



Дорогие восьмиклассники!

Вы приступаете к изучению нового предмета — **химии**. Вместе с биологией и физикой химия принадлежит к числу естественных наук — наук, изучающих природу и происходящие в ней изменения. Как вы знаете, объектом изучения биологии являются живые организмы: растения, животные и человек. Физика исследует наиболее общие законы и явления природы. В центре внимания химии находятся вещества. Некоторые из них — воздух, вода, стекло, сахар, железо, поваренная соль — знакомы вам с детства, другие предстоит изучить.

Машины, мебель, почва, пища и, наконец, наш собственный организм — все это состоит из веществ. Их число огромно — более 20 миллионов. Лишь незначительная часть этих веществ дана нам природой в готовом виде — например, кислород, вода, белки, нефть, золото; другие вещества, такие как сера, бензин, сахар, — выделяют из природного сырья. Но самое большое число веществ, которых раньше в природе не существовало, получено человеком. Это пластмассы, керамика, лекарства, красители, а также многие соединения, которые бесполезны с практической точки зрения, но обладают интересными для ученых свойствами.

Свойства веществ можно понять, лишь обладая определенными знаниями. Так, чтобы научиться читать, надо сначала выучить буквы. Химия тоже имеет свой собственный язык — язык формул и уравнений. Ежегодно ученые синтезируют тысячи новых веществ, каждому из которых присваивают название, поэтому язык химии развивается так же стремительно, как и сама наука.

Окружающий нас мир постоянно изменяется. Каждую секунду происходит множество химических реакций, в результате которых одни вещества превращаются в другие. Мы сделали вдох, и в организме начались реакции окисления



органических веществ. Мы сделали выдох, и в воздух попал углекислый газ, который в растениях превратится в углеводы. Некоторые химические превращения можно наблюдать непосредственно, например ржавление железных предметов или свертывание крови. В то же время подавляющее большинство реакций протекают незаметно для нас. Для того чтобы познать суть происходящих процессов и научиться ими управлять, человеку и нужна химия.

Почему бензин горит, а вода — нет? Можно ли вырастить синие розы и красные васильки? Как получить новые вещества, которых нет в природе? Почему изделия из капрона нельзя гладить горячим утюгом? Отчего желтеют листья? Ответы на эти и многие другие вопросы дает химия.

Конечно, можно жить и не задумываться о том, что мы видим вокруг, не задавать лишних вопросов и не стремиться найти на них ответы. Можно дышать воздухом и не знать, что в нем есть кислород, пить газировку и не догадываться, какой газ из нее выделяется, жечь костер и не понимать, почему горят дрова. На наш взгляд, отсутствие элементарных знаний по химии, как, впрочем, и многих других знаний, ограничивает кругозор и сужает круг общения. Как было написано на одной из шумерских табличек около четырех тысяч лет назад, «знающий может показать табличку знающему, но не незнающему». Стремитесь стать людьми знающими!

Для большинства из вас наш учебник окажется первой книгой по химии. С ней вы попадете в совершенно новый мир науки и узнаете много интересного об окружающих вас веществах. Но помните, что учебник — это не магическая книга, где, по представлениям древних, содержались ответы на все вопросы. Здесь приведены лишь элементарные химические понятия — своеобразная химическая азбука. Однако без этих знаний дальнейшее изучение науки окажется невозможным.

Желаем вам успехов в изучении химии!

АВТОРЫ



Глава 1

ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ



§ 1. Вещества

Вы, наверное, знаете, что весь мир, живая и неживая природа, растения и камни, компьютеры и дома, воздух, да и сам человек — все это состоит из **веществ**. Названия некоторых из них вам хорошо знакомы. Так, гвозди, молотки, топоры делают из железа, прозрачные пакеты для хранения пищевых продуктов — из полиэтилена, свечи — из воска, парафина или стеарина, бутылки — из стекла. Фольга, в которую заворачивают шоколадные конфеты, сделана из алюминия, а внутри термометра, которым измеряют температуру тела, находится ртуть. Железо, полиэтилен, воск, алюминий, шоколад, стекло, ртуть, а также аспирин, аскорбиновая кислота и другие лекарства — это вещества.

В физике все окружающие нас предметы называют физическими телами, а то, из чего они состоят, — веществами. Тело может состоять из одного или нескольких веществ: стакан (тело) состоит из стекла (вещество), пластиковая бутылка (тело) — из полиэтилентерефталата (вещество), страница книги (тело) — из бумаги (вещество) и краски (вещество).

Изучением веществ и занимается наука химия. Изучить вещество — значит узнать его свойства, описать, из чего и как оно построено. Каждое вещество характеризуется определенными **свойствами**, т. е. признаками, по которым оно отличается от других или сходно с ними. К **физическим свойствам** относят агрегатное состояние, цвет, запах, температуру плавления, температуру кипения, плотность, тепло- и электропроводность, растворимость



и т. д. Например, вода — это бесцветная жидкость, которая замерзает при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, кипит при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, ее плотность 1 г/см^3 (при $4\text{ }^{\circ}\text{C}$), это вещество плохо проводит тепло и не проводит электрический ток. Сахар — твердое, хрупкое вещество белого цвета, сладкое на вкус, прекрасно растворимое в воде, его температура плавления равна $185\text{ }^{\circ}\text{C}$, а плотность $1,59\text{ г/см}^3$.

Такие физические свойства веществ, как цвет и запах, определяют непосредственным наблюдением, поэтому их трудно описать точно. Более того, нередко цвет вещества зависит от условий. Так, все вещества, кажущиеся нам бесцветными,

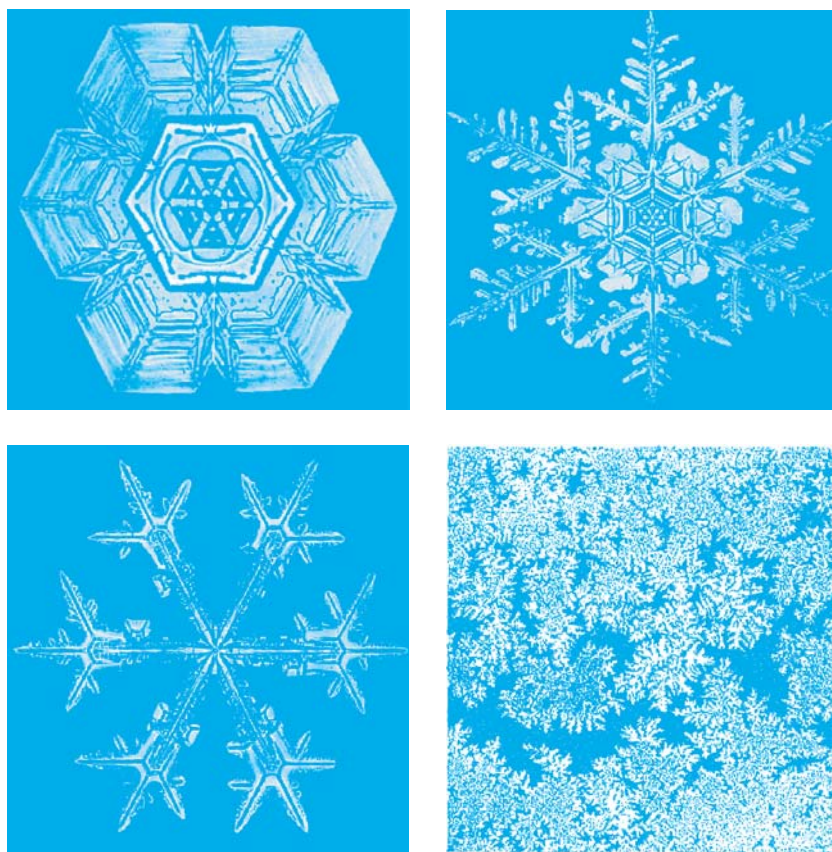


Рис. 1. Снежинки, а также крупные кристаллы инея образуются при кристаллизации водяного пара. На ровных и гладких поверхностях кристаллы льда часто принимают причудливые формы. Вы, конечно, видели на замерзших окнах такие ледяные узоры

например лед, при измельчении становятся белыми. Ведь снег — это тот же лед, но состоящий из отдельных кристалликов, снежинок (рис. 1).

Те физические свойства веществ, которые легко измерить, — температуры плавления и кипения, плотность, тепло- и электропроводность — приведены в справочниках (см., например, «Приложение», табл. 1).



1. Что называют веществом? Приведите примеры веществ.
2. Выпишите из перечня названия веществ: дерево, древесина, железо, гвоздь, ваза, стекло, сахар, лед, льдина, проволока, медь, нож, сталь, ртуть, термометр.
3. Какие свойства веществ относят к физическим?
4. Опишите физические свойства следующих веществ: а) алюминия; б) полиэтилена; в) поваренной соли; г) уксусной кислоты; д) углекислого газа.
- ♦ 5. Химическое название аспирина — ацетилсалициловая кислота. Какие свойства этого вещества вам известны?

§ 2. Агрегатные состояния вещества

Каждое вещество может существовать в трех основных агрегатных состояниях — твердом, жидком и газообразном. Переходы между ними происходят при изменении температуры и давления. При высокой температуре и низком давлении вещества существуют в виде газов, а при низкой температуре являются твердыми. Например, когда столбик термометра опускается ниже нулевой отметки, вода превращается в лед. Иными словами, происходит процесс кристаллизации — переход вещества из жидкого состояния в твердое. Ртуть — жидкий при комнатной температуре металл, кристаллизуется при $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$. Понижая температуру и повышая давление, можно любое вещество сделать твердым. Именно так получают, например, твердый углекислый газ, известный под названием «сухой лед». Попадая в воду, кусочки «сухого льда» тают буквально на глазах. Причина этого проста — даже холодная вода оказывается необычайно теплой для «сухого льда» (его температура равна $-79\text{ }^{\circ}\text{C}$), и он возгоняется, т. е. переходит из твердого состояния в газообразное.

Когда говорят о веществах в газообразном состоянии, иногда помимо термина *газ* используют и слово *пар*. Паром называют газ, образовавшийся при испарении твердого или жидкого вещества. Так, в воздухе всегда присутствует бесцветный и незаметный для глаза водяной пар, он обуславливает влажность воздуха. Пар, выделяющийся при кипении чайника, состоит не только из газообразной воды, но и из крошечных ее капелек, образующихся при конденсации. Аналогично возникает туман.



Приведите примеры веществ, которые при комнатной температуре находятся в состоянии:

- а) твердом;
- б) жидком;
- в) газообразном.

§ 3. Работа в химической лаборатории

Для работы с веществами химики используют специальную посуду. Простейшие опыты проводят в *пробирках* — стеклянных трубках, заплавленных с одного конца. Если необходимо нагревание, пробирку помещают в специальный держатель.

В любой химической лаборатории есть *химические стаканы*, а также *колбы* — сосуды с широким основанием и узким горлышком (рис. 2). Колбы бывают конические, плоскодонные и круглодонные. Чтобы пробирки и колбы можно было нагревать на открытом пламени, их делают из тонкого стекла. Такие тонкостенные сосуды разбить гораздо легче, чем толстостенные, которыми вы привыкли пользоваться в быту, поэтому и обращаться с ними следует аккуратнее.

