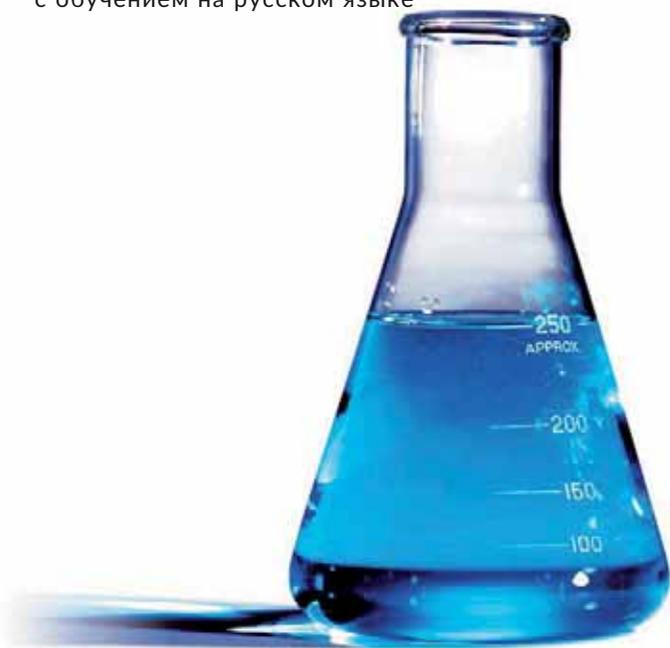


П. П. Попель, Л. С. Крикля

ХИМИЯ

Учебник

для 7 класса
общеобразовательных
учебных заведений
с обучением на русском языке



Рекомендовано
Министерством образования и науки Украины



Киев
Издательский центр «Академия»
2015

УДК 547(075.3)
ББК 24.2я721
П57

Рекомендовано Министерством образования и науки Украины

(Приказ Министерства образования и науки Украины от 20.07.2015 г. № 777)

Учебник подготовлен в соответствии с программой по химии для 7—9 классов общеобразовательных учебных заведений. Он содержит теоретический материал разделов «Первоначальные химические понятия», «Кислород», «Вода», практические работы, лабораторные опыты, упражнения, задачи, задания для домашнего эксперимента, дополнительный материал для любознательных, а также словарь терминов, предметный указатель, список литературы и интернет-сайтов для использования учениками.

© Попель П. П., Крикля Л. С., 2015
© Попель П. П., перевод, 2015
© ИЦ «Академия», оригинал-макет, 2015

Уважаемые семиклассники!

В этом учебном году вы начинаете изучать очень интересный предмет — химию. Ученые-химики исследуют вещества, определяют их состав и свойства, осуществляют превращения одних веществ в другие. Химики участвуют в создании новых материалов всевозможного назначения, лекарств, косметических средств, совершенствуют технологии получения металлов, производства удобрений, переработку полезных ископаемых, промышленных и бытовых отходов. Человечество использует достижения химической науки для улучшения условий жизни, сохранения природы для будущих поколений. Мы не можем обойтись без знаний, которые дает эта наука.

Химия раскрывает свои секреты всем, кто интересуется ею и стремится понять, что такое вещество, как и почему одни вещества превращаются в другие. Эта наука имеет собственные законы, логику, язык.

При проведении химических опытов вы научитесь наблюдать за веществами, описывать эксперимент и объяснять его результаты, сопоставлять увиденное и услышанное на уроке с прочитанным в учебнике, делать выводы. Химия поможет вам приобрести навыки экспериментирования, будет способствовать расширению кругозора. Знания и умения, полученные при изучении химии, пригодятся вам в жизни.

Как изучать химию

Первый совет. Старательно работайте на уроке, внимательно слушайте объяснения учителя, наблюдайте за опытами, которые он демонстрирует и которые вы проводите в химическом кабинете; пытайтесь все понять.

Второй совет. Выполняя домашнее задание, сначала прочитайте соответствующий материал в параграфе учебника, внимательно рассмотрите рисунки, схемы, формулы, а затем решайте задачи и упражнения. При необходимости обратитесь к записям, сделанным вами на предыдущих уроках химии.

Третий совет. Учитесь самостоятельно исследовать вещества. В этом вам помогут домашние эксперименты. Как их проводить — описано в учебнике. Выполняйте эти опыты с согласия родителей.

Будьте всегда осторожными. Неумелое обращение с некоторыми веществами может навредить вашему здоровью.

Как пользоваться учебником

В начале каждого параграфа указано, насколько важным для вас является изложенный в нем материал, а в конце — сформулированы выводы.

В учебнике, кроме основного текста, есть и вспомогательный; он напечатан наклонным шрифтом и отмечен цветной вертикальной линией. Дополнительная информация и интересные факты размещены на полях. Основные определения выделены цветом, а новые термины, важные утверждения и слова с логическим акцентом — курсивом. Текст к лабораторным опытам и практическим работам представлен на цветном фоне.

После каждого параграфа есть задания, упражнения и задачи, которые размещены преимущественно по возрастанию сложности. В конце учебника вы найдете ответы к некоторым задачам и упражнениям, словарь терминов, а также предметный указатель. Он поможет быстро найти страницу учебника, где идет речь об определенном термине, веществе, явлении.

Мы стремились создать учебник, по которому вам будет легко и интересно учиться. Надеемся, вы полюбите химию. Искренне желаем вам успехов.

Авторы

Введение

1 Химия — естественная наука

Материал параграфа поможет вам:

- выяснить, почему химию относят к естественным наукам;
- убедиться в существовании связей химии с другими науками;
- узнать о вкладе химиков в развитие человечества;
- понять, зачем изучают химию.

Слово «химия» имеет несколько значений. Химией называют одну из наук, учебный предмет в школе, университете. Иногда это слово употребляют как сокращенное название химической промышленности.

Химия — одна из естественных наук. На уроках природоведения вы узнали, что существует несколько наук о природе. К ним относятся и химия.

Химия — наука о веществах и их превращениях.

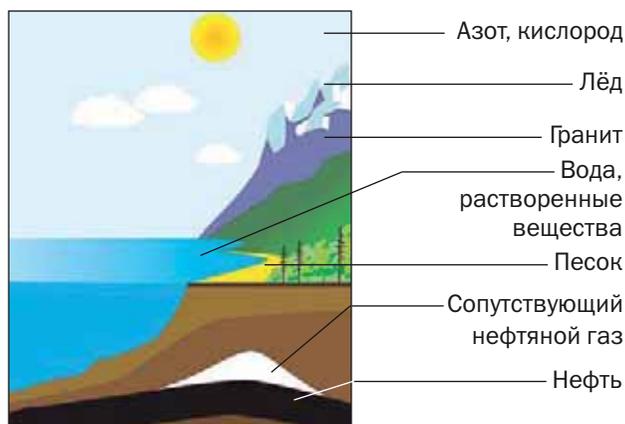
В разные времена ученые-химики проводили эксперименты с веществами, пытались

понять наблюдаемые явления. Они выдвигали гипотезы, создавали теории, которые затем проверяли новыми опытами.

Ныне, изучая вещества — как природные, так и полученные в лабораториях, — химики определяют их состав, внутреннее строение, исследуют свойства. Результаты их деятельности находят широкое применение в промышленности, технике, повседневной жизни.

Вещества и их превращения в окружающем мире. Вещества есть повсюду — в воздухе, природной воде, почве, живых организмах (рис. 1). Они распространены не только на Земле, но и на других планетах.

Рис. 1.
Вещества
и смеси
веществ
в природе



Каждое мгновение происходят превращения веществ в природе. Живые существа вдыхают кислород, входящий в состав воздуха, а выдыхают воздух с повышенным содержанием углекислого газа. Этот газ также выделяется во время пожаров, гниения и разложения растений, останков животных. Зеленые листья поглощают углекислый газ и воду, превращая их в органические вещества и кислород, который поступает в атмосферу. В недрах планеты в течение миллионов лет образовывались минералы, нефть, природный

газ, уголь. Множество химических процессов происходит в реках, морях и океанах.

