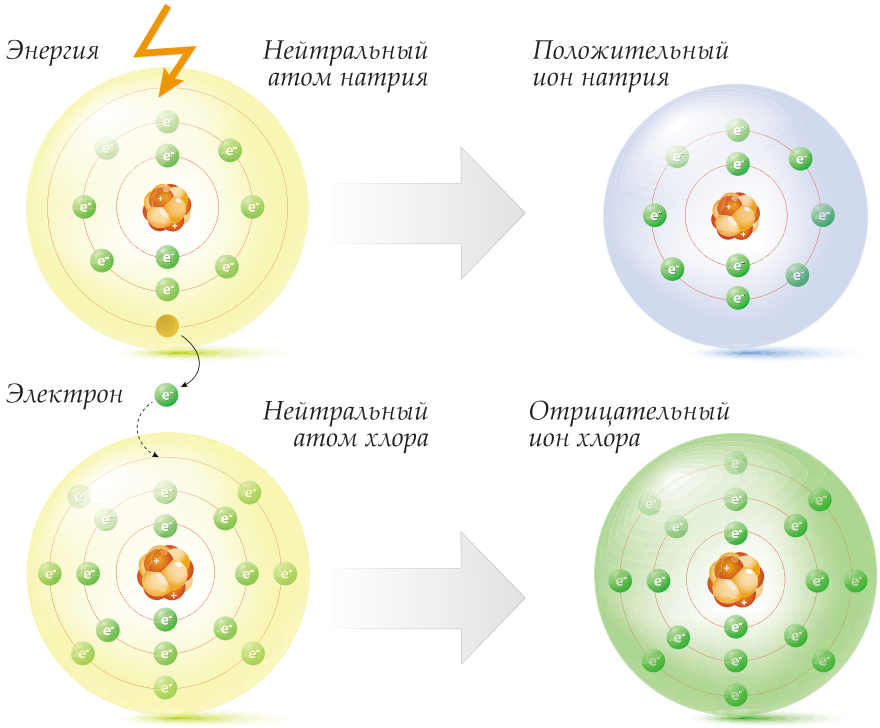
Na — атом натрия; Na^+ — положительно заряженный ион натрия, потерявший электрон.

Более 99 % массы атома сосредоточено в ядре. На долю электронов приходится очень незначительная часть. Массу атома измеряют в атомных единицах массы, равных 1/12 массы атома стабильного изотопа углерода ^{12}C.

Имеются атомы с одинаковым числом протонов, но с разным числом нейтронов. Такие атомы называются изотопами (разновидностями) одного и того же элемента. Существует единственный из стабильных атомов, у которого в ядре вообще нет нейтронов, а имеется только один протон. Вокруг ядра вращается (точнее, создает оболочку) один электрон. Это легкий водород, или протий. Существует также тяжелый водород — дейтерий. У него в ядре имеются две частицы — протон и нейтрон. Есть еще и сверхтяжелый водород — тритий. У него в ядре имеются три частицы — один протон и два нейтрона. А электрон у всех этих изотопов один. Вода, образованная дейтерием, называется тяжелой водой.

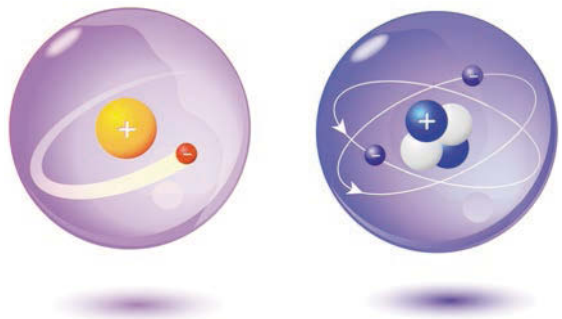
ВОПРОС 5

У какого единственного атома в ядре нет нейтронов?



Образование ионов, которые должны объединиться в молекулу поваренной соли.

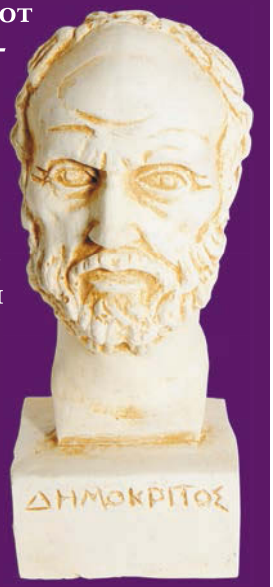
Атомы образуют межатомные связи и формируют молекулы. Молекулы могут состоять как из одного вида атомов, так и из нескольких.



Слева — атом водорода H, состоящий из одного протона и одного электрона; справа — атом гелия, ядро которого состоит из двух протонов и двух нейтронов, его окружают два электрона.