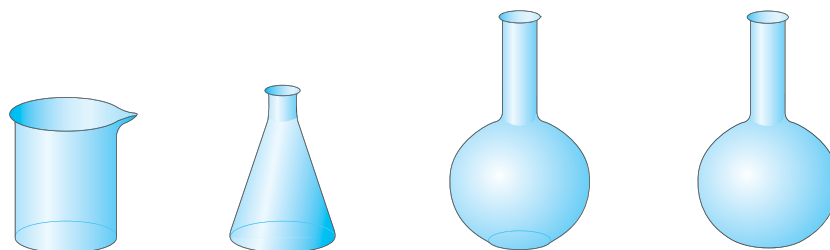


Рис. 2. **Химическая посуда из стекла:**
химический стакан, колбы — коническая, плоскодонная, круглодонная

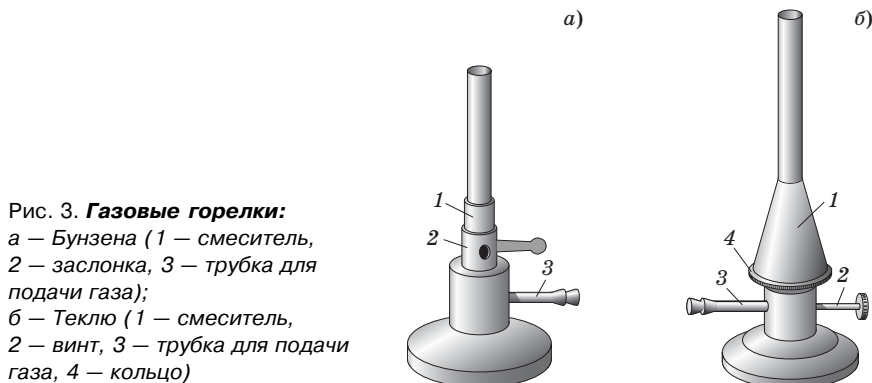


Рис. 3. **Газовые горелки:**
 а – Бунзена (1 – смеситель, 2 – заслонка, 3 – трубка для подачи газа);
 б – Теклю (1 – смеситель, 2 – винт, 3 – трубка для подачи газа, 4 – кольцо)

Почти ни один химический опыт не обходится без нагревания. Наиболее эффективно нагревание на *газовой горелке*. В простейшей из горелок — *горелке Бунзена* (рис. 3, а) — природный газ смешивается в специальной камере — смесителе 1 с воздухом, количество которого регулируется заслонкой 2. Газ, смешанный с воздухом, сгорает несветящимся голубоватым пламенем, температура которого в верхней части достигает 1550 °С. Примерно такую же температуру дает и *горелка Теклю* (рис. 3, б). Она, в отличие от бунзеновской горелки, снабжена специальным винтом 2, регулирующим подачу газа, и горизонтальным кольцом 4 для регулирования притока воздуха.

В школьных лабораториях наиболее распространены спиртовые горелки, или *спиртовки* (рис. 126 на с. 269). В них горит этиловый спирт. Пламя спиртовой горелки более холодное, чем газовой — температура самой горячей зоны не превышает 1200 °С.

Если вы внимательно посмотрите на пламя, то заметите в нем несколько зон, различающихся по окраске (рис. 4). Во внутренней части пламени 1 воздух лишь смешивается с газом или парами спирта, там еще нет горения. Средняя, светящаяся часть пламени 2 — это зона неполного сгорания топлива. Температура пламени в ней не

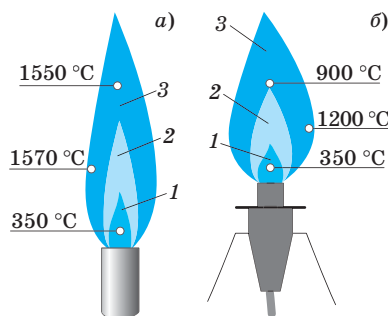


Рис. 4. **Строение пламени:**
 а – газовой горелки;
 б – спиртовки

превышает $500\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наиболее горячей является внешняя часть пламени 3, она почти бесцветна. Именно здесь происходит полное сгорание топлива до углекислого газа и воды. В эту зону и нужно помещать нагреваемый предмет. Правда, даже здесь его никогда не удастся нагреть до температуры самого пламени. Например, температура нагреваемой на газовой горелке пробирки с веществом не превышает $600\text{ }^{\circ}\text{C}$, даже если она находится в самой горячей зоне пламени.

Чем крупнее предмет, внесенный в пламя, тем ниже температура, до которой его удастся нагреть. Это объясняется тем, что при нагревании поверхность предмета начинает излучать тепло, рассеивая его в окружающей среде. Например, в пламени газовой горелки можно подплавить кончик тонкой медной проволоки (температура плавления меди $1083\text{ }^{\circ}\text{C}$), но его тепла недостаточно для расплавления медной пластинки.

Горючие жидкости (спирт, ацетон, бензин) нельзя греть на открытом пламени. Для их нагревания используют *электрические плитки* с закрытой спиралью.

С другим лабораторным оборудованием вы познакомитесь при выполнении практической работы 1.



Лабораторный опыт 1. Изучение свойств веществ

Ознакомьтесь с выданными вам веществами. Определите, в каком агрегатном состоянии они находятся. Опишите их цвет, запах, отметьте наличие или отсутствие блеска. В школьной лаборатории нет возможности определить тепло- и электропроводность веществ, поэтому заключение об этих свойствах сделайте на основании своего жизненного опыта или спросите об этом учителя. Значения плотности, температур плавления и кипения веществ найдите в «Приложении» (табл. 1).

Проверьте, растворимы ли выданные вам вещества в воде. Для этого поместите несколько кристалликов или небольшой кусочек (размером с полгорошины) твердого вещества в пробирку, прилейте немного воды и перемешайте. Для исследования растворимости жидкого вещества достаточно объема примерно 1 мл ($1\text{ мл} = 1\text{ см}^3$), это соответствует слою жидкости в пробирке толщиной с палец.

По результатам наблюдений заполните табл. 1.

Таблица 1

Свойства веществ

Вещество	Физические свойства							
	Агрегатное состояние	Цвет	Запах	Блеск	Растворимость в воде	Плотность, г/см ³	Температура плавления, °С	Температура кипения, °С



1. Какую посуду используют в химических лабораториях? Приведите несколько примеров.
2. Чем химический стакан отличается от стакана из школьной столовой?
3. Какие нагревательные приборы используют в химических лабораториях?
4. Если во внутреннюю часть пламени парафиновой свечи внести один конец стеклянной трубки (рис. 5), то из другого ее конца будут выходить пары парафина, которые можно поджечь. Как объяснить наблюдаемое явление?



Рис. 5. Горение паров парафина, отведенных из внутренней зоны пламени свечи

В свободное время

Дома изучите строение пламени свечи. Зарисуйте пламя красками или цветными карандашами. Темная зона вокруг фитиля является низкотемпературной, там происходит испарение парафина. Если вы задуете свечку, то почувствуете запах его паров. Сверху от этой области расположена ярко-желтая часть пламени — это зона частичного сгорания парафина с образованием углекислого газа и мельчайших частиц сажи, которые, раскаляясь добела, и придают ему окраску. Температура в этой зоне составляет примерно 1000 °С. Снаружи пламени заметна голубая кайма — здесь происходит полное сгорание паров парафина. Эта часть пламени наиболее горячая. Чтобы убедиться в этом на опыте, внесите в среднюю часть пламени свечи лучинку, держа ее горизонтально. Запишите, в каких местах лучинка начнет обугливаться быстрее. Зарисуйте лучинку после опыта.

§ 4. Вещества и смеси веществ

Большинство предметов, которые нас окружают, состоят не из одного вещества, а представляют собой **смеси** нескольких веществ. Так, рассматривая гранит, легко заметить в нем три составные части — розовые зерна полевого шпата, прозрачные кристаллики кварца и темные блестящие чешуйки слюды. Это пример *неоднородной смеси*. Мрамор, в противоположность граниту, однороден — это чистое вещество. Казалось бы, логично предположить: все, что кажется нам однородным, т. е. состоящим из одинаковых частей, — чистые вещества. Однако это не так. Бывают и *однородные смеси* — растворы. В них частицы, образующие смесь, настолько малы, что неразличимы невооруженным глазом.

Растворим в стакане воды одну-две чайные ложки сахарного песка. Приготовленный раствор представляет собой бесцветную прозрачную жидкость, и наличие в нем сахара можно доказать лишь экспериментальным путем, например, попробовав

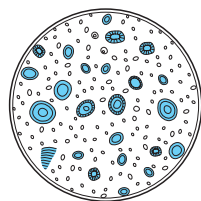


Рис. 6. **Молоко под микроскопом**

раствор на вкус. (Запомните, что *в химической лаборатории пробовать вещества на вкус нельзя!*) Чай, кофе, кока-кола и другие напитки представляют собой водные растворы многих соединений. Молоко тоже кажется однородной жидкостью, но под микроскопом в нем видны мелкие капельки жира и белков, которые плавают в воде с растворенными в ней минеральными солями (рис. 6).

В жизни нас окружают сложнейшие смеси веществ, из которых порой непросто выделить то или иное вещество. Чернила состоят из мельчайших частичек краски, плавающих в воде. Бумага представляет собой материал, в котором волокна целлюлозы, переплетенные между собой и обработанные клеем, прочно удерживают тонко измельченные мел, тальк и другие вещества (наполнители), придающие бумаге белый цвет и требуемую плотность. *Материалом* в химии называют вещество или смесь веществ, обладающую определенной структурой и практически важными свойствами. Другой пример материала — древесина, состоящая, главным образом, из целлюлозы и лигнина. В последние годы создано много новых материалов — пластмассы, керамика, стекла. Разработкой новых материалов и изучением их свойств занимается особая дисциплина — *материаловедение*.

Как можно отличить чистое вещество от вещества, содержащего примеси, т. е. от смеси? Прежде всего надо иметь в виду, что чистое вещество всегда однородно, так что даже при сильном увеличении составляющие его кристаллики или крупинки выглядят одинаково. Правда, таким образом невозможно отличить чистое вещество от однородной смеси. В этом случае на помощь приходит физика. Дело в том, что *чистые вещества, в отличие от большинства смесей, плавятся и кипят при определенной температуре*. Твердое вещество можно отличить от смеси, наблюдая его плавление. Положим в стакан немного снега и опустим в него термометр. Пока весь снег не расплавится, столбик термометра будет стоять на отметке «ноль» — это и есть температура плавления вещества. Снег — чистое вещество (вода), поэтому он плавится при постоянной температуре. Парафин, говяжий жир и некоторые другие твердые смеси кажутся однородными, но их плавление происходит в интервале температур — они начинают плавиться при одной температуре, а полностью жидкими становятся при другой, более высокой.

Узнать, чистая ли жидкость, можно, наблюдая за температурой ее кипения. Будем нагревать в колбе чистую (дистиллированную) воду (рис. 7). Колба закрыта резиновой пробкой с двумя отверстиями: в одно из них вставлен термометр, а в другое короткая стеклянная трубка, через которую из колбы может выходить пар. Без такого выхода из системы обойтись нельзя, иначе образующийся при нагревании водяной пар своим давлением выбьет пробку или разорвет колбу. При нагревании воды температура сначала медленно повышается. Когда вода закипит, столбик термометра остановится на определенной отметке (примерно 100 °С) и будет оставаться в этом положении, как бы сильно мы ни нагревали воду. Эту температуру называют температурой кипения вещества.

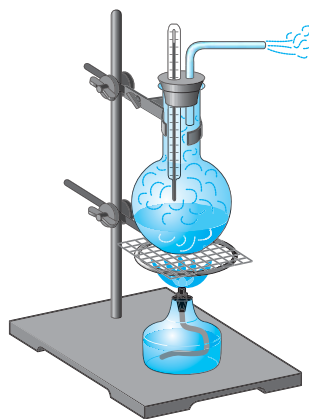


Рис. 7. **Определение температуры кипения жидкости**

Проведем аналогичный опыт с нефтью, заменив спиртовку электрической плиткой с закрытой спиралью — ведь нефть горюча. Температура будет плавно расти, даже когда нефть кипит. В отличие от воды нефть — смесь многих веществ и поэтому не имеет постоянной температуры кипения.



Из приведенного списка выпишите отдельно чистые вещества, однородные смеси и неоднородные смеси: поваренная соль, раствор поваренной соли в воде, кровь, вода, раствор медного купороса, сода, зубная паста, крахмал, золото, зола, цемент.