Человек ежедневно осуществляет превращения веществ, даже не догадываясь об этом. Мыло при растворении в воде превращается в вещества, которые проявляют моющее действие. Зубная паста нейтрализует остатки кислот во рту. Во время приготовления пищи из одних веществ образуются другие, обладающие новыми вкусом, цветом, запахом. Питательная сода, добавленная в муку, при нагревании выделяет углекислый газ, который разрыхляет тесто. Уксусом можно удалить накипь в чайнике, а соком лимона — вывести некоторые пятна на одежде. Эти и другие явления объясняет и предсказывает наука химия.

Химия и другие науки. Все естественные науки связаны между собой (схема 1), влияют друг на друга и взаимно обогащаются. Изолированное развитие каждой из них невозможно.

Схема 1

Связь химии с другими естественными науками



Превращения одних веществ в другие сопровождаются различными физическими явлениями, например выделением или поглощением теплоты. Поэтому химики должны

хорошо знать физику. Ученый-биолог, не сведущий в законах химии, не сможет понять и объяснить превращения веществ, которые происходят в живых организмах. Химические знания нужны и геологу. Используя их, он будет успешно осуществлять поиск полезных ископаемых. Врач, фармацевт, косметолог, металлург, кулинар, представители многих других профессий не достигнут вершин мастерства без соответствующей химической подготовки.

Химия — точная наука. Перед проведением химического эксперимента и после его завершения ученый-химик делает необходимые расчеты. Следовательно, деятельность химика невозможна без знания математики.

За последние полтора века появилось много новых наук, которые стремительно развиваются. Среди них — смежные с химией *физическая химия, биохимия, геохимия, агрохимия, космохимия, экологическая химия*.

На протяжении многих веков люди жили в гармонии с природой. Но в последнее время ситуация ухудшилась. Возрастает загрязнение окружающей среды производственными и бытовыми отходами. Внесение на поля чрезмерного количества удобрений, выделение в атмосферу выхлопных газов из двигателей автомобилей, вредных веществ различных производств в водоемы и почву приводят к уничтожению растений, гибели животных, ухудшению здоровья людей. Серьезной угрозой для всего живого является химическое оружие, в состав которого входят особые, чрезвычайно ядовитые вещества. Уничтожение запасов такого оружия требует значительных усилий, больших средств и времени.

Взаимоотношения человека и природы изучает наука экология¹. В поле зрения ученых-

¹ Название происходит от греческих слов oikos — дом, жилище и logos — слово, учение.

экологов постоянно находятся проблемы защиты окружающей среды от загрязнений. Успех в этом важном деле зависит от бережного отношения к природе каждого человека, а также понимания процессов, происходящих при попадании различных веществ в атмосферу, водоемы, почву (рис. 2).



Рис. 2.
Сохраним
окружающую
среду

Химическая промышленность. На химических заводах осуществляют переработку природного сырья, получают различные вещества, многие из которых не существуют в природе. Продукты химических производств используются во всех сферах деятельности людей (схема 2).

Еще в середине XVIII в., в период становления науки химии, выдающийся ученый Михаил Ломоносов писал: «Широко распространяет химия руки свои в дела человеческие... Куда ни посмотрим, куда ни оглянемся, везде обращаются перед очами нашими успехи ее прилежания». В наше время слова ученого особенно актуальны.

Химия — учебный предмет. Химию, как физику и математику, называют фундаментальной наукой. Поэтому предмет химия является обязательным в средней школе (рис. 3).

Достижения химии — человеку



Синтетические
волокна



Строительные
материалы



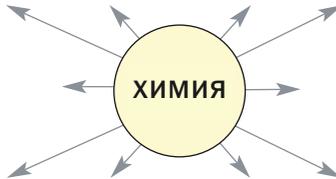
Металлы



Полимерные
материалы



Минеральные
удобрения



Косметические
средства



Нефтепродукты



Материалы для
космической
техники



Бытовые
химические
средства



Лекарственные
средства



Рис. 3.
Ученики
выполняют
химический
эксперимент

Химические знания помогают выяснить, что происходит с веществами в окружающей природе и живых организмах, чем богата наша планета, как изменяется все то, что на ней существует. Без этих знаний мы не можем эффективно и безопасно использовать многие вещества.

ВЫВОДЫ

Химия — наука о веществах и их превращениях. Это естественная наука, имеющая тесные связи с физикой, биологией, математикой. Химией также называют учебный предмет.

Вклад науки химии в развитие цивилизации постоянно возрастает. Достижения ученых-химиков находят применение в химической промышленности, металлургии, сельском хозяйстве, технике, медицине, других сферах деятельности людей.

Одна из важнейших задач, стоящих перед человечеством, — сохранить природу, предотвратить ее загрязнение. Успешно решать эту задачу помогают химические знания.



1. Приведите определение науки химии и прокомментируйте его.
2. Найдите соответствие (запишите номер каждого предложения, а затем — букву а, б или в с соответствующим значением слова «химия»):

<i>Предложение</i>	<i>Значение слова «химия»</i>
1) химия, как и физика, имеет свои законы;	а) учебный предмет;
2) мировая продукция химии — сотни миллионов тонн различных веществ;	б) отрасль промышленности;
3) химию преподают во всех странах;	в) наука.

3. Приведите примеры превращений веществ, о которых не сказано в тексте параграфа.
4. Назовите несколько веществ, которые не существуют в природе, а получены человеком и используются в повседневной жизни.
5. Прокомментируйте вывеску «Бытовая химия» в супермаркете.
6. Что вам известно о загрязнении окружающей среды веществами промышленного происхождения?

2 Как возникла и развивалась наука химия

Материал параграфа поможет вам:

- выяснить, как интерес людей к веществам и их превращениям способствовал формированию науки химии;
- определить этапы развития химии;
- узнать о достижениях ученых-химиков.

Химия — древняя и в то же время молодая наука. Правильные представления о составе веществ, их внутреннем строении и превращениях сложились лишь в последние полтора-два века.

Зарождение науки химии. С незапамятных времен люди осуществляли многочисленные превращения веществ. Научившись добывать огонь, они сжигали древесину для обогрева жилища, приготовления пищи. Делая вино, человек использовал процесс брожения, при котором виноградный сахар превращался в спирт. Подобный процесс стал основой пивоварения. Позже были изобретены способы получения металлов из руд, созданы производства стекла, фарфора, бумаги, пороха, кирпича.

Полагают, что химия как ремесло возникла задолго до начала нашей эры в Древнем Египте

Рис. 4.

Химические
ремесла
в Древнем
Египте:
а — стеклодувы;
б — изделие
гончаров;
в — бальзами-
рование;
г — получение
металлов



(рис. 4). Слово «химия» связывают с первым названием этой страны — Кемет¹. В Египте развились металлургия, керамическое производство, парфюмерия, крашение тканей, изготовление лекарств. Много секретов, связанных с превращениями веществ, знали только жрецы.

О внутреннем строении веществ размышляли древнегреческие философы. Они утверждали, что вещества состоят из мельчайших и неделимых частиц — атомов. Однако доказать это в те времена было невозможно.

В древних арабских странах химию называли алхимией («ал» — часто употребляемая арабская приставка). Там стали развиваться смежные с этой наукой минералогия, аптечное дело, а также разнообразные производства — ростки современной химической технологии.

В средние века алхимия распространилась в Европу. Многие труды арабских и греческих ученых, философов были переведены на латинский язык. Пытаясь получить «философский

¹ Согласно иным гипотезам слово «химия» происходит от древнегреческого «хюма» — литье металлов или древнекитайского «ким» — золото.

камень», который смог бы превратить любой металл в золото, подарить человеку вечную молодость и оберегать его от болезней, алхимики проводили огромное количество опытов (рис. 5). Они впервые получали многие вещества, разработали методы их разделения и очистки, изучили свойства, изготавливали разные виды лабораторной посуды и оборудования. Алхимикам принадлежат многочисленные, порой случайные, открытия.