ЕСТЬ ЛИ У АТОМОВ КРЮЧКИ?

Понятие об атоме как самой маленькой неделимой частице материи сформировали более 2000 лет назад философы Древней Индии и Древней Греции. Греческий философ Демокрит говорил: «Нет ничего, кроме атомов, вечно движущихся в бесконечной пустоте». Он думал, что свойства вещества определяются формой, массой и другими характеристиками атома. По Демокриту, огонь обжигает, потому что атомы огня острые; тела твердые, потому что их атомы имеют крючки, которые намертво сцепляются друг с другом. Другой философ, Эпикур, писал, что этого не может быть, поскольку крючки у атомов обломались бы. Но до открытия истинной структуры атома было еще далеко.



Демокрит (ок. 460 г. до н. э. — ок. 370 г. до н. э.) — древнегреческий философ, один из основателей атомизма.

Понятие атома теснейшим образом связано с понятием элемента.

Элементы

В древности было распространено изречение: «Как слова состоят из букв, так и тела — из элементов». В начале XIX в. английский ученый Джон Дальтон предложил атомно-молекулярную гипотезу, которая рассматривает химический элемент как отдельный вид атомов и утверждает, что простые вещества состоят из атомов одного вида, а сложные — из разных. Дальтон также указал, что важнейшее свойство элементов — это атомный вес.

Джон Дальтон (1766—1844) — английский ученый, занимавшийся и физикой, и химией.

Химический элемент — это совокупность атомов, у которых одинаковы заряды ядер и число электронов в оболочке. У каждого химического элемента есть латинское название и символ, который состоит из одной или двух латинских букв. Например, латинское название железа — Ferrum, символ — Fe; латинское название водорода — Hydrogenium, символ — H. Названия элементов утверждаются Международным союзом теоретической и прикладной химии — ИЮПАК (англ. International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC). До утверждения может пройти несколько лет. Все это время элемент носит временное название, произведенное от латинского числительного, которое соответствует цифрам в атомном номере элемента. Например, 118-й элемент долгое время носил название «унуноктий» и символ Uuo, сегодня же это оганесон (Og).

Форма существования химических элементов — простые вещества. Элементы и простые вещества — разные понятия. Вещества облада-

СОВМЕСТНОЕ РЕШЕНИЕ ХИМИКОВ

В 1860 г. в немецком городе Карлсруэ состоялся международный съезд химиков, где по инициативе итальянского ученого Станислао Канницаро были приняты определения понятий «молекула» и «атом».

В середине XIX в. были известны 63 химических элемента. Сегодня же их число равно 118.

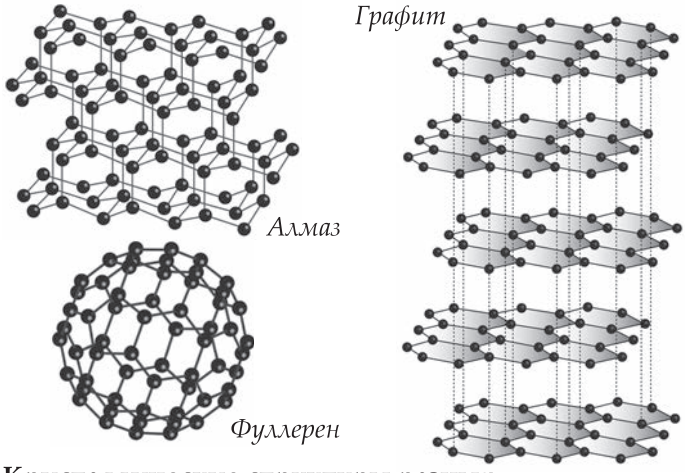
ют определенными свойствами, элементы — просто совокупности атомов, абстрактные объекты.

Уголь, алмаз и фуллерен — разные вещества, но один элемент.

Кроме того, для одного и того же химического элемента может иметься несколько различных типов простых веществ. Такие типы называются аллотропными модификациями. Причин этому может быть несколько: например разный состав или разное строение молекул либо различное размещение молекул или атомов в кристалле. Но главная причина, конечно, строение атома и его способность образовывать разные химические связи.

ВОПРОС 6

Прочитайте эти названия: углерод, кислород, уголь — и скажите, где здесь вещество, где элемент, а где и то, и другое?

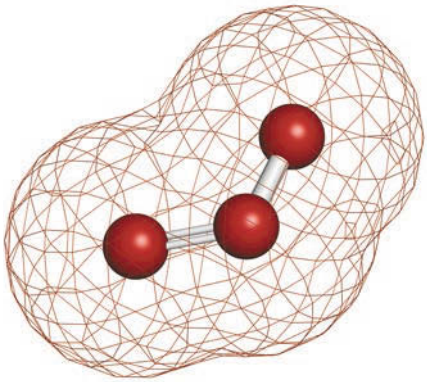


Кристаллические структуры разных модификаций углерода.