§ 5. Разделение смесей

Вещества, входящие в состав смеси, сохраняют в ней свои индивидуальные свойства. На этом основаны лабораторные и промышленные способы очистки веществ, т. е. разделения смесей на чистые вещества.

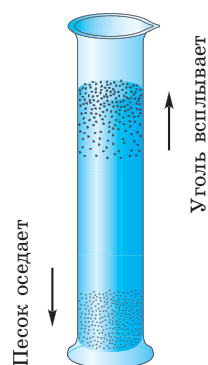


Рис. 8. **Разделение смеси речного песка и угля отстаиванием**

Отстаивание применяют для разделения неоднородной смеси двух нерастворимых веществ, обладающих различной плотностью. Смесь помещают в воду и встряхивают. Частицы вещества с большей плотностью постепенно оседают на дно, в то время как другое вещество собирается на поверхности или оказывается равномерно распределенным в толще воды (рис. 8). С осевшего на дно осадка аккуратно, по стеклянной палочке сливают жидкость. Этот способ используют для очистки речного песка от примеси глины, для отделения тяжелого кристаллического осадка от раствора.

Смесь двух твердых веществ, сильно различающихся по плотности, удобно разделять, пропуская через нее поток воды. Раньше так выделяли крупинки золота из измельченной золотоносной породы. Золотоносный песок помещали на наклонный желоб, по которому пускали струю воды. Поток воды подхватывал и уносил пустую породу, а тяжелые крупинки золота оседали на дне желоба.

Отстаиванием разделяют также смеси двух несмешивающихся жидкостей, например воды и бензина. Бензин нерастворим в воде и плавает на ее поверхности. Для отделения воды смесь переносят в *делительную воронку* — цилиндрическую трубку с краном на конце (рис. 9). Дождавшись появления четкой границы между слоями, кран открывают и держат открытым до тех пор, пока не вытечет вся вода. Теперь в делительной воронке остался чистый бензин.

Фильтрация позволяет очистить жидкость от нерастворимых в ней веществ. Этот способ заключается в пропускании смеси через пористую (фильтровальную) бумагу. Жидкость просачивается через бумагу, а частички нерастворимых примесей задерживаются на ней. В лаборатории для фильтрации используют стеклянную воронку, в которую вставлен фильтр — сложенный вчетверо круг фильтровальной бумаги. Фильтровальная бумага, в отличие от обычной, не содержит клеящих веществ, поэтому легко впитывает и пропускает жидкость. Размер пор в ней таков, что позволяет отделять от раствора частицы размером больше 0,01 мм.

Смесь наливают в воронку с фильтром по стеклянной палочке (рис. 10). Для ускорения фильтрации стакан, в котором

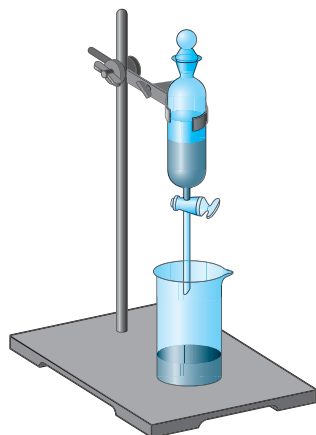


Рис. 9. **Разделение смеси двух несмешивающихся жидкостей в делительной воронке**

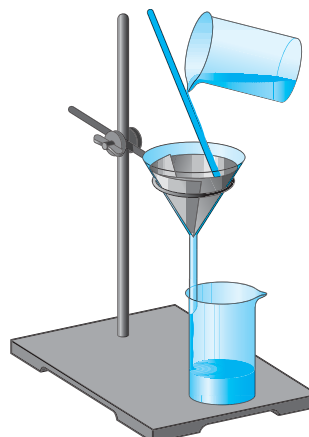


Рис. 10. **Фильтрация**

собирается раствор, прошедший через фильтр (его называют *фильтратом*), ставят так, чтобы жидкость не капала, а равномерно стекала по стенке сосуда.

Фильтрованием легко очистить воду или раствор от попавших туда пылинок и других загрязнений, а также отделить осадок от раствора.

В промышленности в качестве фильтров часто используют ткани. Например, на маслобойных заводах измельченные семена подсолнечника завертывают в плотную суконную ткань и сжимают между стальными плитами. Растительное масло проходит через ткань, а внутри нее остается твердая масса — жмых.



Лабораторный опыт 2. Разделение смеси

Приготовьте смесь железа и серы или угля и речного песка, тщательно смешав выданные вам вещества стеклянной палочкой на листе бумаги. Опишите цвет смеси. Аккуратно высыпьте смесь в пробирку с водой и перемешайте. Какое вещество тонет, а какое всплывает? Через несколько минут слейте жидкость с плавающим на ее поверхности веществом в чистую пробирку. Отфильтруйте оба вещества и сдайте их учителю. Какие способы разделения смесей вы использовали? На каких свойствах веществ они основаны?

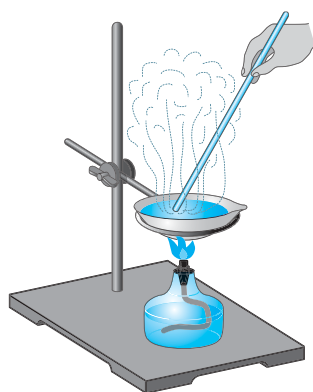


Рис. 11. **Выпаривание раствора**

Выпаривание используют для выделения твердых веществ из растворов. Эту операцию проводят, нагревая раствор в фарфоровой чашке (рис. 11). Во избежание интенсивного кипения и разбрызгивания жидкости раствор постоянно перемешивают стеклянной палочкой. Когда вся вода испарится, на дне фарфоровой чашки остается чистое вещество в виде мелких, неразличимых глазом кристаллов. Чтобы получить крупные кристаллы, воду выпаривают лишь частично, а затем раствор оставляют открытым в течение длительного времени. Вода медленно ис-

паряется, и растворенное вещество выделяется в виде крупных кристаллов. Такой способ называют **кристаллизацией**.

Сочетание фильтрования с выпариванием или кристаллизацией позволяет разделить смесь двух веществ, одно из которых растворимо в воде, а другое — нет. Существуют и более сложные способы разделения смесей. С некоторыми из них вы познакомитесь позднее.



1. Какие способы разделения смесей вы знаете? Что лежит в основе каждого способа?
2. Как правильно провести фильтрование?
3. Предложите способы разделения следующих смесей: а) речного песка и пробковых опилок; б) растительного масла и воды; в) медного купороса и серы; г) крахмала и сахара; д) речного песка и сахара; е) керосина и воды.
- ♦ 4. Почему не удастся выделить жир из молока фильтрованием? Как это можно сделать?
5. Как можно быстро и эффективно разделить смесь серы и железных опилок? Какое физическое свойство одного из этих веществ позволяет использовать такой способ разделения смеси?
6. Черный порошок состоит из угля, серы и калийной селитры (вещество, хорошо растворимое в воде). Как доказать, что это смесь?
7. На рис. 9 делительная воронка закрыта пробкой. Будет ли выливаться жидкость, если открыть кран? Почему?
- ♦ 8. Заполните табл. 2.

Таблица 2

Способы разделения смесей

Смесь	Пример смеси	Способы разделения
Однородная		
Неоднородная		

§ 6. Физические и химические явления

Мир был бы скучным и однообразным, если бы в нем не происходили изменения. Кипение воды в кастрюле, движение поезда, горение свечи, разговор по телефону, рождение и смерть — все это примеры процессов, происходящих в материальном мире, или иначе — **явлений**. Явления, происходящие с веществами, условно подразделяют на физические и химические. Процессы, при которых изменяется форма предмета или агрегатное состояние вещества, но не меняется его состав, называют **физическими**, их изучают в курсе физики.

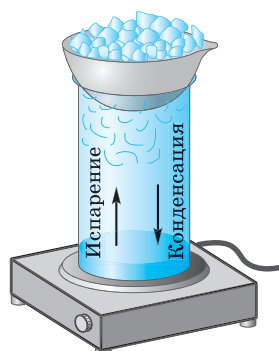


Рис. 12. **Испарение и конденсация этилового спирта**

Проведем простой опыт. На дно большого химического стакана нальем немного этилового спирта и нагреем его на электрической плитке (рис. 12). Когда жидкость закипит и весь стакан заполнится парами спирта, невидимыми, но легко узнаваемыми по характерному запаху, поставим на него фарфоровую чашку со льдом. В верхней части стакана тут же образуется туман, который постепенно начинает конденсироваться в капли жидкости — «идет дождь». Мы наблюдали процессы испарения и конденсации спирта. Это физические явления, их можно повторять много раз, используя одну и ту же порцию спирта. Образование льда при замерзании рек, прокатка алюминиевой фольги, перемешивание раствора, отливка изделий из расплавленной стали, дробление камня — все это физические процессы.

Многие явления сопровождаются превращением одних веществ в другие с новыми свойствами. Вернемся к опыту со спиртом. Перельем спирт в сухую фарфоровую чашку и подожжем. Он сгорает сине-фиолетовым пламенем с выделением большого количества теплоты. Спирт вступил во взаимодействие с кислородом воздуха и превратился в воду и углекислый газ.

Нагреем в пробирке кусочек сахара. Сначала он плавится (физическое явление), а затем начинает разлагаться — становится бурым, на стенках пробирки образуются капли жидкости, появляется едкий запах. При дальнейшем нагревании сахар превращается в черную аморфную массу. Это уголь.

Горение спирта и обугливание сахара — примеры **химических явлений**. Обычно их называют **химическими реакциями**, или химическими превращениями. О веществах, вступающих в химическую реакцию, говорят, что они *реагируют*, *взаимодействуют* между собой (спирт реагирует с кислородом воздуха), или одни вещества *превращаются* в другие (сахар превращается в уголь). В процессе химической реакции образуются новые вещества, с новыми свойствами — цветом, вкусом, запахом. Так, о прокисании молока можно судить по *изменению*

его вкуса, а о пригорании жирной пищи — по *появлению* неприятного запаха акролеина — продукта разложения жиров. Если получается вещество, плохо растворимое в воде, то о протекании химической реакции свидетельствует *образование осадка*. Так, при пропускании углекислого газа через известковую воду выпадает белый осадок мела. *Выделение газа* тоже часто свидетельствует о химическом превращении: гашение соды уксусом или лимонной кислотой сопровождается характерным шипением — образуется углекислый газ. Эту реакцию используют при выпечке хлеба — благодаря выделению углекислого газа тесто поднимается, становится более рыхлым.

Химическая реакция между содой и кислотой лежит в основе действия кислотных огнетушителей (рис. 13). Металлический корпус такого огнетушителя наполнен раствором соды. У самого его горлышка помещена стеклянная колба с кислотой. Чтобы привести огнетушитель в действие, необходимо повернуть рычаг и перевернуть огнетушитель вверх дном. При этом откроется клапан, и кислота смешается с раствором соды. Начнется химическая реакция, сопровождающаяся образованием углекислого газа. Газ выделяется под высоким давлением, захватывая с собой часть раствора и образуя пену. Отработанный огнетушитель вновь заряжают раствором соды и помещают в него новую колбу с кислотой.

Часто о химическом превращении свидетельствует *изменение окраски*. Прильем к раствору марганцовки (научное название этого вещества — перманганат калия), подкисленному серной кислотой, перекись водорода. Фиолетовая окраска перманганата калия исчезает, раствор становится бесцветным, наблюдается появление пузырьков газа. Многие химические реакции, например реакции горения, сопровождаются *выделением энергии*, обычно в форме *теплоты* и *света* (вспомните горение природного газа метана в газовой плите). Некоторые химические процессы сопровождаются, наоборот, *поглощением энергии*.