Рис. 5.
Эксперименты
европейских
алхимиков

Наука становится настоящей, когда открывают ее законы, разрабатывают теории. Первые теории превращений веществ появились в Европе во второй половине XVII в., но оказались ошибочными.

В XVIII в. был открыт *закон сохранения массы веществ при химической реакции*¹ (см. § 19), что дало толчок стремительному развитию науки химии.

Современная химия. В настоящее время химия имеет надежный теоретический фундамент. Он создает возможности ученым прогнозировать существование еще не известных науке веществ с необходимыми для практического применения свойствами.

Благодаря новым веществам, которые устойчивы к высоким температурам, выдержива-

¹ Так называют превращения одних веществ в другие.

ют глубокий вакуум, имеют особые свойства, люди научились использовать атомную энергию, изобрели компьютер, создали межпланетные станции. Древесину, стекло, металлы все чаще заменяют полимерными материалами. В лабораториях создают лекарственные препараты, которые помогают побеждать болезни.

Ученые не только изучают вещества, их превращения, но и находят причины и закономерности этих превращений, исследуют влияние на них температуры, давления, других факторов. Они разрабатывают и совершенствуют технологии переработки различного природного сырья — нефти, угля, природного газа, металлических руд, чтобы получать максимальное количество необходимых веществ с наименьшими потерями.

Химики работают в хорошо оборудованных лабораториях (рис. 6). Возможности современной химии неисчерпаемы.



Рис. 6.
Химическая лаборатория

За выдающиеся достижения в химии ежегодно одному или нескольким ученым присуждают престижную награду — Нобелевскую премию.

Многие наши соотечественники избрали жизненный путь, связанный с химической наукой. Они работают в университетах, научно-исследовательских институтах Национальной академии наук.

Украинские химики обогатили теоретическую и экспериментальную химию, получили десятки тысяч новых веществ, разработали сотни методов химического анализа, схемы переработки производственных отходов, изобрели многие материалы с полезными свойствами. Они успешно внедряют результаты своих исследований в разные отрасли промышленности, техники, другие сферы деятельности людей.

ВЫВОДЫ

Становление химии происходило в течение нескольких тысяч лет.

Химия как фундаментальная наука родилась с открытием закона сохранения массы веществ при химической реакции.

Современная химическая наука имеет теоретическую основу и широкие возможности для исследований. Ученые-химики получают много веществ и изучают их свойства с целью эффективного использования на практике.



7. Почему химию считают древней и в то же время молодой наукой?
8. Воспользовавшись материалами из интернета, подготовьте небольшое сообщение об интересном открытии или изобретении алхимиков.
9. Докажите, что человек в наше время не может ограничиться использованием лишь тех веществ, которые существуют в природе.
10. Какие задачи решают ученые-химики?

3 Правила работы в химическом кабинете. Лабораторная посуда и оборудование

Материал параграфа поможет вам:

- усвоить правила работы в химическом кабинете;
- ознакомиться с видами и назначением лабораторной посуды и оборудования.

Вы уже знаете, что химия — наука о веществах и их превращениях. Ученые-химики проводят различные эксперименты с веществами в химических лабораториях, используют современное оборудование, сложные приборы.

Уроки химии проходят в химическом кабинете. В нем есть вытяжной шкаф (рис. 7), предназначенный для проведения опытов, в результате которых выделяются газы с резким, неприятным запахом.



Рис. 7.
Вытяжной
шкаф

Вы будете работать со многими веществами. Некоторые из них могут вызвать головокружение, отравление, ожоги, а легковоспламеняю-

щиеся — пожар. Поэтому с такими веществами следует обращаться очень осторожно, а также помнить, где в химическом кабинете находятся аптечка и противопожарные средства.

Каждому ученику необходимо знать правила работы в химическом кабинете и соблюдать их.

Правила работы в химическом кабинете

1. При проведении химических опытов на вашем столе должны быть только необходимые вещества (реактивы), оборудование, тетрадь, учебник и письменные принадлежности.
2. Выполняйте опыт после того, как определите последовательность своих действий, узнаете о свойствах веществ, которые нужно получить или использовать.
3. При малейшем сомнении относительно реактивов, оборудования, последовательности и условий проведения опыта обратитесь с вопросами либо за помощью к учителю или лаборанту.
4. Сосредоточьтесь на выполнении каждого опыта, не отвлекайтесь на посторонние дела и не отвлекайте одноклассников.
5. Бережно относитесь к имуществу химического кабинета, экономно расходуйте вещества.
6. Запрещается проводить опыты, не запланированные учителем, смешивать по своему усмотрению вещества или сливать жидкости, изменять условия эксперимента.
7. Свои наблюдения записывайте во время проведения опыта, а результат и выводы — после его завершения.
8. По окончании экспериментов уберите рабочее место, вытрите стол насухо, вымойте пробирки, другую посуду¹ и вместе с оборудованием и реактивами сдайте учителю или лаборанту.
9. Остатки веществ после опытов высыпьте или вылейте в предназначенные для этого емкости. Некоторые жидкие вещества и растворы можно выливать в раковину (об этом скажет учитель). Их остатки смойте проточной водой.

Для того чтобы успешно проводить химические эксперименты, необходимо знать основные виды лабораторной посуды и оборудования, а также уметь ими пользоваться.

¹ Мыть стеклянную посуду, которую только что нагревали, нельзя, поскольку горячее стекло при попадании на него воды трескается.

Лабораторная посуда. Большая часть посуды для химических опытов сделана из стекла, остальная — из фарфора или пластмассы (рис. 8). Работая со стеклянной посудой, следует иметь в виду, что ее легко разбить и она может треснуть при нагревании. Фарфоровая посуда предназначена для нагревания, растирания твердых веществ; она более термостойкая и прочная, чем стеклянная.



Рис. 8.

Лабораторная посуда

1 — пипетка; 2 — стеклянная пластинка (предметное стекло);
3 — стеклянная палочка; 4 — стеклянная трубка; 5 — коническая колба;
6 — плоскодонная колба; 7 — химический стакан; 8 — мерный цилиндр;
9 — кристаллизатор; 10 — бутылка для хранения жидкостей;
11 — воронка; 12 — фарфоровая чашка; 13 — фарфоровая ступка
с пестиком; 14 — капельница; 15 — банка для хранения твердых
веществ; 16 — пробирка; 17 — фарфоровая ложка

В химической лаборатории все вещества и растворы хранят в плотно закрытых банках и бутылках. Их открывают лишь для того, чтобы взять необходимую порцию вещества или раствора, а затем закрывают. При этом крышки и пробки кладут на стол внешней поверхностью.

Отбор твердого вещества из банки осуществляют *ложечкой* или *шпателем*. Определенный объем жидкости отбирают *пипеткой* или с помощью *мерного цилиндра*.

Опыты в школе обычно выполняют в *пробирках*. Они изготовлены из тонкого стекла, поэтому обращаться с ними следует осторожно. В пробирку помещают такое количество твердого вещества, чтобы оно покрыло дно (0,5—1 г или не больше 1/4 чайной ложки). Жидкости наливают 1—2 мл (в пробирке это слой в 1—2 см).

Воду в пробирку лучше наливать с помощью *промывалки* — пластмассового сосуда с водой (рис. 9, а). Для этого трубку промывалки помещают в пробирку и, не касаясь трубкой внутренних стенок пробирки, сжимают рукой пластмассовый сосуд (рис. 9, б).

Для измельчения частиц твердого вещества используют *фарфоровую ступку с пестиком*.

Выпаривание растворов проводят в *фарфоровых чашках* или термостойких стаканах. В чашках также прокаливают твердые вещества. Если нужно выпарить воду из несколь-



Рис. 9.
Промывалка (а)
и ее использо-
вание (б)

ких капель раствора, это делают на *предметном стекле*.