Аллотропные модификации элементов различаются по физическим свойствам и химической активности (так, температура плавления алмаза выше, чем у фуллерена, а озон более активен, чем кислород).

Свойства всех элементов изменяются периодически и согласно периодическому закону и собраны в особую таблицу, которая названа именем открывшего ее ученого Дмитрия Ивановича Менделеева.

Озон состоит из трех атомов кислорода, а молекулярный кислород — из двух. Это разные вещества, хотя они состоят из одного и того же элемента.



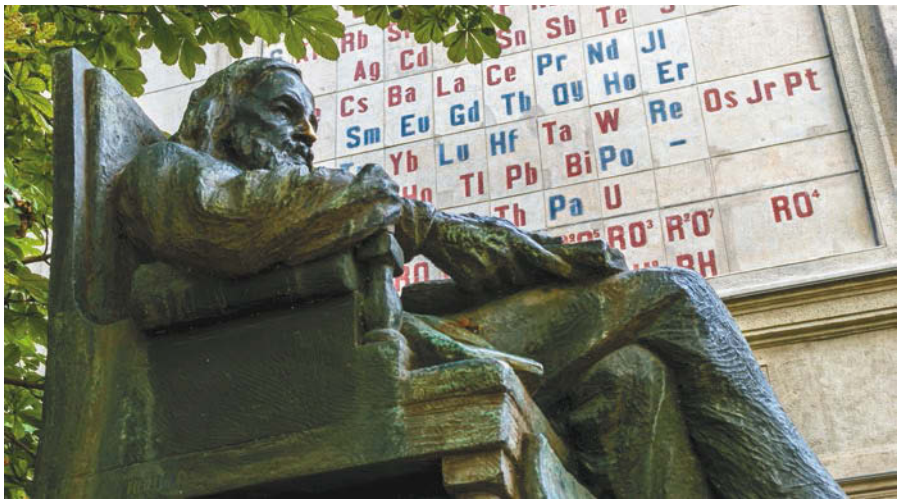
Периодический закон

Периодический закон — фундаментальный закон природы, который Дмитрий Иванович Менделеев открыл в 1869 г. Для этого он сопоставил свойства известных в те времена химических элементов с величинами их атомных масс.

Классифицировать и систематизировать химические элементы начали задолго до этого. Но число известных элементов было недостаточно, а атомные массы многих из них были определены неверно. Однако со временем ученые открывали все новые и новые элементы, определяли их атомные веса.

В 1864 г. была опубликована таблица Уильяма Одлинга, где элементы размещались в соответствии с атомными весами и со сходством химических свойств, правда, никаких выводов из этого сделано не было. В том же году немецкий химик Лотар Мейер опубликовал таблицу из 28 элементов, разделенных на шесть столбцов по их валентностям.

В марте 1869 г. на заседании Русского химического общества Менделеев доложил об открытии периодического закона химических элементов. В том же году он включил периодическую таблицу в свой учебник «Основы химии».



Памятник Д. И. Менделееву у здания НИИ метрологии (ранее — Главная палата мер и весов). Россия, Санкт-Петербург, сентябрь 2016 г.
© Srg Gushchin / Shutterstock.com

ВОПРОС 7

Что надо было знать для правильного составления таблицы химических элементов?

В 1871 г. Дмитрий Иванович Менделеев дал формулировку периодического закона в статье «Периодическая законность химических элементов». Она звучала 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».

Менделеев, в отличие от своих предшественников, не просто составил таблицу и указал закономерности в отношениях атомных весов, но и назвал их общим законом природы. Предположив, что свойства элемента зависят от атомного веса, он в некоторых случаях исправил ранее принятые веса и описал свойства элементов, которые еще не были открыты. Таким образом, в его таблице оставались пустые места.

ВОПРОС 8

Почему в первой таблице Д. И. Менделеева остались пустые места?

Периодическая таблица химических элементов Д. И. Менделеева.

Примечание: названия элементов 113—118 были даны при их открытии и впоследствии изменены.