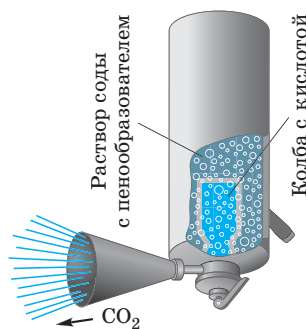


Рис. 13. Кислотный огнетушитель в действии

Изменение окраски, появление запаха, образование газа, выпадение осадка, выделение или поглощение энергии — это *признаки*, по которым можно судить о протекании химической реакции, о превращении одних веществ в другие.

Свойства, которые проявляют вещества при химических превращениях, называют **химическими**. Их изучение — одна из основных задач химии.

Химия — это наука о веществах, их свойствах и взаимных превращениях.

В начале этого параграфа мы разделили все процессы на физические и химические. Однако лишь простейшие явления можно однозначно отнести к той или другой группе. Более сложные процессы состоят из множества отдельных явлений — физических и химических. Часто практически невозможно провести между ними границу. Даже простое поднятие руки на уроке, внешне воспринимаемое как перемещение физического тела в пространстве, на самом деле является следствием сложнейших биохимических процессов, происходящих в организме.



Лабораторный опыт 3. Физические явления и химические реакции

1. Нагрейте в фарфоровой чашке кусочек парафина. Что вы наблюдаете? Как только парафин превратится в жидкость, погасите спиртовку. Что происходит с расплавленным парафином? Изменились ли свойства парафина? Какое это явление?
 2. Поместите в пробирку немного сахарного песка и нагрейте в пламени спиртовки. Что вы наблюдаете? По каким признакам можно судить о протекании химической реакции?
 3. Прилейте к раствору соды раствор хлорида кальция. Что вы наблюдаете?
 4. К осадку, образовавшемуся в предыдущем опыте, добавьте соляную кислоту. Что наблюдаете? Внесите в пробирку горящую лучинку, не дотрагиваясь ею до жидкости. Что произошло с лучинкой? Об образовании какого газа это свидетельствует?
 5. Налейте в пробирку раствор медного купороса. Добавьте к нему нашатырный спирт (раствор аммиака). Что наблюдаете?
- На основании проведенных опытов сделайте вывод о том, чем физические явления отличаются от химических реакций. Перечислите признаки химических реакций.

Какие условия необходимы для того, чтобы произошла химическая реакция? Далеко не всегда химическое взаимодействие начинается сразу же после смешивания двух веществ. Для проведения многих химических реакций требуется нагревание.

Примером может служить взаимодействие железа с серой. Приготовим смесь порошка серы и железных опилок. Такую смесь можно хранить длительное время, не опасаясь того, что вещества вступят в реакцию между собой. Положим смесь в пробирку и аккуратно нагреем ее в пламени горелки. При нагревании вещества вступают во взаимодействие, и через некоторое время смесь начинает раскаляться. Прекратим нагревание. Смесь по-прежнему раскаляется, это свидетельствует о том, что между серой и железом протекает химическая реакция. Когда пробирка остынет, из нее можно извлечь серое вещество — сульфид железа.

Некоторые реакции протекают под действием света. Например, свет необходим для фотосинтеза — сложной цепи химических превращений, в результате которых зеленые растения поглощают углекислый газ и выделяют кислород. Многие вещества способны разлагаться под действием электрического тока. Известны неустойчивые вещества, разлагающиеся от трения или при ударе.



1. Что понимают под физическим явлением, химической реакцией?
2. Перечислите признаки химических реакций. Приведите примеры.
3. Какие явления из перечисленных ниже относятся к физическим, а какие — к химическим: а) образование инея на деревьях; б) испарение этилового спирта; в) горение свечи; г) вытягивание медной проволоки; д) пожелтение листьев деревьев; е) плавление алюминия; ж) таяние снега; з) прогоркание масла; и) взрыв петарды, к) кристаллизация соли; л) отбеливание ткани; м) ржавление лезвия ножа; н) очистка лезвия ножа от ржавчины наждачной бумагой? По каким признакам вы отличили химические явления?
4. Что изучает химия?
5. Приведите примеры химических реакций, протекающих: а) при нагревании; б) под действием света.

§ 7. Атомы. Химические элементы












Углерод	C		<p>Как вы уже знаете из курса физики, весь материальный мир состоит из атомов. Всего на Земле и в космосе обнаружено 89 видов атомов, отличающихся друг от друга строением, а также размером и массой (рис. 14, цветная вклейка I). Еще более 20 видов атомов получены искусственно — они неустойчивы и распадаются на другие атомы. Синтез новых видов атомов продолжается и в настоящее время.</p> <p>Предположение о существовании атомов — мельчайших неделимых частиц материального мира — сформировалось еще в Древней Греции. Об этом свидетельствуют высказывания греческого философа Демокрита (V в. до н. э.): «Начала вселенной — атомы и пустота», «Атомы — это всевозможные маленькие тела».</p> <p>Атомы определенного вида принято называть химическим элементом. Каждый химический элемент имеет название и символ — условное обозначение в виде одной или двух букв, взятых из его латинского названия. Так, химический элемент водород обозначают символом H — по первой букве его латинского названия Hydrogenium, азот (Nitrogenium) обозначают символом N, фосфор (Phosphorus) — P, хлор (Chlorum) — Cl. Часто русское название химического элемента не совпадает с латинским. Русские и латинские названия, а также символы химических элементов, которые вам надо выучить в первую очередь, приведены в табл. 3.</p>
Водород	H		
Азот	N		
Кислород	O		
Фосфор	P		
Сера	S		
Фтор	F		
Хлор	Cl		
Бром	Br		
Иод	I		
Кремний	Si		

Рис. 14. Модели атомов разных видов

Русское и латинское названия химического элемента углерод (Carboneum, C) произошли от слова уголь. Золото (Aurum, Au) и серебро (Argentum, Ag) названы по характерному цвету — эти металлы трудно спутать с другими. Медь получила латинское название Cuprum (Cu) от острова Кипр в Средиземном мо-

Таблица 3

Названия и символы химических элементов

Русское название	Латинское название	Символ	Произношение в формуле	Относительная атомная масса
Азот	Nitrogenium	N	эн	14
Алюминий	Aluminium	Al	алюминий	27
Барий	Barium	Ba	барий	137
Бор	Borum	B	бор	11
Водород	Hydrogenium	H	аш	1
Железо	Ferrum	Fe	фёррум	56
Золото	Aurum	Au	áурум	197
Иод	Iodum	I	иод	127
Калий	Kalium	K	калий	39
Кальций	Calcium	Ca	кальций	40
Кислород	Oxygenium	O	о	16
Кремний	Silicium	Si	силіциум	28
Магний	Magnesium	Mg	магний	24
Марганец	Manganum	Mn	марганец	55
Медь	Cuprum	Cu	кúпрум	64
Мышьяк	Arsenicum	As	арсэникум	75
Натрий	Natrium	Na	натрий	23
Олово	Stannum	Sn	стáннум	119
Ртуть	Hydrargyrum	Hg	гидрáргирум	201
Свинец	Plumbum	Pb	плю́мбум	207
Сера	Sulfur	S	эс	32
Серебро	Argentum	Ag	аргéнтум	108
Углерод	Carboneum	C	це	12
Фосфор	Phosphorus	P	пэ	31
Фтор	Fluorum	F	фтор	19
Хлор	Chlorum	Cl	хлор	35,5
Цинк	Zincum	Zn	цинк	65

ре, где в древности были медные рудники. Латинское слово Hydrargyrum, обозначающее ртуть (Hg), переводится как «жидкое серебро»: этот металл действительно напоминает расплавленное серебро. Названия некоторых химических элементов (например, свинец — Plumbum (Pb), олово — Stannum (Sn), железо — Ferrum (Fe)) не поддаются расшифровке. В Новое вре-

мя «имена» химическим элементам стали давать ученые, открывшие их. Так, названия кислорода и водорода были введены в науку великим французским химиком Антуаном Лораном Лавуазье, жившим во второй половине XVIII в. Слово «кислород» (Oxygenium, O) означает «рождающий кислоты», а «водород» (Hydrogenium, H) — «рождающий воду». Некоторые химические элементы (уран U, нептуний Np) названы в честь планет, другие — в честь стран (франций Fr, полоний Po, америций Am). Химический элемент рутений (Ru) назван в честь России.

Все известные к настоящему времени химические элементы представлены в Периодической системе Д. И. Менделеева (см. первый форзац учебника). Каждый из них имеет свой порядковый номер. Физический смысл порядкового номера вы узнаете из последующих разделов курса химии.

Атомы нельзя разрушить в результате химических реакций, т. е. атомы одного вида не могут превращаться в атомы другого вида. Так, кислород всегда останется кислородом, а ртуть — ртутью.

Атом — это мельчайшая, химически неделимая частица вещества.

В течение нескольких столетий средневековые ученые-алхимики пытались с помощью химических превращений получить золото из доступных веществ. Проводя многочисленные опыты, они заложили основы химии — изучили важные вещества, разработали технику проведения различных операций, но получить золото им так и не удалось. Современная наука установила, что превращения одних атомов в другие в некоторых случаях возможны. Их изучает ядерная физика. О подобных превращениях вы узнаете в следующих главах. С их помощью, например, удалось превратить ртуть в золото. Правда, такое золото во много раз дороже самородного.

Атомы 89 химических элементов, встречающихся в природе, распределены в ней крайне неравномерно. В космосе са-

мый распространенный химический элемент — водород: на его долю по современным оценкам приходится 93 % всех атомов Вселенной, т. е. из каждой тысячи атомов 930 — атомы водорода. Из оставшихся 70 атомов 69 — это атомы гелия (He, от греческого слова Helios — солнце) — химического элемента, следующего за водородом в Периодической системе. И лишь один атом из тысячи — это атом какого-то из оставшихся 87 элементов (рис. 15, а).

На рис. 15, а показана распространенность химических элементов во Вселенной в атомных процентах. Эту величину рассчитывают, принимая за 100 % общее число всех атомов во Вселенной. Если же за 100 % принять не общее число атомов, а их общую массу, то получатся другие значения (в массовых процентах), так как атомы разных химических элементов различны по массе (рис. 15, б). На долю самых легких атомов водорода приходится три четверти (75 %) массы Вселенной, и чуть меньше четверти (23 %) составляет масса атомов гелия. Масса атомов всех других элементов составляет лишь около 2 % от массы Вселенной.

Распространенность химических элементов в земной коре значительно отличается от их распространенности во Вселенной (рис. 16).

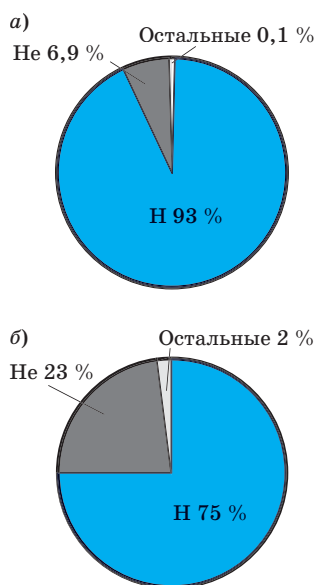


Рис. 15. **Распространенность химических элементов во Вселенной:**
а — в атомных процентах;
б — в массовых процентах

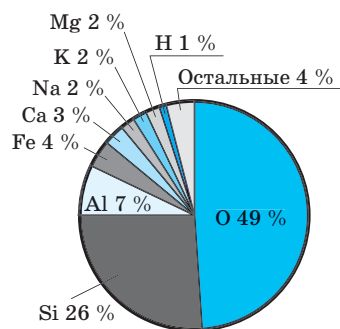


Рис. 16. **Распространенность химических элементов в земной коре**
(в массовых процентах)

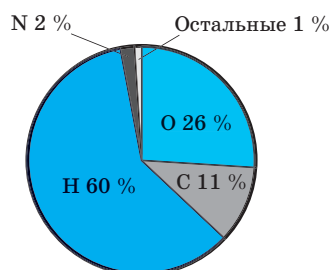


Рис. 17. **Содержание химических элементов в организме человека** (в атомных процентах)

Так, на Земле больше всего атомов более тяжелых элементов — кислорода и кремния. Именно они, а также алюминий и железо, формируют земную кору. Впрочем, и водорода на Земле достаточно — он находится на девятом месте по массе и на втором по числу атомов.