Оборудование. В химическом кабинете имеется различное оборудование (рис. 10, 11, 12).

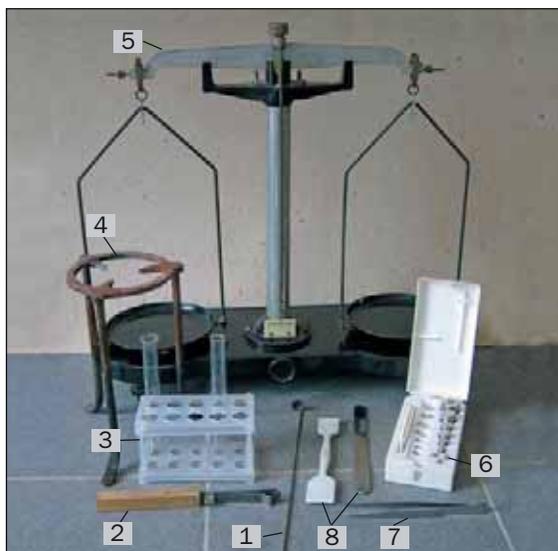


Рис. 10.
Лабораторное
оборудование

1 — металлическая ложка для сжигания веществ;
2 — пробиркодержатель; 3 — штатив для пробирок;
4 — тренога; 5 — теххимические весы;
6 — разновесы; 7 — пинцет; 8 — фарфоровый
и металлический шпатели



Рис. 11.
Электронные
весы

Для проведения опытов часто используют *лабораторный штатив*. Он предназначен для закрепления пробирок, колб, химических стаканов, фарфоровых чашек. Это металлический

стержень, ввинченный в подставку (рис. 12). Штатив укомплектован муфтами, лапками, кольцами. Каждая муфта имеет два винта: один — для соединения ее со стержнем штатива, а другой — для закрепления в ней лапки или кольца.

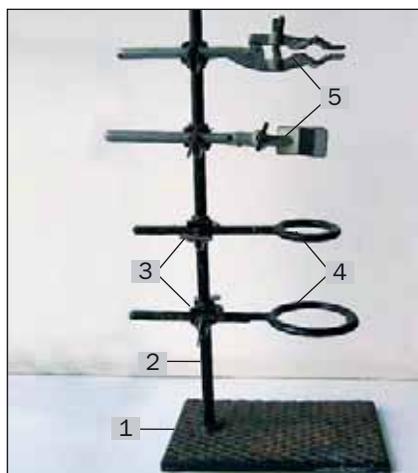


Рис. 12.
Лабораторный штатив

1 — подставка; 2 — стержень; 3 — муфта;
4 — кольцо; 5 — лапка

Пробирку закрепляют в лапке ближе к ее отверстию, а колбу — за верхнюю часть, причем так, чтобы сосуд из лапки не выпадал и его можно было в ней перемещать. Винт лапки закручивают без лишних усилий, чтобы не треснуло стекло.

Кольцо служит подставкой для фарфоровой чашки, колбы или химического стакана, в которых нагревают вещества.

В некоторых опытах пользуются *пробиркодержателем* (рис. 10). Сначала сдвигают в нем зажим в сторону ручки, потом вставляют пробирку и, придерживая ее, перемещают зажим в противоположном направлении.

Нагревание осуществляют, используя спиртовку, сухое горючее, газовую горелку или электронагреватель.



Рис. 13.
Устройства для
нагревания:
а — спиртовка;
б — гашение
пламени
колпачком;
в — газовая
горелка

Спиртовка — стеклянный сосуд определенной формы, в который через металлическую трубку вставлен фитиль из специальной ткани (рис. 13, а). Перед тем как использовать спиртовку, в нее наливают спирт (до половины объема) и вставляют трубку с фитилем и закрепленным на ней диском. Затем к фитилю подносят горящую спичку. Чтобы погасить пламя, спиртовку накрывают колпачком (рис. 13, б), прекращая доступ воздуха к горящему спирту. *Дуть на пламя нельзя.*

Сухое горючее — кусочки белого горючего вещества, похожие на сахар-рафинад или большие таблетки (рис. 14). Кусочек горючего кладут на термостойкую подставку и поджигают спичкой. Гасят сухое горючее, накрывая его металлическим колпачком или фарфоровой чашкой.



Рис. 14.
Сухое горючее

Газовую горелку (рис. 13, в) используют в лабораториях университетов, научно-исследовательских учреждений, промышленных предприятий. Это приспособление из металла, которое присоединяют к газовой магистрали.

ВЫВОДЫ

Выполняя опыты на уроках химии, ученики должны соблюдать определенные правила. Химический эксперимент проводят с использованием специальной посуды и оборудования.



11. Подберите правильные окончания предложений (их может быть несколько).
 - 1) *Опыты можно проводить ...*
 - а) как только начался урок;
 - б) после разрешения учителя;
 - в) только те, которые описаны в учебнике или указаны учителем;
 - г) те, которые хочется сделать самому.
 - 2) *После окончания практической работы необходимо ...*
 - а) самому убрать рабочее место;
 - б) оставить все вещества и оборудование на столе, чтобы их убрал лаборант;
 - в) остатки растворов и веществ слить или ссыпать в специальную емкость;
 - г) вымыть руки.
12. Назовите посуду и оборудование, которые используют:
 - а) для переливания жидкостей;
 - б) для измерения объема жидкого вещества;
 - в) для нагревания веществ;
 - г) для выпаривания воды из растворов.
13. Почему лабораторный штатив и детали к нему изготавливают из металла, а не из пластмассы?
14. Что произойдет при попытке использовать промывалку, в которой крышка негерметично соединена с сосудом или трубкой?

4 Простейшие операции в химическом эксперименте. Правила безопасности в химическом кабинете

Материал параграфа поможет вам:

- научиться правильно обращаться с веществами, растворами и проводить опыты с ними;
- усвоить правила безопасности в химическом кабинете.

Обнаружение запаха вещества. Для того чтобы обнаружить запах вещества, находящегося в пробирке, необходимо рукой «захватить» воздух над пробиркой и направить к носу (рис. 15). Воздух вдыхают осторожно, малыми порциями.

Перемешивание жидкости в стакане или пробирке. Эту операцию осуществляют с помощью длинной стеклянной палочки (рис. 16, а). Можно также взять пробирку тремя пальцами ближе к отверстию и осторожно встряхивать



Рис. 15.
Обнаружение запаха вещества

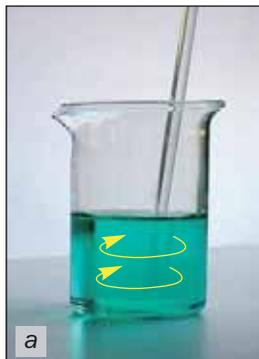


Рис. 16.
Перемешивание жидкости:
а — стеклянной палочкой;
б — встряхиванием



ее содержимое (рис. 16, б). *Запрещается закрывать отверстие пробирки пальцем и встряхивать жидкость вертикальными движениями.*

Переливание жидкости. Бутылку с жидкостью берут в руку так, чтобы закрыть этикетку; тогда остатки жидкости не попадут на надпись и не повредят ее. Краем горлышка бутылки с жидкостью касаются отверстия другого сосуда, который держат наклонно, и осторожно наливают в него необходимое количество жидкости (рис. 17, а). Иногда используют воронку. Наливать жидкость из бутылки в стакан можно по стеклянной палочке (рис. 17, б).

Жидкость из одной пробирки в другую переливают так, как показано на рисунке 17, в.

Фильтрование. Эту операцию проводят для отделения нерастворимого твердого вещества от жидкости. Сначала изготавливают фильтр из волокнистой бумаги белого цвета. Кружок фильтровальной бумаги складывают вдвое, а затем — еще раз вдвое (рис. 18), раскрывают цельную четвертую часть и помещают фильтр в воронку. Если он выступает за край воронки, его вынимают, отрезают часть по кругу так, чтобы от края фильтра до края воронки оставалось приблизительно 0,5 см, и опять вставляют в воронку. Фильтр смачивают небольшим количеством воды и прижимают к внутренней поверхности воронки.