1 H Hydrogen 1.0079																	2 He Hellium 4.00260
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.01218											5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.00674	8 O Oxygen 15.9994	9 F Fluorine 18.998403	10 Ne Neon 20.1797
11 Na Sodium 22.989768	12 Mg Magnesium 24.305											13 Al Aluminium 26.981539	14 Si Silicon 28.0855	15 P Phosphorus 30.973762	16 S Sulfur 32.066	17 Cl Chlorine 35.4527	18 Ar Argon 39.948
19 K Potassium 39.0983	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.95591	22 Ti Titanium 47.88	23 V Vanadium 50.9415	24 Cr Chromium 51.9961	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.847	27 Co Cobalt 58.9332	28 Ni Nickel 58.6934	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.39	31 Ga Gallium 69.732	32 Ge Germanium 72.64	33 As Arsenic 74.92159	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.80
37 Rb Rubidium 85.4678	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.90585	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.90638	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium 98.9072	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.9055	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.8682	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.90447	54 Xe Xenon 131.29
55 Cs Cesium 132.90543	56 Ba Barium 137.327	57-71	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.9479	74 W Tungsten 183.85	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.08	79 Au Gold 196.9665	80 Hg Mercury 200.59	81 Ti Thallium 204.3833	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98037	84 Po Polonium (208.9824)	85 At Astatine 209.9871	86 Rn Radon 222.0176
87 Fr Francium 223.0197	88 Ra Radium 226.0254	89-103	104 Rf Rutherfordium (261)	105 Db Dubnium (262)	106 Sg Seaborgium (266)	107 Bh Bohrium (264)	108 Hs Hassium (269)	109 Mt Meitnerium (268)	110 Ds Darmstadtium (269)	111 Rg Roentgenium (272)	112 Cn Copernicium (277)	113 Uut Ununtrium unknown	114 Uuq Ununquadium (289)	115 Uup Ununpentium unknown	116 Uuh Ununhexium (298)	117 Uus Ununseptium unknown	118 Uuo Ununoctium unknown

Лантаноиды	57 La Lanthanum 138.9055	58 Ce Cerium 140.115	59 Pr Praseodymium 140.90765	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium 144.9127	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.9655	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.92534	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.93032	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.93421	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.967
Актиноиды	89 Ac Actinium 227.0278	90 Th Thorium 232.0381	91 Pa Protactinium 231.03588	92 U Uranium 238.0289	93 Np Neptunium 237.0482	94 Pu Plutonium 244.0642	95 Am Americium 243.0614	96 Cm Curium 247.0703	97 Bk Berkelium 247.0703	98 Cf Californium 251.0796	99 Es Einsteinium (254)	100 Fm Fermium 257.0951	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.1009	103 Lr Lawrencium (262)

Символ

Атомный номер — 1 H Hydrogen 1.0079 — *Название*

Атомный вес

Неметаллы

Щелочно-земельные металлы

Полуметаллы

Галогены

Лантаноиды

Щелочные металлы

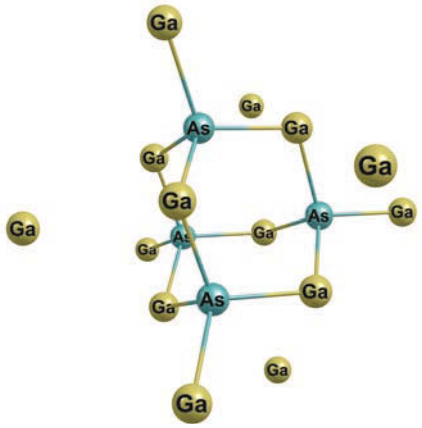
Переходные металлы

Легкие металлы

Инертные газы

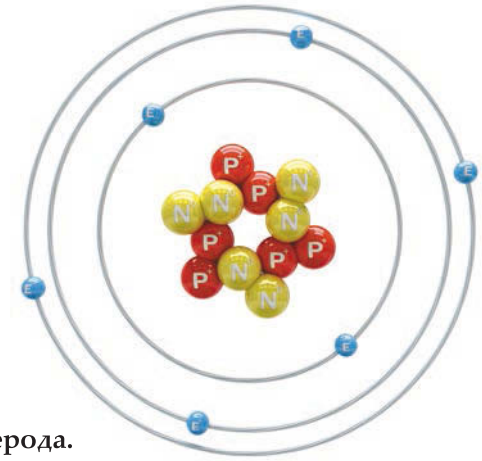
Актиноиды

Эти места были заняты в последующие годы. Так, в 1875 г. Поль Лекок де Буабодран объявил об открытии элемента галлия. Оказалось, что это предсказанный Менделеевым экаалюминий. В 1879 г. Ларс Нильсон открыл скандий — менделеевский экабор, а в 1886 г. Клеменс Винклер обнаружил германий, который Дмитрий Иванович когда-то назвал экасилицием. С середины 1880-х гг. периодический закон полностью признали как одну из фундаментальных основ химии.



Арсенид галлия — соединение галлия с мышьяком. Галлий был открыт благодаря спектральному анализу. Лекок де Буабодран переработал большое количество породы и наконец выделил элемент. Менделеев сразу же отметил, что это предсказанный им экаалюминий, и даже указал более точный атомный вес, который впоследствии подтвердился.