В организме человека химические элементы также распределены крайне неравномерно: доля четырех из них — водорода, кислорода, углерода и азота — составляет 99 ат. %, или 95 % массы человеческого тела (рис. 17).



1. Дайте определение понятия «химический элемент».
2. Сколько химических элементов встречается в природе, а сколько синтезировано искусственно?
3. Какими символами обозначают следующие химические элементы: железо, натрий, кальций, хром, алюминий, серу, углерод, кислород, водород, медь, калий, магний, кремний? Найдите эти элементы в Периодической системе и выпишите их порядковые номера.
4. Какой химический элемент имеет порядковый номер 1?

§ 8. Молекулы. Атомно-молекулярная теория

Число веществ, найденных в природе или полученных искусственно, во много раз превышает число известных химических элементов. Это объясняется тем, что атомы объединяются с образованием более сложных частиц — молекул. Каждая молекула состоит из атомов, расположенных друг относительно друга

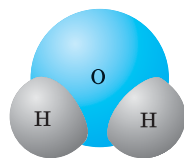


Рис. 18. **Модель молекулы воды**

друга в определенной последовательности и соединенных химическими связями. Например, вода состоит из молекул, образованных двумя атомами водорода и одним атомом кислорода (рис. 18). Химические свойства вещества, т. е. его способность вступать в химические реакции, определяются свойствами отдельных молекул.

Молекула — мельчайшая частица вещества, обладающая его химическими свойствами и состоящая из атомов, соединенных между собой химическими связями.

Зная состав молекулы воды, можно записать **химическую формулу** этого вещества — H_2O . В ней химические элементы обозначены символами. Цифра справа от символа элемента (*индекс*) обозначает число атомов данного элемента, входящих в состав молекулы. Индекс «1» не ставят. Формулу воды читают так: «аш-два-о». Молекулы водорода, кислорода, азота и хлора состоят из двух атомов — они имеют формулы H_2 («аш-два»), O_2 («о-два»), N_2 («эн-два»), Cl_2 («хлор-два»). Углекислый газ состоит из молекул, в которых атом углерода связан с двумя атомами кислорода (рис. 19). Формула углекислого газа — CO_2 («це-о-два»).



Рис. 19. **Модели молекул водорода, кислорода, азота, хлора, углекислого газа**

Любая молекула содержит строго определенное число атомов (см. цветную вклейку I). На рис. 18, 19 изображены модели двух- и трехатомных молекул. Однако известны и большие молекулы, состоящие из нескольких сотен, а то и тысяч атомов. Одна из самых сложных — молекула ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты). Молекулы ДНК могут состоять из нескольких миллионов атомов. Такие молекулы содержатся в ядрах клеток и отвечают за передачу наследственной информации.

Представления о том, что вещества построены из мельчайших частиц — атомов (химически неделимые частицы) и молекул (частицы, состоящие из атомов), составляют **атомно-молекулярную теорию**. Эта теория служит фундаментом современного научного мировоззрения, на ней базируются все естественные науки. Ее основы были заложены в начале XIX в. крупнейшим английским химиком Джоном Дальтоном.

Занимаясь исследованием свойств смесей газов, он пришел к важным выводам:

- Материя состоит из мельчайших первичных частиц, или атомов.
- Атомы неделимы и не могут создаваться и разрушаться.
- Все атомы данного химического элемента одинаковы, но отличаются от атомов других химических элементов, в частности, массой.
- Молекулы состоят из определенного числа атомов.
- Масса молекулы равна сумме масс составляющих ее атомов.

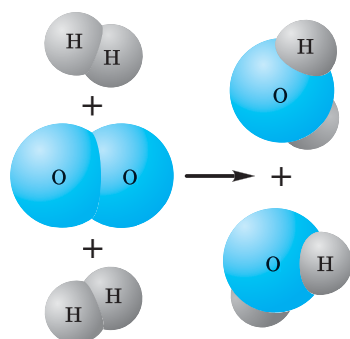


Рис. 20. **Образование воды из водорода и кислорода**

- При физических явлениях молекулы сохраняются, при химических — разрушаются.

- Химические реакции заключаются в образовании новых молекул из тех же самых атомов, из которых состояли исходные вещества.

Например, вода образуется при взаимодействии двух веществ — водорода и кислорода. В результате химической реакции две молекулы водорода и одна молекула кислорода превращаются в две молекулы воды (рис. 20).



Джон Дальтон
(1766 — 1844)

Выдающийся английский химик. Сын ткача из Кэмберленда. Самостоятельно овладел химией, физикой и математикой. Занимаясь изучением газов атмосферы, разработал атомную теорию. Он высказал предположение, что разные газы отличаются размерами частиц, ввел понятие об атомных весах и символы элементов (рис. 21). Правда, замысловатые обозначения Дальтона вскоре были заменены привычными нам символами, предложенными шведским ученым Берцелиусом. На лекциях Дальтон демонстрировал студентам модели молекул, составленные из разноцветных деревянных шариков — атомов. Такими моделями мы пользуемся до сих пор. Свои взгляды Дальтон изложил в книге «Новая система химической философии». Круг интересов ученого не ограничивался химией. Так, им был открыт дефект зрения, заключающийся в не-

способности различать некоторые цвета. Этот дефект зрения до сих пор называют дальтонизмом, а людей, страдающих им — дальтониками.





















 Hydrogen	 Sulphur	 Strontian	 Lead
 Azote	 Magnesia	 Barytes	 Silver
 Carbon	 Lime	 Iron	 Gold
 Oxygen	 Soda	 Zinc	 Platina
 Phosphorus	 Potash	 Copper	 Mercury

Рис. 21. **Обозначения атомов, введенные Далтоном**

В ходе дальнейшего развития науки выводы, сделанные Д. Далтоном, были дополнены, в них были внесены некоторые изменения. Сейчас известно, что все вещества состоят из атомов, но не все — из молекул. В некоторых веществах атомы связаны друг с другом в бесконечные слои и каркасы. В таком случае можно выделить лишь отдельный повторяющийся фрагмент. Веществ немолекулярного строения достаточно много — металлы, алмаз, графит, кварц, слюда, полевой шпат, мрамор, поваренная соль. Для них тоже записывают химические формулы, но не молекулы, а наименьшего повторяющегося фрагмента. Например, железо, как и другие металлы, состоит из атомов (рис. 22, а), поэтому наименьший повторяющийся фрагмент (*структурная единица*) этого вещества — атом. Следовательно, формула железа — Fe. Кварц состоит из химически связанных атомов кремния и кислорода, причем на один атом кремния приходится два атома кислорода (рис. 22, б). Формула кварца — SiO_2 .

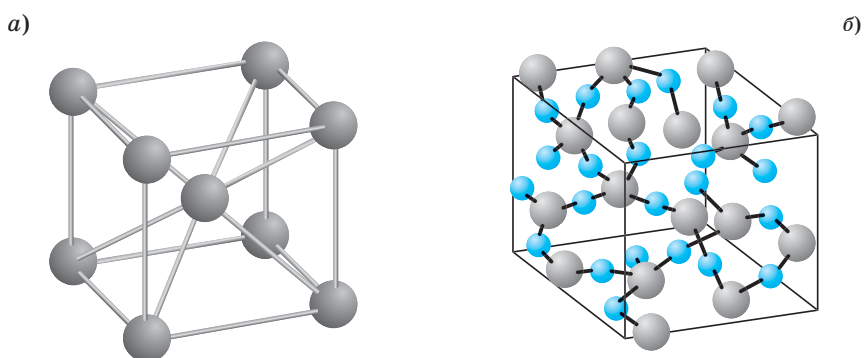


Рис. 22. **Строение некоторых веществ:** а — железа; б — кварца

Во многих случаях по свойствам вещества можно догадаться, построено оно из молекул или нет. Связи между отдельными молекулами достаточно слабые, поэтому для веществ молекулярного строения характерны низкие температуры плавления и кипения; такие вещества часто летучи и имеют запах. Так, все газы и почти все жидкости состоят из молекул. Вещества немолекулярного строения обычно имеют высокие температуры плавления и кипения, так как атомы в них прочно связаны друг с другом. Такие вещества твердые, нелетучие и не имеют запаха.



1. Что такое молекула?

2. Прочитайте формулы следующих веществ: С (уголь, алмаз, графит), Fe_3O_4 (магнитный железняк), Na_2CO_3 (кальцинированная сода), KNO_3 (калийная селитра), H_2O_2 (перекись водорода), KMnO_4 (перманганат калия, или марганцовка), H_2SO_4 (серная кислота), NaCl (хлорид натрия, или поваренная соль), CaCO_3 (мел, мрамор, известняк). Какие химические элементы входят в состав каждого вещества? Постарайтесь запомнить эти формулы.

♦ 3. Приведите примеры веществ молекулярного и немолекулярного строения.

4. Напишите химическую формулу природного газа метана, если известно, что в состав его молекулы входит один атом углерода и четыре атома водорода.

5. Напишите химическую формулу минерала малахита, зная что на два атома меди в этом соединении приходится один атом углерода, пять атомов кислорода и два атома водорода.

6. В чем суть атомно-молекулярной теории? Каково ее значение?

♦ 7. Предположите, какие из перечисленных веществ имеют молекулярное строение, а какие — немолекулярное: а) кислород; б) вода; в) сахар; г) алюминий; д) мрамор; е) уксусная кислота. Ответ обоснуйте.

§ 9. Закон постоянства состава веществ молекулярного строения

В начале XIX в. французский химик Жозеф Луи Пруст открыл закон постоянства состава:

состав вещества постоянен и не зависит от способа его получения.

Иными словами, углекислый газ, полученный сжиганием угля или природного газа, при брожении глюкозы или при дыхании, имеет один и тот же состав, одну и ту же химическую формулу CO_2 и одни и те же свойства. Аскорбиновая кислота, содержащаяся в плодах шиповника и полученная искусственно, — это одно и то же соединение. Поэтому многие вещества, которые первоначально выделяли из природного сырья, теперь получают на химических производствах, а затем используют для приготовления лекарств, в пищевой промышленности, в быту. Они полностью идентичны природным веществам по составу и свойствам.

Именно этим чистые вещества отличаются от смесей: *состав каждого вещества постоянен и может быть выражен химической формулой, в то время как смесь может иметь произвольный состав.*

Закон постоянства состава не является всеобщим, он применим лишь к веществам, состоящим из молекул. *Состав веществ немолькулярного строения зачастую зависит от способа их получения.* Приведем пример. Хлорид калия KCl (минерал сильвин) образует бесцветные кристаллы, по свойствам напоминающие поваренную соль (хлорид натрия). Однако в природе изредка встречаются кристаллы сильвина, имеющие розово-фиолетовую окраску. Окрашенные кристаллы отличаются от обычных бесцветных лишь тем, что имеют «дефект» — в них содержится некоторый избыток атомов калия, например на 100 атомов хлора приходится 105 атомов калия. Формулу такой фиолетовой соли правильнее записать $\text{K}_{1,05}\text{Cl}$ или в общем виде K_{1+x}Cl . Наличие подобных дефектов, а также небольшого количества атомов примесей обуславливает неповторимую окраску многих драгоценных камней — алмаза, сапфира, александрита. Поэтому подобрать два близких по окраске камня так же трудно, как найти двух похожих людей.