Рис. 17.
Переливание жидкости:
а — из банки в пробирку;
б — с помощью стеклянной палочки;
в — из одной пробирки в другую



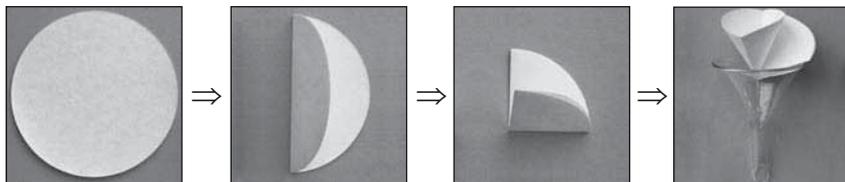


Рис. 18.
Складыва-
ние фильтра

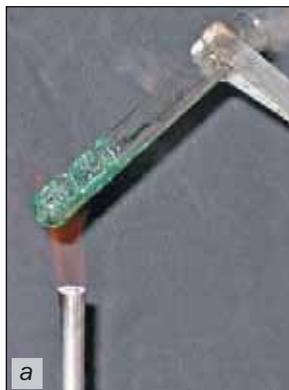
Воронку с фильтром помещают в кольцо лабораторного штатива, а под ней устанавливают стакан для сбора жидкости (фильтрата). Фильтрацию можно проводить, используя стеклянную палочку (рис. 19).



Рис. 19.
Фильтрация

Нагревание вещества в пробирке. Верхнюю часть пробирки с веществом или раствором закрепляют в пробиркодержателе или лапке лабораторного штатива (рис. 20). Зажигают спиртовку или сухое горючее. Сперва равномерно нагревают всю пробирку, а затем в верхней зоне пламени, где температура максимальная, — ту ее часть, в которой находится вещество или раствор. После опыта горячую пробирку не вынимают из пробиркодержателя, а кладут вместе с ним для охлаждения на керамическую или металлическую подставку. Если пробирка была закреплена в штативе, ее оставляют охлаждаться в нем. Спиртовку или сухое горючее гасят.

Рис. 20.
Нагревание
жидкости
в пробирке:
а — закреплен-
ной в пробирко-
держателе;
б — закреплен-
ной в штативе



Нагревание вещества или выпаривание жидкости в фарфоровой чашке. В лабораторном штативе с помощью муфты закрепляют кольцо и размещают в нем фарфоровую чашку с веществом или раствором. Зажигают спиртовку. Кольцо должно быть установлено так, чтобы нижняя часть чашки находилась в верхней части пламени (рис. 21).

Выпаривание воды из раствора на предметном стекле. Предметное стекло закрепляют в пробиркодержателе. С помощью стеклянной палочки, трубки или пипетки наносят на стекло несколько капель водного раствора и равномерно нагревают над пламенем всю



Рис. 21.
Нагревание жидкости
в фарфоровой чашке

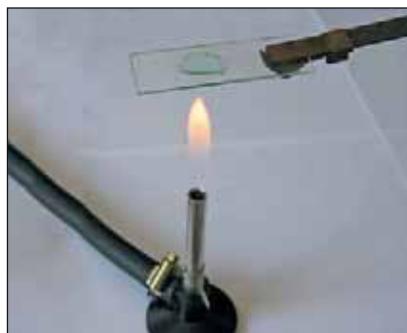


Рис. 22.
Выпаривание жидкости
на предметном стекле

поверхность стекла (рис. 22) до полного испарения воды. После опыта горячее стекло кладут вместе с пробиркодержателем для охлаждения на керамическую или металлическую подставку.

Правила безопасности во время работы в химическом кабинете

1. Каждый опыт выполняйте строго по инструкции, имеющейся в учебнике, и в соответствии с рекомендациями учителя.
2. опыты с использованием или образованием вредных летучих веществ, а также газов с резким запахом проводите в вытяжном шкафу с включенным мотором.
3. За протеканием опыта в пробирке наблюдайте через ее стенки. Нельзя смотреть на вещества в отверстие пробирки, особенно во время нагревания.
4. Работая с огнем, будьте очень внимательны и осторожны.
5. Нагревайте пробирку с раствором или веществом равномерно. При этом запрещено наливать или насыпать в нее какое-либо вещество. Не ставьте горячую пробирку в пластмассовый штатив.
6. Категорически запрещается брать вещества руками, пробовать их на вкус, рассыпать, разбрызгивать или поджигать.
7. Для опытов используйте лишь чистую и неповрежденную лабораторную посуду.
8. Если на кожу попало какое-либо вещество, стряхните его, смойте большим количеством проточной воды и сразу обратитесь к учителю или лаборанту.
9. После выполнения опытов тщательно вымойте руки с мылом.
10. Не употребляйте пищу в химическом кабинете.
11. При несчастном случае немедленно обратитесь к учителю.

Эти правила необходимо помнить еще и потому, что некоторые из них могут пригодиться в повседневной жизни. Меры безопасности при работе с красками, органическими растворителями, моющими средствами, ядохимикатами, другими товарами бытовой химии указаны на упаковках или этикетках (рис. 23).



МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ

Хранить в плотно закрытой банке в сухом, хорошо проветриваемом помещении, беречь от влаги, тепла и прямых солнечных лучей.

Во время работы с лаком, а также после ее окончания проветрить помещение.

Для защиты рук использовать резиновые перчатки. Не вдыхать, не допускать попадания в глаза, не курить.

Беречь от огня!

Сделано в Украине.

Рис. 23.

Этикетка на банке с лаком для пола

ВЫВОДЫ

На уроках химии учитель и ученики проводят разные операции с веществами, их растворами. Чаще всего приходится наливать жидкости в пробирки, перемешивать их, нагревать, иногда — выпаривать, фильтровать, обнаруживать запах веществ.

При проведении химического эксперимента ученики должны соблюдать правила безопасности.



15. Подберите правильные окончания предложения:

Нагревать пробирку с веществом нужно ...

- а) держа ее рукой возле отверстия;
- б) предварительно закрепив ее в пробиркодержателе;
- в) сначала всю, перемещая в пламени, а затем — ту часть, где находится вещество;
- г) только в той части, где находится вещество.

16. Почему для перемешивания жидкости в стакане иногда используют стеклянную палочку с резиновым наконечником (кусочком резиновой трубки)?

17. Какой вид посуды желательно использовать для переливания значительного количества жидкости из одной бутылки в другую?
18. Каких правил безопасности следует придерживаться во время опыта, который предусматривает нагревание?
19. Почему вещества при проведении химического эксперимента нагревают в стеклянной или керамической посуде, а не в пластмассовой?
20. Какие правила безопасности, приведенные в параграфе, являются актуальными во время ремонтных работ в квартире?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Правила безопасности во время работы в химическом кабинете. Приемы обращения с лабораторной посудой, штативом и нагревательными приборами. Строение пламени

Перед выполнением практической работы внимательно прочитайте правила безопасности в химическом кабинете (с. 29) и соблюдайте их.

Будьте осторожны с огнем.

ОПЫТ 1

Изучение строения пламени

Зажгите свечу. Вы увидите, что пламя неоднородное (рис. 24). В *нижней*, темной, части пламени температура невысокая. Из-за недостаточного притока воздуха горение здесь почти не происходит. Парафин, из которого изготовлена свеча, сначала плавится, а затем превращается в газообразные горючие вещества.