Но в те времена еще не были известны причины такого периодического изменения свойств элементов. Это удалось сделать после открытия строения атома, его ядра и электронной оболочки. 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». Сегодня химических элементов уже 118, и их свойства изменяются согласно периодическому закону.



Атом углерода.

КАК ОДНА ДЕРЕВНЯ ДАЛА НАЗВАНИЯ СРАЗУ ЧЕТЫРЕМ ЭЛЕМЕНТАМ?

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, около которой обнаружили крупное месторождение редкоземельных металлов.

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

Электронная конфигурация элементов

Таблицу Менделеева принято делить на периоды (горизонтальные строки химических элементов) и группы (вертикальные столбцы химических элементов).

Чтобы разобраться в таблице Менделеева, надо вернуться к строению атома, точнее, к его электронной оболочке.

Область пространства вокруг ядра, где нахождение электрона наиболее вероятно, называют атомной орбиталью или электронным облаком. У орбиталей встречаются разные форма, размер и ориентация. Согласно законам очень сложной науки квантовой механики, атомная орбиталь и электрон, который находится на ней, характеризуются четырьмя квантовыми числами.

ВОПРОС 9

Что такое атомная орбиталь?

Главное квантовое число n обозначает общую энергию электрона на данной орбитали. Его значения — натуральные целые числа от 1 и выше.

Орбитальное квантовое число l определяет форму атомной орбитали. Оно принимает значения целых чисел от 0 до $n - 1$, где n — главное квантовое число.

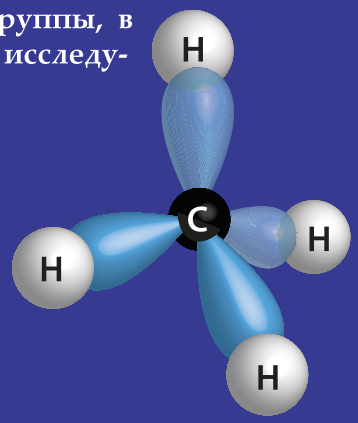
Орбитали с $l = 0$ носят название s-орбиталей (sharp — «резкая»). Они обладают сферической формой и не имеют направленности в пространстве.

ЧТО ТАКОЕ ВАЛЕНТНОСТЬ?

Слово «валентность» происходит от латинского valēns («имеющий силу») и означает способность атомов химических элементов образовывать определенное число химических связей.

Валентные электроны находятся на внешней (валентной) оболочке атома. Именно они определяют, как ведет себя элемент в химических реакциях. Чем меньше валентных электронов у элемента, тем легче он их отдает, то есть ведет себя как восстановитель. Чем больше у элемента валентных электронов, тем легче он их приобретает, то есть ведет себя как окислитель.

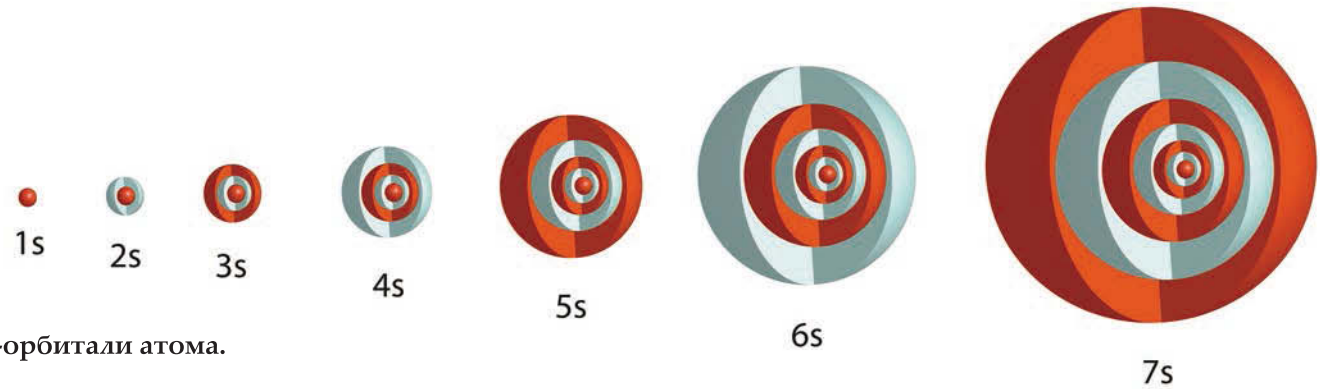
Валентные электроны определяются довольно просто — по таблице Менделеева. Для основных элементов (кроме подгрупп, так как там есть исключения) верно условие: наибольшее количество валентных электронов соответствует номеру группы, в которой находится исследуемый элемент.



По молекуле метана видно: атом углерода имеет валентность 4, он способен поделиться с атомами водорода четырьмя электронами.