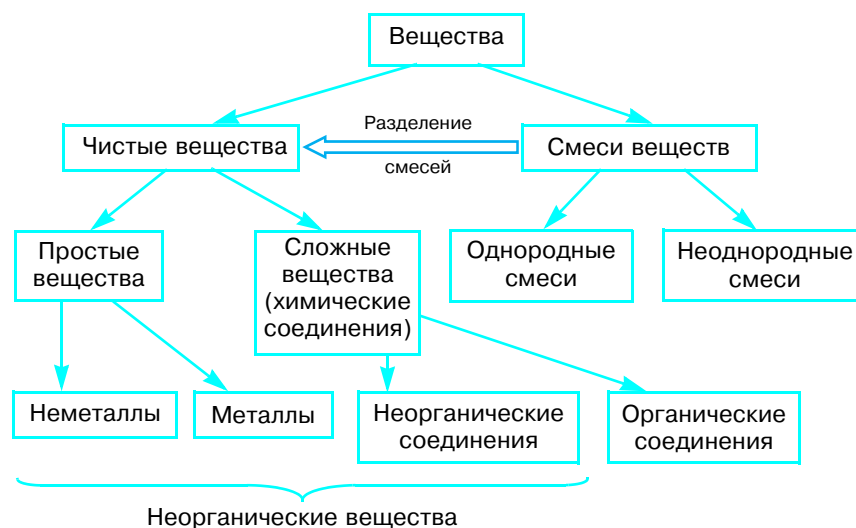
1. Какой состав имеет вода? Зависит ли он от способа ее получения? Почему вода из водопроводного крана, из колодца и из моря различается по вкусу?
2. Выпишите вещества, состав которых не зависит от способа их получения: углекислый газ, этиловый спирт, кварц, уксусная кислота, алмаз.

§ 10. Классификация веществ. Простые и сложные вещества

К настоящему времени известно около 20 миллионов веществ, и это число постоянно возрастает за счет синтеза новых соединений. Для того чтобы свободно ориентироваться среди такого количества веществ, химики разделили их на отдельные классы — составили их классификацию (схема 1).

Схема 1

Классификация веществ



Исследуя новое вещество, ученые не только определяют его состав, но и относят к определенному классу. В первую очередь выясняют, чистое это вещество или смесь. Как вы помните, смеси бывают однородными и неоднородными. Однородную смесь — раствор — по внешнему виду невозможно отличить от чистого вещества. Используя физические методы (отстаивание, фильтрование, выпаривание и др.), из смеси можно выделить вещества, ее образующие.

Чистые вещества по составу подразделяют на простые и сложные.

Простые вещества образованы атомами одного химического элемента.

Например, вещество железо состоит лишь из атомов железа; газ кислород образован молекулами, состоящими только из атомов кислорода. Обратите внимание на то, что чаще всего простые вещества называют так же, как и химические элементы, из атомов которых они образованы. Когда мы говорим о кислороде, содержащемся в атмосфере Земли, которым дышат все живые организмы, мы имеем в виду простое вещество — газ кислород, состоящий из молекул O_2 . Говоря же о том, что эти молекулы состоят из двух атомов кислорода, мы имеем в виду атомы определенного вида, т. е. химический элемент кислород.

Интересно, что многие химические элементы образуют не одно, а несколько простых веществ. Это явление называют *аллотропией*, а простые вещества, образованные одним химическим элементом, — *аллотропными модификациями*. Кислород существует в природе не только в виде молекул O_2 , но и в виде трехатомных молекул O_3 . Простое вещество O_3 называют озоном. Большое количество озона содержится в атмосфере. Несколько аллотропных модификаций образуют углерод (алмаз, графит и др.), фосфор, сера и многие металлы.

Простые вещества подразделяют на металлы и неметаллы. **Металлы** (железо, медь, цинк, олово, серебро, золото, натрий) отличаются от неметаллов характерным металлическим блеском и ковкостью, они хорошо проводят тепло и электрический ток. Многие **неметаллы** при комнатной температуре — газы (кислород, водород, азот, хлор, гелий), есть среди них жидкость (бром) и твердые вещества (уголь, сера, фосфор, иод). Неметаллы плохо проводят тепло и электрический ток, а в твердом состоянии при ударе рассыпаются.

Нужно заметить, что четкой границы между металлами и неметаллами не существует. Например, кристаллический иод обладает металлическим блеском, графит (углерод) проводит электрический ток. Однако вещества этих классов в целом легко отличить друг от друга.

Число известных простых веществ в несколько раз превосходит число химических элементов. Сложных веществ гораздо больше.

Сложные вещества состоят из атомов разных химических элементов.

Сложные вещества иначе называют **химическими соединениями**. Они тоже образуют две большие группы — органические и неорганические соединения. В состав **органических веществ** обязательно входит углерод, поэтому при нагревании они обугливаются. Мы уже описывали такой опыт с сахаром. Слово «органические» напоминает о том, что когда-то эти вещества выделяли из растений и животных. Так до сих пор получают сахар. Среди известных вам органических веществ назовем этиловый спирт, уксусную кислоту, аспирин, крахмал, целлюлозу, белки, пластмассы. Органических веществ гораздо больше, чем **неорганических**, к числу которых относятся не только соединения всех химических элементов, кроме углерода, но и простейшие соединения углерода, например углекислый газ. Кварц, кислород, вода, серная кислота, поваренная соль, сода — неорганические вещества. В школьном курсе химии вы сначала будете изучать неорганические вещества.

**Лабораторный опыт 4. Ознакомление с образцами простых и сложных веществ**

Рассмотрите выданные вам вещества, обращая внимание на их химические формулы. Разделите вещества на простые и сложные. Выпишите их формулы в отдельные столбцы. Среди простых веществ найдите металлы и неметаллы. Какими общими свойствами обладают металлы?



1. Объясните разницу между понятиями «химический элемент» и «простое вещество», «простое вещество» и «сложное вещество».

2. Определите, в каком случае речь идет о железе как о химическом элементе, а в каком — о простом веществе.

Железо входит в состав гемоглобина крови. При недостатке *железа* у человека развивается тяжелое заболевание — малокровие. Ученые заметили, что люди, использующие для приготовления пищи посуду, сделанную из *железа*, редко страдают этим заболеванием.

3. Приведите примеры известных вам металлов. К каким веществам они относятся — простым или сложным?
4. Как доказать, что полиэтилен — органическое соединение?
5. Какими буквами обозначены на рис. 23 модели простых веществ, сложных веществ, смесей веществ? Ответ поясните.

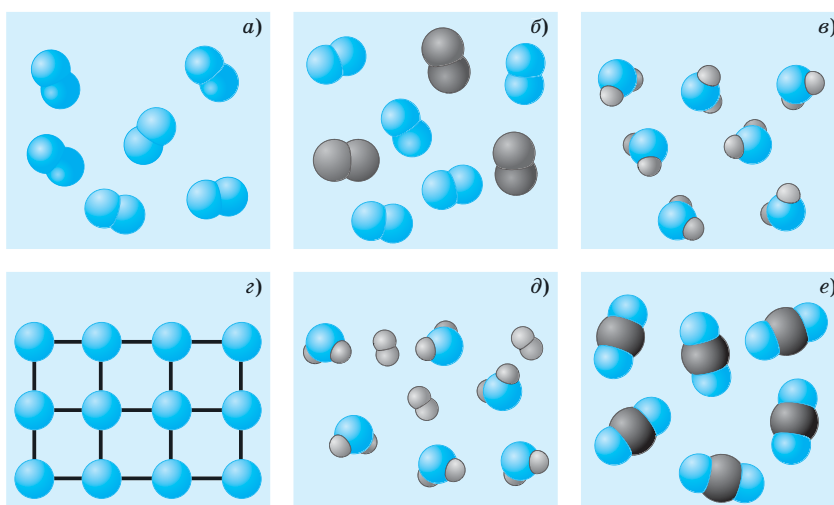


Рис. 23. Модели некоторых веществ и смесей

§ 11. Относительная атомная и молекулярная массы. Качественный и количественный состав вещества

Атомы настолько малы, что их массу трудно выражать в привычных единицах — граммах или килограммах. Даже самые тяжелые атомы весят ничтожно мало — около 10^{-22} г, т. е. 0,0000000000000000000001 г. Гораздо удобнее сравнивать массу данного атома с какой-то другой малой массой, принятой за единицу измерения. В качестве такой единицы измерения ученые договорились использовать 1/12 часть массы атома углерода. Эту единицу называют атомной единицей массы (а.е.м.). Масса атома, выраженная через эту величину, получила название относительной атомной массы. Ее обо-

значают A_r , индекс r — первая буква английского слова *relative* — относительный.

Относительная атомная масса — это отношение массы атома данного химического элемента X к $1/12$ массы атома углерода:

$$A_r = \frac{m(X)}{1/12m(C)}.$$

Относительная атомная масса показывает, во сколько раз масса данного атома больше $1/12$ массы атома углерода. Например, $A_r(\text{H}) = 1$, т. е. один атом водорода имеет такую же массу, как $1/12$ атома углерода. Атом фтора в 19 раз тяжелее $1/12$ атома углерода: $A_r(\text{F}) = 19$.

Относительная атомная масса — величина безразмерная, подобно всем другим относительным величинам. Ее нельзя путать с *абсолютной массой атома*, выраженной в атомных единицах массы (а.е.м.). Численные значения абсолютных масс атомов, выраженных в а.е.м., совпадают со значениями относительных атомных масс. В некоторых учебниках используют именно эти, абсолютные единицы: например, масса атома кислорода равна 16 а.е.м., атома серы — 32 а.е.м. и т. д. Нужно помнить о том, что 1 а.е.м. — необычайно малая величина ($1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$), она меньше килограмма примерно во столько раз, во сколько масса человека меньше массы земного шара.

Атомы разных химических элементов различаются по массе не более, чем в 300 раз, поэтому относительные атомные массы представляют собой сравнительно небольшие числа. Значение относительной атомной массы каждого химического элемента приведено в Периодической системе Д. И. Менделеева. На практике эти значения обычно округляют до целых чисел. Округленные значения относительных атомных масс некоторых химических элементов приведены в табл. 3 (с. 23).

Атомные массы химических элементов впервые определил Д. Дальтон в начале XIX в. Он, конечно, не взвешивал отдельные атомы, но сумел определить, во сколько раз одни атомы тяжелее или легче других. Известно, например, что медь реагирует с серой с образованием сульфида меди CuS , в котором на один атом меди приходится один атом серы. Опытным путем было

установлено, что масса меди в этом соединении в два раза больше, чем масса серы. Следовательно, каждый атом меди в два раза тяжелее атома серы (рис. 24). Аналогично было найдено, что атом меди в 4 раза тяжелее атома кислорода. Оказалось, что самый легкий — атом водорода, поэтому долгое время его массу принимали за единицу измерения. Потом массы других атомов стали сравнивать с 1/16 массы атома кислорода, а с 1961 г. — с 1/12 массы атома углерода.