В *средней* части пламени температура выше. В ней часть веществ сгорает, а остальные разлагаются с образованием горючих газов и частиц сажи, которые

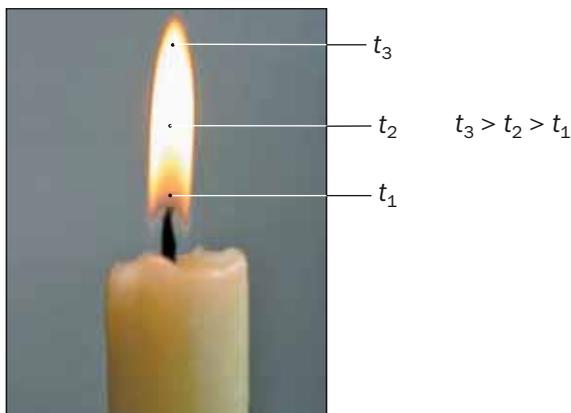


Рис. 24.
Строение
пламени

раскаляются и светятся; эта часть пламени — самая яркая.

Убедитесь в наличии частиц сажи, поместив в среднюю часть пламени фарфоровые чашку или шпатель. Что происходит? Запишите ваши наблюдения.

Верхняя часть пламени имеет самую высокую температуру. Здесь все вещества сгорают полностью; при этом образуются углекислый газ и водяной пар.

При проведении химических опытов *нагревать вещества нужно в верхней части пламени, где температура наивысшая.*

ОПЫТ 2

Приготовление раствора соли

Шпателем отберите из банки небольшое количество поваренной соли¹ (1/4—1/3 чайной ложки) и поместите ее в химический стакан емкостью 50 мл. Долейте к соли воду (не больше половины стакана) и перемешивайте стеклянной палочкой до полного растворения вещества.

¹ Учитель может заменить поваренную соль кальцинированной содой или окрашенным веществом (например, медным купоросом).

ОПЫТ 3 Переливание раствора

Осторожно налейте из стакана в пробирку приблизительно 2 мл приготовленного раствора. Половину объема этого раствора перелейте в другую пробирку. Обе пробирки поставьте в штатив.

ОПЫТ 4 Нагревание жидкости в пробирке, закрепленной в лабораторном штативе

Пробирку с 1 мл раствора соли закрепите под наклоном в лапке лабораторного штатива почти у края отверстия. Зажгите спиртовку¹. Отрегулируйте высоту положения лапки в штативе так, чтобы нижняя часть пробирки находилась в верхней части пламени. Осторожно возьмите спиртовку в руку и равномерно прогрейте всю пробирку. Затем поставьте спиртовку под пробирку и нагревайте раствор в ней до кипения. *Не допускайте выброса жидкости из пробирки!*

Отставьте спиртовку, не гася пламени, для следующего опыта.

Пробирку с раствором после ее охлаждения выньте из лапки лабораторного штатива и поставьте в штатив для пробирок.

ОПЫТ 5 Нагревание жидкости в пробирке, закрепленной в пробиркодержателе

Закрепите вторую пробирку с раствором соли в пробиркодержателе. Сначала равномерно прогрейте всю пробирку, а потом — ту ее часть, где находится жид-

¹ Вместо спиртовки можно использовать сухое горючее.

кость. Как только раствор закипит, оставьте спиртовку и погасите пламя, накрыв колпачком.

Не вынимая пробирки из пробиркодержателя, вылейте горячий раствор в стакан и положите пробирку вместе с пробиркодержателем на специальную подставку для охлаждения. *Не ставьте горячую пробирку в пластмассовый штатив.*



21. Из каких частей состоит пламя? Охарактеризуйте их.
22. В каком случае жидкость в колбе закипит быстрее — когда дно сосуда находится в верхней или нижней части пламени? Ответ обоснуйте.
23. Почему при нагревании пробирки с жидкостью нужно сначала прогреть всю пробирку?
24. В какую сторону не следует направлять отверстие пробирки при нагревании в ней жидкости?
25. Почему нельзя ставить горячую пробирку в пластмассовый штатив?

1 раздел

Первоначальные химические понятия

Химию начинают изучать с ознакомления с различными веществами, их наименьшими частицами, свойствами. Эта наука, как и математика, биология, физика, другие науки, имеет свой язык, термины, понятия, законы.

От того, насколько успешными будут ваши первые шаги в мире химии, зависят формирование интереса к этой науке и будущие достижения в учебе.

5 Вещества. Атомы, молекулы

Материал параграфа поможет вам:

- различать вещества и физические тела;
- отличать материалы от других веществ и их смесей;
- вспомнить сведения о наименьших частицах вещества — атомах и молекулах.

Вещество. В повседневной жизни мы сталкиваемся со многими веществами. Среди них — вода, сахар, поваренная соль, пищевая сода, лимонная кислота, мел, железо, золото. Этот перечень можно значительно расширить. В сотни раз больше веществ получают и используют химики в лабораториях.

Ныне известно свыше 20 млн веществ. Многие из них встречаются в природе (рис. 25). В воздухе есть различные газы, среди которых преобладают азот и кислород; в реках, морях, океанах — кроме воды, растворенные в ней вещества; в земной коре — многочисленные минералы, руды и др. Большое количество веществ содержится в живых организмах.

Рис. 25.
Природные
вещества



Алюминия, цинка, ацетона, извести, полиэтилена, многих других веществ в природе нет; их производят на заводах (рис. 26).



Рис. 26.
Вещества,
полученные
человеком

Некоторые вещества, существующие в природе, можно получить из других веществ. Например, при нагревании марганцовки выделяется кислород, а при нагревании мела — углекислый газ. Ученые при высокой темпе-

ратуре и очень большом давлении превращают графит в алмаз. Правда, кристаллы искусственных алмазов очень мелкие и непригодны для изготовления ювелирных украшений. Их используют в бурильных и шлифовальных устройствах, инструментах для обработки металлов и камня.

Неотъемлемым признаком вещества является масса. Световые лучи, электрическое и магнитное поля не имеют массы и потому к веществам не относятся.

Из веществ состоят физические тела. Физическими телами являются, например, капля воды, кристалл минерала, осколок стекла, зерно пшеницы, яблоко, орех, а также предметы, сделанные человеком, — часы, игрушка, книга, бусы и т. п.

► Назовите вещества, из которых состоят такие физические тела: льдина, гвоздь, карандаш.

Для веществ или их смесей, используемых в строительстве, для изготовления оборудования, предметов бытового назначения, художественных изделий, существует общее название — *материалы* (рис. 27). Первыми материалами в истории человечества были те, которые находились в природе, — древесина, камень, глина. Позже люди научились выплавлять железо и другие металлы, производить

Рис. 27.
Строительные материалы



стекло, известь, цемент. В наше время вместо традиционных материалов все шире используются разнообразные пластмассы.

► Из каких материалов могут быть изготовлены ваза, тарелка, стул?

Агрегатные состояния вещества. Известно три агрегатных состояния вещества — твердое, жидкое и газообразное.

При нагревании большинство твердых веществ плавится, а жидкости закипают, превращаясь в пар. Понижение температуры приводит к обратным превращениям. Газы под высоким давлением сжижаются. При всех этих явлениях атомы и молекулы не разрушаются. Таким образом, *вещество, изменяя свое агрегатное состояние, не превращается в другое вещество.*

Каждый знает о трех агрегатных состояниях воды, которые существуют в природе: лед, вода, водяной пар. Но для сахара, например, известны два агрегатных состояния — твердое и жидкое. При нагревании сахар сначала плавится, затем образовавшаяся жидкость темнеет и появляется неприятный запах. Это свидетельствует о превращении сахара в другие вещества. Следовательно, газообразного состояния для сахара не существует. Графит нельзя расплавить; при температуре 3500 °С он сразу превращается в пар.

Кристаллические и аморфные вещества. Рассматривая поваренную соль¹ и сахар через увеличительное стекло, можем заметить, что многие частицы соли имеют форму куба, а сахара — другую форму, преимущественно тоже правильную, симметричную. Каждая такая частица является кристаллом. Кристалл — это

¹ Это вещество, находящееся в подземных залежах, называют каменной солью.