ВОПРОС 10

Как количество валентных электронов соотносится со способностью притягивать электроны от других атомов?



s-орбитали атома.

Орбитали с $l = 1$ — это *p*-орбитали (principal — «главная»). Они напоминают гантель, их форму называют трехмерной восьмеркой.

Орбитали с $l = 2$ — это *d*-орбитали (diffuse — «диффузная»), они имеют форму удвоенной гантели или четырехлепесткового цветка.

Орбитали с $l = 3$ — это *f*-орбитали (fundamental — «базовая»). Они имеют сложную форму, напоминающую шестилепестковый цветок.

Пространственную ориентацию орбитали определяет магнитное квантовое число m_l.

Спиновое квантовое число (или просто спин) m_s отвечает за направление вращения электрона в атоме.

Совокупность всех орбиталей в атоме с одинаковым значением квантового числа — это энергетический уровень, или электронная оболочка. Любой произвольный энергетический уровень с номером n состоит из n^2 орбиталей.

Множество орбиталей с одинаковыми значениями главного квантового числа и орбитального квантового числа — это энергетический подуровень.

Каждый энергетический уровень, которому соответствует главное квантовое число n, содержит n подуровней. Каждый энергетический подуровень с орбитальным квантовым числом l состоит из $(2l + 1)$ орбиталей. Значит, *s*-подуровень состоит из одной *s*-орбитали, *p*-подуровень — из трех *p*-орбиталей, *d*-подуровень — пяти *d*-орбиталей, а *f*-подуровень — из семи *f*-орбиталей.

Распределение электронов по орбиталям называется электронной конфигурацией.

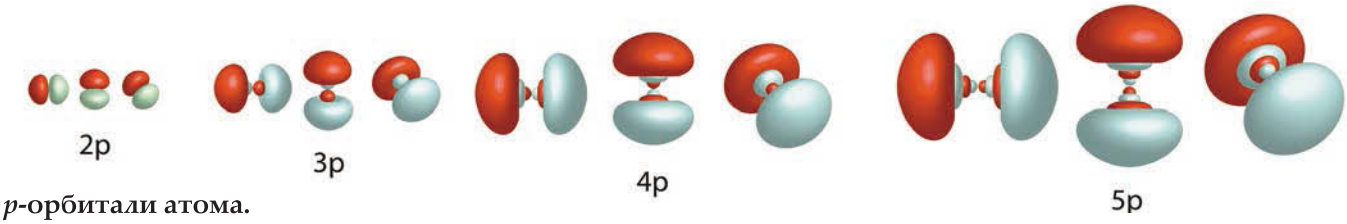
Для каждого элемента можно записать его электронную формулу (конфигурацию). Например, у фосфора, элемента с 15 протонами и 15 электронами, она такая:

$^{15}P = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$,

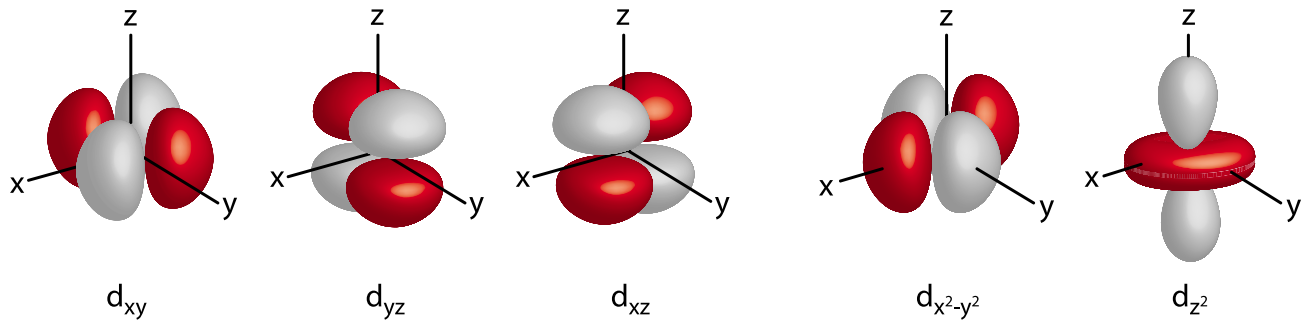
где цифры обычного размера — это номера энергетических уровней; верхние индексы — количество электронов на каждом подуровне.

При этом у фосфора на внешних электронных подуровнях пять электронов, следовательно, он относится к пятой группе периодической системы. На предвнешних подуровнях — восемь электронов, а на внутреннем уровне — два электрона.