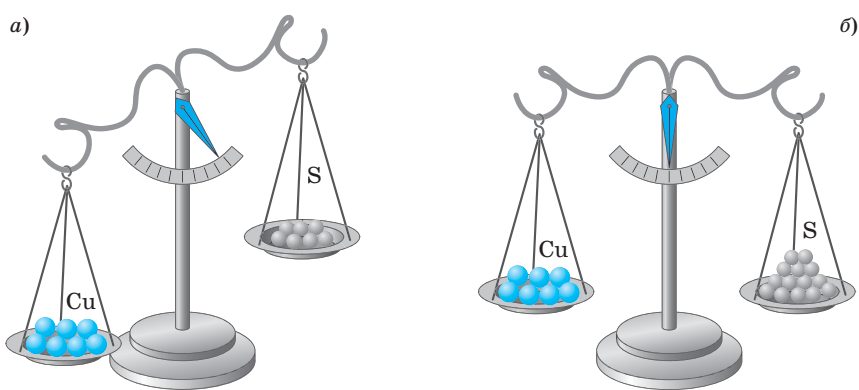


Рис. 24. **Сравнение масс атомов.** Если бы атомы можно было взвесить на весах, то мы заметили бы, что атомы меди тяжелее атомов серы: а — семь атомов меди тяжелее, чем семь атомов серы; б — семь атомов меди ($A_r = 64$) имеют такую же массу, как четырнадцать атомов серы ($A_r = 32$)

Относительная молекулярная масса (M_r) показывает, во сколько раз масса молекулы больше 1/12 массы атома углерода. Для нахождения относительной молекулярной массы не обязательно знать массу молекулы. Гораздо проще рассчитать относительную молекулярную массу, принимая во внимание, что масса молекулы равна сумме масс атомов, из которых она состоит. Следовательно, *относительная молекулярная масса равна сумме относительных атомных масс химических элементов, образующих данное соединение, с учетом числа атомов каждого элемента.* Например, относительная молекулярная масса воды равна сумме двух относительных атомных масс водорода и одной относительной атомной массы кислорода:

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2A_r(\text{H}) + A_r(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18.$$

Аналогично, относительная молекулярная масса газа азота, состоящего из молекул N_2 , равна 28, а газа водорода H_2 — 2:

$$\begin{aligned}M_r(N_2) &= 2A_r(N) = 2 \cdot 14 = 28; \\M_r(H_2) &= 2A_r(H) = 2 \cdot 1 = 2.\end{aligned}$$

Сравнивая эти значения, можно заметить, что водород в 14 раз легче азота — это самый легкий из газов.

Относительные молекулярные массы простых веществ, имеющих немолекулярное строение, а также серы и фосфора принято считать численно равными их относительным атомным массам: например, $M_r(Fe) = A_r(Fe) = 56$.

Химическая формула вещества включает в себе достаточно много информации. Рассмотрим формулу воды H_2O . Во-первых, она показывает *качественный состав* вещества: данное вещество содержит водород и кислород. Во-вторых, химическая формула выражает *количественный состав* вещества. В воде на два атома водорода (их относительная масса — $2A_r(H) = 2 \cdot 1 = 2$) приходится один атом кислорода (его масса — $A_r(O) = 16$). Следовательно, на 2 массовые части водорода в воде приходится 16 массовых частей кислорода, или, иными словами, отношение масс водорода и кислорода равно 1 : 8:

$$m(H) : m(O) = 2 : 16 = 1 : 8.$$

Ясно, что для получения воды из водорода и кислорода их надо смешать в массовом отношении 1 : 8.

По химической формуле можно рассчитать массовые доли химических элементов в соединении. **Массовая доля химического элемента** показывает, какая часть относительной молекулярной массы вещества приходится на данный элемент. Ее рассчитывают по формуле:

$$w(X) = \frac{nA_r(X)}{M_r},$$

где $w(X)$ — массовая доля химического элемента X, выраженная в долях единицы;

n — число атомов данного элемента, обозначенное индексом в формуле соединения;

A_r — относительная атомная масса X;

M_r — относительная молекулярная масса соединения.

Долей называют часть целого, поэтому сумма всех долей равна единице, или 100 %.

Задача 1. Рассчитайте массовые доли химических элементов в красном железняке Fe_2O_3 .

Решение

Сначала найдем относительную молекулярную массу вещества:

$$M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2A_r(\text{Fe}) + 3A_r(\text{O}) = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16 = 160.$$

Затем рассчитаем массовые доли химических элементов железа и кислорода:

$$w(\text{Fe}) = \frac{2A_r(\text{Fe})}{M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{2 \cdot 56}{160} = 0,7, \text{ или } 70 \%;$$

$$w(\text{O}) = \frac{3A_r(\text{O})}{M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{3 \cdot 16}{160} = 0,3, \text{ или } 30 \%.$$

Обратите внимание, что сумма массовых долей железа и кислорода составляет 1, или 100 %.

О т в е т: $w(\text{Fe}) = 70 \%$; $w(\text{O}) = 30 \%$.

Задача 2. Рассчитайте массу атомов кислорода, содержащихся в одном стакане (200 г) воды.

Решение

Рассчитаем массовую долю кислорода в воде:

$$w(\text{O}) = \frac{A_r(\text{O})}{M_r(\text{H}_2\text{O})} = \frac{16}{18} = 0,889, \text{ или } 88,9 \%.$$

Таким образом, $m(\text{O}) = 0,889 \cdot 200 \text{ г} = 177,8 \text{ г}$.

О т в е т: $m(\text{O}) = 177,8 \text{ г}$.



1. Дайте определения понятий «относительная атомная масса», «относительная молекулярная масса». Какой смысл имеет слово «относительная»?
2. Что означает запись $A_r(\text{S}) = 32$?
3. Какой атом тяжелее — железа или кремния — и во сколько раз?
4. Определите относительные молекулярные массы простых веществ: водорода, кислорода, хлора, меди, алмаза (углерода). Вспомните, какие из них состоят из двухатомных молекул, а какие — из атомов.
5. Рассчитайте относительные молекулярные массы следующих соединений: углекислого газа CO_2 , серной кислоты H_2SO_4 , сахара $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, этилового спирта $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, мрамора CaCO_3 .



- ♦6. В перекиси водорода на один атом кислорода приходится один атом водорода. Определите формулу перекиси водорода, если известно, что ее относительная молекулярная масса равна 34. Каково массовое соотношение водорода и кислорода в этом соединении?
- ♦7. Во сколько раз молекула углекислого газа тяжелее молекулы кислорода?
8. Что называют массовой долей химического элемента в соединении?
9. В каком массовом отношении нужно смешать железо и серу для получения сульфида железа FeS ?
10. В каком массовом отношении нужно смешать алюминий и серу для получения сульфида алюминия Al_2S_3 ? Определите массовые доли химических элементов в этом соединении.
11. Определите массовые доли серы и кислорода в сернистом газе SO_2 .
12. Определите массовые доли химических элементов в мраморе CaCO_3 .
- ♦13. Рассчитайте массу атомов кислорода в куске мрамора CaCO_3 массой 20 г.
- ♦14. Найдите массу мрамора CaCO_3 , содержащего 100 г атомов кальция.

§ 12. Закон сохранения массы веществ. Уравнения химических реакций

В XVIII в. на основании многочисленных экспериментов французский химик Антуан Лоран Лавуазье и независимо от него русский ученый Михаил Васильевич Ломоносов установили:

в результате химических превращений масса веществ остается неизменной — общая масса всех исходных веществ равна общей массе всех продуктов реакции.

Это утверждение носит название **закона сохранения массы веществ при химических реакциях**. Сейчас оно кажется очевидным. Действительно, в результате химических реакций одни вещества превращаются в другие, но при этом атомы не исчезают, не появляются и не превращаются из одного вида в другой.

Великий русский ученый. Сын архангельского крестьянина-помора. Учился в Москве, в Славяно-греко-латинской академии, затем в Германии. Он считал, что тела состоят из «корпускул» (молекул) — мельчайших частиц, имеющих вес и обладающих всеми свойствами вещества, а «корпускулы» состоят из «элементов» (атомов). Однако созданная им атомная теория не была опубликована. Ломоносов сформулировал закон сохранения материи (1758): «все перемены, в натуре случающиеся, такого суть состояния, что сколько чего у одного тела отнимется, столько присовокупится к другому. Так, ежели где убудет несколько материи, то умножится в другом месте...» А. С. Пушкин, собиравший материалы к биографии ученого, писал, что у него был непростой характер: «С ним шутить было накладно. Он везде был тот же: дома, где все его домочадцы трепетали; во дворе, где он дил за уши пажей; в Академии, где не смели при нем пикнуть». Ломоносов создал первую в России химическую лабораторию, ввел в химию количественные методы исследования, разработал метод получения непрозрачного стекла (смальты), которую использовал для создания мозаики. По словам Пушкина, «историк, ритор, механик, химик, минералог, художник и стихотворец, он все испытал и все проник». По инициативе М. В. Ломоносова в 1755 году был открыт Московский университет, который теперь носит его имя.



**Михаил
Васильевич
Ломоносов**
(1711 — 1765)

Однако в то время, когда атомно-молекулярная теория еще не завоевала всеобщего признания ученых, многие факты, казалось, противоречили закону сохранения массы веществ. Например, всем известно, что свеча постепенно сгорает, теряя массу. Как это объяснить? Горение свечи — это химическая реакция парафина с кислородом воздуха, протекающая с образованием углекислого газа и воды. Продукты этой реакции (углекислый газ и водяной пар) — газообразные вещества, которые улетучиваются, поэтому нам и кажется, что происходит потеря массы.

Докажем, что и в этом случае закон сохранения массы веществ выполняется. На одну чашку весов поставим свечу, над ней на треножнике закрепим цилиндр, набитый кусками негашеной извести — вещества, которое будет поглощать углекислый газ

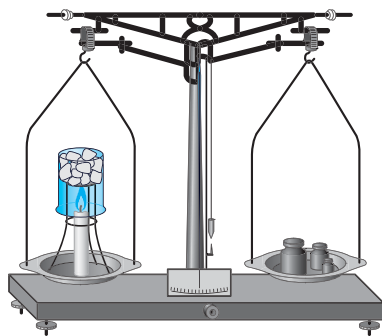
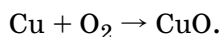


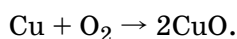
Рис. 25. Горение свечи на весах с поглощением продуктов горения

и воду, не давая им выделяться в атмосферу (рис. 25). Уравновесим весы и подожжем свечу. Свеча горит, постепенно уменьшаясь в размере, но стрелка весов остается неподвижной — изменение массы не происходит, так как образующиеся при горении свечи продукты поглощаются известью.

Химические реакции обычно записывают в виде уравнений. В левой части **уравнения химической реакции** представлены формулы исходных веществ (реагентов), а в правой — продуктов. Рассмотрим на простейшем примере, как составить такое уравнение. При прокаливании медной фольги на ее поверхности образуется черный налет оксида меди CuO — соединения меди с кислородом. Медь Cu соединяется с кислородом воздуха (кислород состоит из двухатомных молекул O_2), образуя оксид CuO :

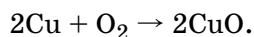


Это *схема реакции*. Чтобы она превратилась в уравнение, нужно уравнивать число атомов каждого химического элемента в левой и правой частях (до и после стрелки). Для этого расставляют *коэффициенты* — цифры перед формулами веществ, указывающие число частиц, вступивших во взаимодействие. Как легко заметить, число атомов кислорода в левой и правой частях схемы различно: слева два атома кислорода, справа — один, а это противоречит закону сохранения массы веществ. Чтобы исправить положение, перед формулой оксида меди CuO поставим коэффициент 2:

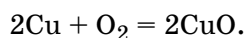


Теперь слева и справа от стрелки записано одинаковое число атомов кислорода. Однако, поставив коэффициент 2 перед формулой CuO , мы одновременно увеличили и число атомов меди в правой части схемы — их стало два. Для того чтобы уравнивать

число атомов меди в обеих частях схемы, нужно поставить еще один коэффициент, на этот раз перед формулой меди:

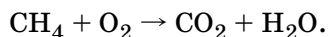


Теперь число атомов каждого вида в левой и правой частях схемы одинаково. Чтобы подчеркнуть, что коэффициенты расставлены, стрелку между формулами реагентов и продуктов в уравнении химической реакции принято заменять знаком равенства:



Как вы уже заметили, коэффициент 1, подобно индексу 1 в формуле вещества, не ставят.