самопроизвольно образованное физическое тело, имеющее плоские грани и прямые ребра. Соль (рис. 28, а) и сахар — кристаллические вещества. К таким веществам относятся лимонная кислота, глюкоза, большинство минералов, металлы и др. Во многих случаях кристаллы веществ очень мелкие. Форма кристалла обусловлена упорядоченным размещением в нем наименьших частиц вещества.

Стекло — не кристаллическое, а аморфное¹ вещество. Если его измельчить, то получим бесформенные осколки (рис. 28, б). Аморфными веществами являются крахмал, полиэтилен и др.

Рис. 28.
Кристаллическое (а) и аморфное (б) вещества:
а — каменная соль;
б — стекло



Атомы, молекулы. На уроках природоведения вы узнали о том, что вещества состоят из огромного количества мельчайших, невидимых даже в мощный микроскоп частиц — атомов, молекул.

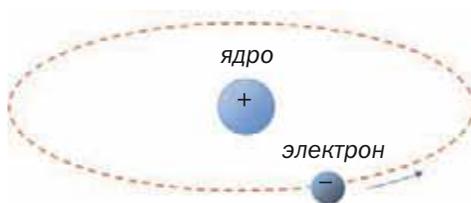
Атом² — наименьшая частица вещества, которая не имеет электрического заряда и состоит из ядра и движущихся вокруг него электронов.

Ядра атомов заряжены положительно, а электроны имеют отрицательный заряд (рис. 29).

¹ Термин происходит от греческих приставки *a-* (обозначает отрицание) и слова *morphē* — форма.

² Слово происходит от греческого *atomos* — неделимый.

Рис. 29.
Модель
простейшего
атома



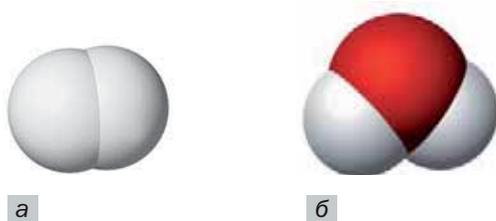
Атомы могут отличаться друг от друга по составу (например, по количеству электронов), а также по массе.

Атомами образовано небольшое количество веществ. Среди них — графит, алмаз, некоторые минералы, несколько газов.

Молекула¹ — частица вещества, состоящая из двух или большего количества соединенных атомов.

Газ водород состоит из молекул, в каждой из которых имеется два одинаковых атома (рис. 30, а). В молекуле воды — три атома (рис. 30, б); два из них одинаковые, такие же, как и в молекуле водорода, а третий — иного состава и почти в 16 раз тяжелее.

Рис. 30.
Модели
молекул:
а — водорода;
б — воды



Молекулярных веществ большинство. Среди них — почти все газы, органические вещества (за некоторыми исключениями), кислоты и т. д.

Атомы и молекулы в газах и жидкостях беспорядочно движутся, а в твердых веществах находятся в определенных «позициях», испытывая незначительные колебания.

¹ Слово происходит от латинского слова moles (масса), уменьшительного суффикса cula и в переводе означает «маленькая масса».

ВЫВОДЫ

Физические тела состоят из веществ. Неотъемлемый признак вещества — масса.

Большинство веществ могут находиться в трех агрегатных состояниях — твердом, жидком и газообразном.

Вещества и их смеси, используемые в строительстве, для изготовления оборудования, разных предметов, называют материалами.

Атом — наименьшая частица вещества, которая не имеет электрического заряда и состоит из ядра и движущихся вокруг него электронов.

Молекула — частица вещества, состоящая из двух или большего количества соединенных атомов.



26. Выберите среди приведенных слов и словосочетаний те, которые относятся к веществам: стол, медь, пластмассовая бутылка, спирт, газета, сахар, водяной пар, серебряная цепочка.
27. Найдите соответствие:
- | <i>Вещество</i> | <i>Физическое тело</i> |
|-----------------|-------------------------|
| 1) золото; | а) ножницы; |
| 2) железо; | б) кольцо; |
| 3) полиэтилен; | в) витрина; |
| 4) стекло; | г) хозяйственный пакет. |
28. Укажите в приведенном перечне строительные материалы: гипс, воск, стекло, графит, цемент, глицерин, капрон, мрамор.
29. Приведите примеры:
- а) нескольких предметов, сделанных из одного и того же материала;
 - б) предмета, изготовленного из нескольких материалов;
 - в) двух материалов, из которых изготавливают аналогичные предметы.
30. Какая частица является наименьшей — электрон, молекула или атом?
31. Имеет ли молекула электрический заряд? Есть ли в ней электроны?

6

Физические свойства веществ. Как изучают вещества

Материал параграфа поможет вам:

- выяснить, какие свойства веществ называют физическими;
- характеризовать вещества по физическим свойствам;
- подготовиться к эксперименту по изучению веществ.

Каждое вещество имеет определенные свойства.

Свойства вещества — это признаки, по которым вещество отличается от другого вещества или подобно ему.

Физические свойства веществ. Железо легко отличить от древесины по цвету, особому блеску, а также на ощупь: металл всегда кажется более холодным, потому что он лучше проводит теплоту. Используя магнит, убеждаемся, что железо притягивается к нему, а древесина — нет. В отличие от железа древесина в воде не тонет, поскольку ее плотность меньше плотности воды, а плотность железа — больше.

Свойства вещества, которые определяют наблюдением или измерениями, без превращения его в другое вещество, называют *физическими*.

Важнейшими физическими свойствами вещества являются:

- агрегатное состояние при определенных температуре и давлении;
- цвет, блеск (или их отсутствие);

- запах (или его отсутствие);
- растворимость (или нерастворимость) в воде;
- температура плавления;
- температура кипения;
- плотность;
- теплопроводность;
- электропроводность (или неэлектропроводность).

Перечень физических свойств твердых веществ можно расширить, включив в него твердость, пластичность (или хрупкость). Описывая жидкость, отмечают, какой она является — подвижной или маслянистой.

Цвет вещества, его запах и вкус определяют с помощью органов чувств, а плотность, электропроводность, температуры плавления и кипения — измерениями.

Сведения о физических свойствах многих веществ собраны в специальной литературе, в частности в справочниках.

Большинство физических свойств вещества зависят от его агрегатного состояния. Например, плотности льда, воды и водяного пара различны. Газообразный кислород бесцветный, а жидкий — голубой.

Температуры кипения веществ изменяются с изменением давления. Так, вода при пониженном давлении закипает при температуре ниже 100 °С. Плотность любого газа зависит от давления и температуры.

Знание физических свойств нередко помогает «узнавать» вещества. Например, единственный металл красного цвета — медь. Соленый вкус имеет лишь поваренная соль. Иод — почти черное твердое вещество, которое при нагревании превращается в темно-фиолетовый пар (рис. 31). Для определения многих веществ принимают во внимание совокупность их свойств.

Рис. 31.
Нагревание
иода



Кроме физических свойств, каждое вещество имеет химические свойства. Они проявляются в способности вещества превращаться в другие вещества. Об этих свойствах пойдет речь позже.

Как изучают вещества. На уроках химии вы будете работать с разными веществами, научитесь описывать их внешний вид и свойства, сравнивать с другими веществами, отличать одно вещество от другого.

Исследуя вещество, ученые-химики определяют:

- его физические свойства;
- состав вещества, т. е. из каких частиц оно состоит, сколько и каких атомов содержится в его молекулах;
- внутреннее строение вещества в твердом состоянии (размещение в нем наименьших частиц);
- химические свойства.

Состав вещества определяют химическим анализом, а внутреннее строение исследуют с помощью специальных приборов.

Тщательному изучению подлежат недавно полученные вещества. Если новое вещество проявляет свойства, ценные для практики, то для него предлагают соответствующую сферу использования. Иногда химик решает исследовать известное вещество, чтобы подтвердить или уточнить сведения о нем.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ № 1

Ознакомление с физическими свойствами веществ. Описание наблюдений. Формулирование выводов

Вам выданы три пробирки, в которых содержатся калийная селитра¹, графит и полиэтилен². В вашем распоряжении есть стакан с водой (или промывалка) и стеклянные палочки.