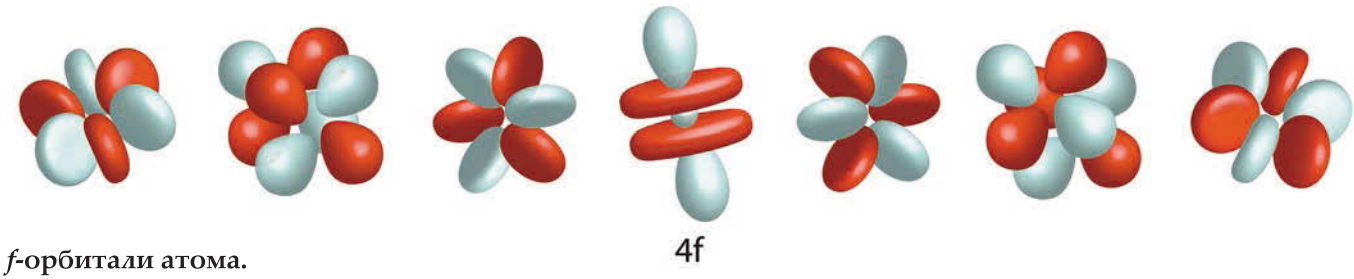
Следовательно, период — это последовательность элементов (от щелочного металла до инертного газа), атомы ко-



***p*-орбитали атома.**

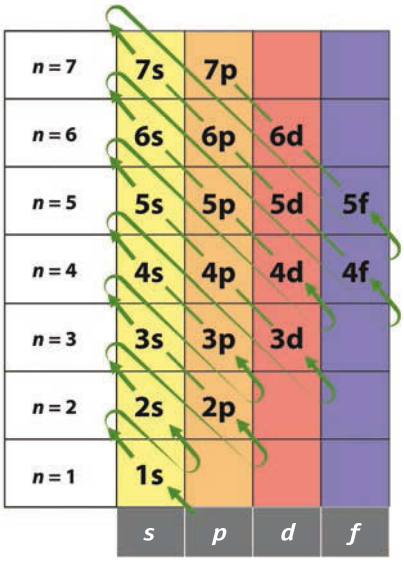


***d*-орбитали атома пяти различных ориентаций.**



***f*-орбитали атома.**

Фосфор имеет пять валентных электронов.



Заполнение орбиталей электронами.

торых имеют одинаковое число энергетических уровней, равное номеру периода.

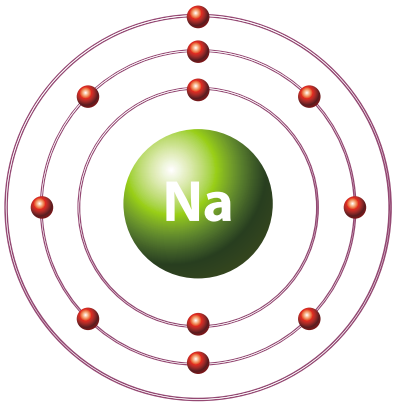
Главная подгруппа — это вертикальный ряд элементов, у атомов которых имеется одинаковое число электронов на внешнем энергетическом уровне. Это число равно номеру группы (кроме водорода и гелия). Число электронов на внешнем энергетическом уровне группы растет в соответствии с ее номером.

Все элементы в периодической системе разделяются на четыре электронных семейства (*s*-, *p*-, *d*-, *f*-элементы) в зависимости от того, какой подуровень в атоме элемента заполняется последним.

ВОПРОС 11

От чего зависит название электронного семейства элемента?

Побочная подгруппа — это вертикальный ряд *d*-элементов, которые имеют одинаковое суммарное число электронов на *d*-подуровне предвнешнего слоя и *s*-подуровне внешнего слоя. Это число обычно равно номеру группы и растет в соответствии с ее номером.



Атомная масса: 22,989 а. е. м.
Электронная конфигурация: 2, 8, 1

Натрий — активный щелочной металл первой группы.

У атомов всех элементов одного периода одинаковое число электронных слоев, равное номеру периода. Все периоды, кроме первого, начинаются с элемента, образующего щелочной металл, а заканчиваются элементом, образующим благородный (инертный) газ.

Таким образом, с увеличением заряда ядра атомов наблюдается постепенное закономерное изменение свойств элементов и их соединений от металлических к типично неметаллическим, и связано это с увеличением числа электронов на внешнем энергетическом уровне.

Аргон — инертный газ восьмой группы.

ВИДЫ ЭЛЕМЕНТОВ

У *s*-элементов последним заполняется *s*-подуровень. К данным элементам относятся элементы главных подгрупп I и II групп. Это щелочные и щелочноземельные металлы, водород и гелий.

У *p*-элементов заполняется *p*-подуровень. К *p*-элементам относят последние шесть элементов каждого периода, кроме первого и седьмого, а также элементы главных подгрупп III—VIII групп.