Рассмотрим еще один пример. Главная составная часть природного газа — метан CH_4 . Напишем уравнение реакции горения метана, зная, что продуктами реакции являются углекислый газ CO_2 и вода H_2O (рис. 26). Сначала напишем схему реакции:



Уравняем число атомов каждого химического элемента слева и справа от стрелки, т. е. расставим коэффициенты. Начнем с атомов углерода — в обеих частях их по одному. Затем подсчитаем число атомов водорода: в левой части схемы их четыре, а в правой — два. Уравняем их число, поставив коэффициент 2 перед формулой H_2O :

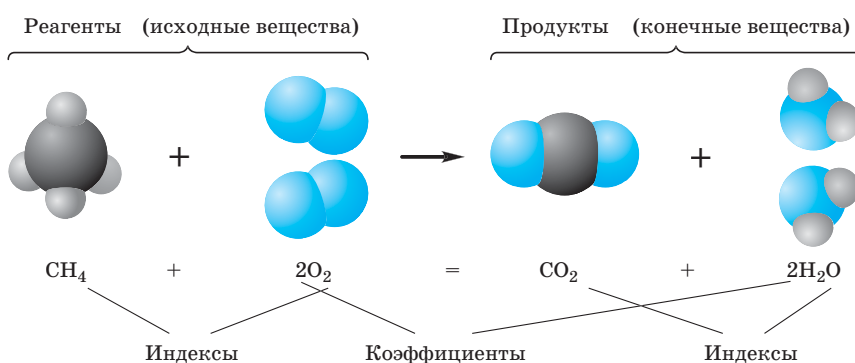
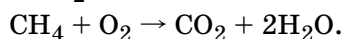
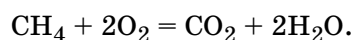


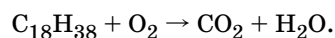
Рис. 26. *Различные способы изображения химической реакции*

Наконец, осталось уравнивать число атомов кислорода. В левой части только два атома кислорода в молекуле O_2 , а в правой — четыре (два атома в составе молекулы CO_2 и по одному в составе двух молекул H_2O). Очевидно, что перед формулой O_2 в левой части нужно поставить коэффициент 2:

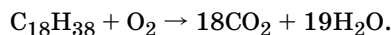


Подсчитав еще раз число атомов каждого химического элемента в левой и правой частях уравнения химической реакции, убедимся, что коэффициенты расставлены правильно.

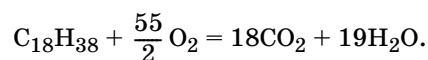
Коэффициенты в уравнениях химических реакций иногда бывают и довольно большими числами. Приведем пример. Свеча сделана из парафина, который является смесью близких по составу и строению соединений углерода с водородом. Составим уравнение реакции горения одного из них — октадекана $C_{18}H_{38}$, считая, что весь содержащийся в нем углерод переходит в углекислый газ:



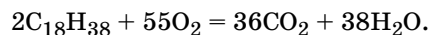
Сначала уравниваем число атомов углерода и водорода, для этого перед формулой CO_2 поставим коэффициент 18, а перед формулой H_2O — 19:



Теперь осталось уравнивать число атомов кислорода. Слева их 2, а справа — $18 \cdot 2 + 19 = 55$. В таком случае число молекул O_2 в левой части уравнения получается дробным — $\frac{55}{2}$:



Но что значит дробное число молекул кислорода? Ведь молекула — мельчайшая частица вещества. Чтобы все коэффициенты были целыми числами, увеличим каждый из них в два раза:



По уравнению реакции можно проводить различные расчеты. Вы научитесь делать это в 9-м классе.



1. Сформулируйте закон сохранения массы веществ и обоснуйте его с позиций атомно-молекулярной теории.
2. Почему при горении спиртовки масса спирта постоянно уменьшается? Не нарушается ли при этом закон сохранения массы веществ?
3. Как вы объясните увеличение массы железной детали при ржавлении?
4. Что обозначают индекс в формуле вещества и коэффициент в уравнении реакции?
5. Что значит расставить коэффициенты в уравнении химической реакции?
6. При горении угля С образуется углекислый газ. Напишите уравнение этой реакции.
7. При взаимодействии двух газов — кислорода и водорода — образуется вода. Напишите уравнение этой реакции.
8. При разложении малахита $\text{Cu}_2\text{CO}_3\text{H}_2$ образуются оксид меди CuO , углекислый газ и вода. Напишите уравнение этой реакции.
9. Расставьте коэффициенты в следующих схемах реакций:

а) $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$; $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$; $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C} + \text{H}_2$; $\text{P} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{PBr}_5$; б) $\text{Al} + \text{F}_2 \rightarrow \text{AlF}_3$; $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$; $\text{FeO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$; $\text{Fe} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3$; в) $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$; $\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CaO}$; $\text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl}$; $\text{BaO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{BaO}_2$;	г) $\text{CuO} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2$; $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$; $\text{FeBr}_3 \rightarrow \text{FeBr}_2 + \text{Br}_2$; $\text{CuCl}_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS} + \text{NaCl}$; д) $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{C}_4\text{H}_{10} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{Ag} + \text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$; $\text{CH}_5\text{N} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$; е) $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$; $\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{NaOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{CuOH} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$.
--	---
10. В природном газе содержится небольшое количество этана C_2H_6 . На воздухе он сгорает подобно метану. Составьте уравнение реакции.

§ 13. Типы химических реакций

Число изученных химических реакций очень велико. Простейшие из них можно условно разделить на четыре группы — реакции соединения, разложения, замещения и обмена.

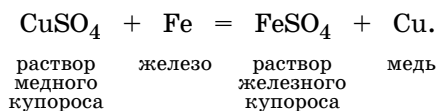
символом температуры t над знаком равенства. Многие соединения, устойчивые при комнатной температуре, при нагревании разлагаются. Например, подавляющее большинство органических веществ не выдерживают нагревания до $300\text{ }^\circ\text{C}$, а при $2500\text{ }^\circ\text{C}$ начинает распадаться на водород и кислород даже такое устойчивое вещество, как вода. Некоторые вещества разлагаются под действием света. Так, соединения серебра на свету чернеют вследствие выделения серебра. На этом процессе основана черно-белая фотография.



Лабораторный опыт 6. Реакция разложения

Положите в сухую пробирку немного порошка малахита. Какого он цвета? Нагрейте пробирку в пламени спиртовки. Что наблюдаете? Какая жидкость конденсируется на стенках пробирки? Зажгите лучинку и внесите ее в пробирку. Что происходит? О выделении какого газа это свидетельствует? Перечислите вещества, образующиеся при разложении малахита. Напишите уравнение реакции. К какому типу она относится?

Реакции замещения — это реакции между простым и сложным веществом, протекающие с образованием двух новых веществ — простого и сложного. Если в синий раствор медного купороса опустить железный гвоздь, то на поверхности гвоздя начнет выделяться красный налет меди. Вскоре окраска раствора станет зеленовато-желтой, характерной для железного купороса:



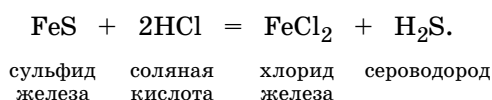
В результате этой реакции атом железа занимает место атома меди в медном купоросе — замещает атом меди.



Лабораторный опыт 7. Реакция замещения

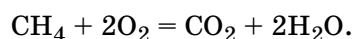
Заполните пробирку примерно на одну треть раствором медного купороса. Обратите внимание на цвет раствора. Опустите в пробирку железный гвоздь. Что происходит? Как изменяется цвет раствора? Чем покрывается поверхность гвоздя? Напишите уравнение реакции. К какому типу она относится?

Реакциями обмена называют взаимодействие между двумя сложными веществами, при котором они обмениваются атомами или группами атомов. При действии на сульфид железа соляной кислоты выделяется сероводород H_2S — ядовитый газ с неприятным запахом тухлых яиц:



Подробнее с реакциями обмена вы познакомитесь позднее.

Многие химические реакции нельзя отнести ни к одному из перечисленных четырех типов. Примером может служить реакция горения метана:



Единой классификации химических реакций не существует.



1. На какие четыре типа подразделяют химические реакции?
2. Может ли простое вещество образоваться в результате реакции: а) соединения; б) разложения; в) замещения; г) обмена? Ответ поясните.
3. Из схем реакций, приведенных в задании 9 (с. 45), выпишите отдельно схемы реакций: а) соединения; б) разложения; в) замещения; г) обмена; д) не относящихся ни к одному из четырех типов.
4. Расставьте коэффициенты в схемах следующих реакций и определите типы реакций:

а) $\text{CaO} + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$;	б) $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$;
$\text{Na} + \text{I}_2 \rightarrow \text{NaI}$;	$\text{AgF} + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} + \text{NaF}$;
$\text{Zn} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{ZnSO}_4$;	$\text{HgO} \rightarrow \text{Hg} + \text{O}_2$;
$\text{Ba} + \text{O}_2 \rightarrow \text{BaO}$;	$\text{MnO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Mn}_3\text{O}_4$;
$\text{Mg} + \text{N}_2 \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2$;	$\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO}$.
5. Под действием электрического тока вода разлагается на водород и кислород. Напишите уравнение этой реакции. К какому типу она относится?
6. Напишите уравнение реакции получения сульфида железа FeS из простых веществ. К какому типу она относится?
7. Под действием света бромид серебра AgBr , входящий в состав фотоэмульсии, разлагается на серебро и бром Br_2 . Напишите уравнение этой реакции. К какому типу она относится?

 **Самое важное в главе 1**

Все тела состоят из веществ. Вещества встречаются в природе как в индивидуальном виде, так и в составе смесей. В отличие от чистых веществ, смеси не имеют определенного состава и им не может быть приписана химическая формула. Как правило, смесь плавится или кипит в интервале температур. Свойства веществ в смеси сохраняются. Различают однородные и неоднородные смеси. Однородные смеси — растворы — разделяют выпариванием, а неоднородные — фильтрованием и отстаиванием.

Каждое вещество может находиться в трех агрегатных состояниях — твердом, жидком, газообразном. Качественный и количественный состав вещества записывают в виде химической формулы, состоящей из символов химических элементов и индексов, указывающих число атомов каждого элемента.

Изменения, происходящие с веществами и телами, называют явлениями. При физических явлениях изменяется лишь форма тела или агрегатное состояние вещества, а состав вещества остается неизменным. Химические явления, или химические реакции, сопровождаются превращением одних веществ в другие, обладающие новыми свойствами. О протекании реакций судят по выделению или поглощению энергии, изменению окраски, образованию осадка, выделению газа, появлению запаха. Вещества реагируют между собой в определенном массовом отношении.

В результате химической реакции общая масса веществ остается неизменной (закон сохранения массы веществ). Химические реакции записывают в виде уравнений.

Простейшие химические реакции разделяют на четыре типа: реакции соединения, разложения, замещения и обмена.

Материальный мир состоит из атомов. Атом — это мельчайшая, химически неделимая частица вещества. Атомы определенного вида называют химическим элементом. Простые вещества состоят из атомов одного вида, а сложные — из атомов нескольких видов. В веществах атомы либо объединены в молекулы, либо связаны друг с другом в бесконечные слои и каркасы.

Молекула — мельчайшая частица вещества, обладающая его химическими свойствами и состоящая из атомов, объединенных в одно целое химическими связями. Состав веществ, состоящих из молекул, постоянен и не зависит от способа получения вещества (закон постоянства состава).

Относительные массы атомов (A_r) и молекул (M_r) показывают, во сколько раз данная частица тяжелее $1/12$ части атома углерода. Относительную молекулярную массу соединения подсчитывают как сумму относительных атомных масс образующих его химических элементов, учитывая число атомов каждого из них. Массовая доля (w) химического элемента в веществе показывает, какая часть относительной молекулярной массы приходится на данный элемент. Сумма массовых долей всех химических элементов в соединении равна 1 (100 %).

Химия — это наука о веществах, их свойствах и взаимных превращениях.