***d*-элементы располагаются между *s*- и *p*-элементами в больших периодах от III до XII группы. Их называют переходными металлами.**

К *f*-элементам относятся лантаноиды и актиноиды. Они обычно находятся отдельно внизу таблицы.

ВОПРОС 12

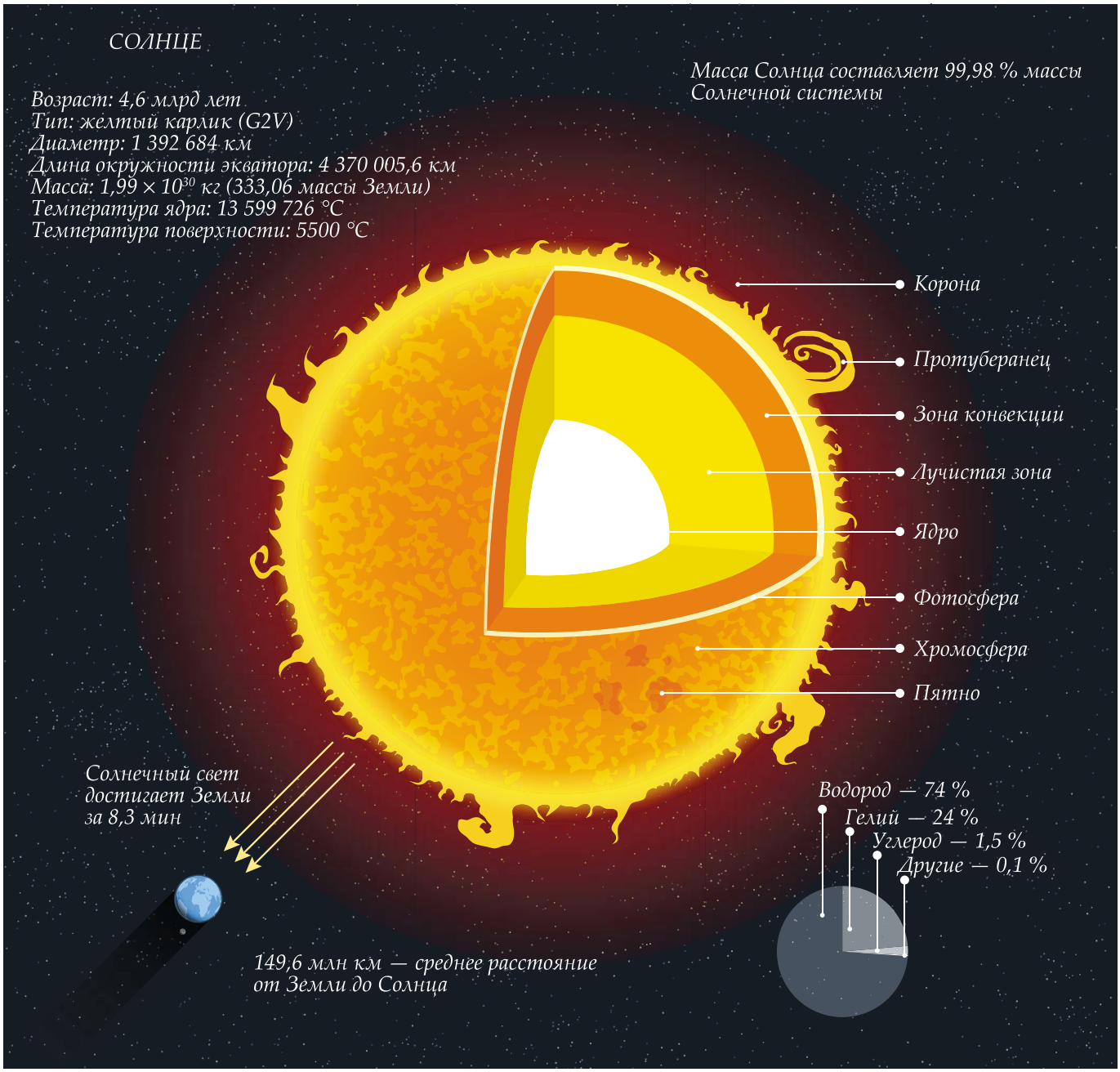
Почему *d*-элементы называют переходными?

Распространенность химических элементов в природе

Одни элементы встречаются в природе часто, другие — очень редко. Самый распространенный из химических элементов — это водород. Он составляет бóльшую часть вещества звезд. Следующий по распространенности — гелий, ведь в ядре звезды водород постоянно превращается в гелий во время ядерной реакции.

ВОПРОС 13

Какой элемент распространен во Вселенной больше всего?



Структура и химический состав Солнца. В среднем на 10 000 атомов водорода в звездах приходится около 1000 атомов гелия, 5 атомов кислорода и менее 1 атома остальных элементов.