Опишите вещества. Какой вид имеют частицы каждого вещества? Это — кристаллики, мелкие кусочки произвольной формы, порошок? Выясните, растворяются ли вещества в воде, легче они или тяжелее ее.

Запишите физические свойства веществ в таблицу:

Физические свойства	Вещество		
	Селитра	Графит	Полиэтилен
Агрегатное состояние при обычных условиях			
Цвет			
...			

По какому свойству (свойствам) можно отличить каждое вещество от двух других?

Назовите свойства, подобные для двух веществ, трех веществ.

Химический эксперимент. Химия — экспериментальная наука. Она не может существовать и развиваться без проведения разнообразных опытов с веществами.

Прежде чем приступить к эксперименту, химик осознает его цель, собирает информа-

¹ Калийная селитра — минеральное удобрение.

² Учитель может заменить графит серой, медными или железными опилками, а полиэтилен — другим полимером.

цию о веществах, с которыми будет работать. Затем он составляет план эксперимента, определяет условия его проведения. Во время опыта ученый наблюдает за веществами, фиксирует изменения, происходящие с ними, проводит необходимые измерения. Результаты наблюдений, измерений, соответствующие вычисления он записывает в лабораторный журнал. После завершения эксперимента химик анализирует и объясняет полученные результаты, делает выводы.

Итогом проведения ряда опытов может быть обнаружение определенной закономерности. На основании многих закономерностей ученые создают теорию. Совокупность теорий составляет основу каждой науки.

ВЫВОДЫ

Свойства вещества — это признаки, по которым оно отличается от другого вещества или подобно ему. Физические свойства определяют наблюдением, измерениями, без превращения вещества в другое.

Исследуя вещество, изучают его физические и химические свойства, состав, внутреннее строение.

Химический эксперимент выполняют по плану, проводя наблюдение, измерения, вычисления. Полученные результаты вместе с выводами записывают в лабораторный журнал.



32. Какие свойства веществ называют физическими? Какие физические свойства определяют визуально, а какие — измерениями?
33. Опишите физические свойства мела.
34. Какие вещества, имеющиеся у вас дома, можно обнаружить по запаху?

35. В баночках без этикеток находятся духи, растительное масло, поваренная соль, железные стружки, кусочки гранита. По каким свойствам веществ можно определить содержимое каждой баночки?
36. Назовите несколько твердых веществ, которые вы можете легко отличить от всех остальных.
37. Что определяет химик, изучая вещество?
38. Какими должны быть ваши действия и их последовательность, если необходимо провести химический эксперимент?
39. Ученик записывал наблюдения во время химического опыта не в тетради, а на листках бумаги, вырванных из блокнота. Учитель признал это недостатком работы ученика. Как вы думаете, почему?

НА ДОСУГЕ

Свойства некоторых веществ

Напишите на отдельных листках бумаги названия веществ: поваренная соль «Экстра», сахарная пудра, крахмал. Насыпьте на каждый листок по несколько граммов соответствующего вещества.

Опишите внешний вид веществ.

Потрите каждое вещество пальцами и определите, насколько мелкими являются его частицы.

Попробуйте вещества на вкус. (С веществами, имеющимися в химической лаборатории, это делать категорически запрещено.)

Выясните, растворяется ли каждое вещество в воде.

Запишите результаты наблюдений и исследований в таблицу, аналогичную предложенной для лабораторного опыта 1 (с. 45).

Как можно отличить каждое вещество от двух других?

7 Чистые вещества и смеси

Материал параграфа поможет вам:

- убедиться в том, что абсолютно чистых веществ не существует;
- различать однородные и неоднородные смеси веществ;

- выяснить, в каких смесях физические свойства веществ сохраняются, а в каких — нет.

Чистые вещества и смеси. В каждом веществе всегда содержится какое-то количество примесей, то есть других веществ. Они попадают в него различными путями — при получении, хранении, использовании. Вещество, в котором примесей очень мало (например, менее 1 г в 1 кг), принято считать чистым. С такими веществами работают в научной лаборатории, школьном химическом кабинете. Чистые сахар и поваренную соль мы используем в качестве пищевых продуктов.

Если содержание примесей в веществе существенное, тогда это — смесь веществ. В природе очень редко встречаются чистые вещества, а преобладают смеси. То же касается пищевых продуктов, лекарственных и косметических средств, товаров бытовой химии, строительных материалов.

Каждое вещество, содержащееся в смеси, называют *компонентом*.

Существуют однородные и неоднородные смеси.

Однородные смеси. Добавим небольшую порцию сахара в стакан с водой и будем перемешивать до тех пор, пока весь сахар не растворится. Полученная жидкость приобретет сладкий вкус. Следовательно, сахар не исчез, а остался в смеси. Но его кристалликов мы не увидим, даже рассматривая каплю жидкости в мощный микроскоп. Приготовленная смесь из сахара и воды является однородной (рис. 32); в ней равномерно распределены мельчайшие частицы (молекулы) этих веществ.

Смеси, компоненты которых невозможно обнаружить наблюдением, называют *однородными*.

Рис. 32.
Однородная
смесь
(водный
раствор
сахара)



Большинство металлических сплавов — также однородные смеси. Например, в сплаве золота с медью, который используют для изготовления ювелирных украшений, отсутствуют красные частицы меди и желтые частицы золота.

Из материалов, которые являются однородными смесями веществ, изготавливают много предметов разнообразного назначения (рис. 33).

К однородным смесям относятся все смеси газов, в том числе и воздух. Известно немало однородных смесей жидкостей. Такая смесь образуется при смешивании, например, спирта и воды.

► Приведите свой пример однородной смеси.

Однородные смеси еще называют *растворами*, даже если они твердые или газообразные.



Рис. 33.
Предметы,
изготовленные
из однородных
смесей

По некоторым физическим свойствам однородные смеси отличаются от их компонентов. Например, сплав олова со свинцом, который используют для паяния, плавится при более низкой температуре, чем чистые металлы. Вода закипает при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, а водный раствор поваренной соли — при более высокой температуре. Если воду охладить до температуры $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, она начнет превращаться в лед. Раствор соли при таких условиях остается жидкостью. В этом можно убедиться зимой, когда дороги и тротуары, покрытые льдом, посыпают солью или смесью соли с песком. Лед под действием соли плавится; образуется ее водный раствор, не замерзающий на слабом морозе. А песок нужен для того, чтобы дорога не была скользкой.

Неоднородные смеси. Вам известно, что мел не растворяется в воде. Если его порошок всыпать в стакан с водой, то в образовавшейся смеси будут заметны частицы мела.

Смеси, компоненты которых можно обнаружить наблюдением, называют неоднородными.

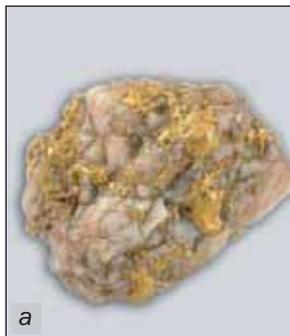
К неоднородным смесям (рис. 34) относятся большинство минералов, почва, строительные материалы, живые ткани, мутная вода, молоко и много других пищевых продуктов, некоторые лекарственные и косметические средства.

► Приведите свой пример неоднородной смеси.

Некоторые смеси имеют общие названия. Неоднородную смесь жидкости и газа называют *пеной*. Она образуется, например, когда в стакан наливают из бутылки газированный напиток (компоненты пены — жидкость и углекислый газ) или перемешивают раствор моющего средства (компоненты пены — жидкость и воздух). Интенсивно перемешанную

Рис. 34.

Неоднородные смеси:
а — минерал с частицами золота;
б — смесь воды и серы;
в — смесь воды и растительного масла;
г — смесь газа с жидкостью



смесь двух жидкостей, нерастворимых друг в друге, называют *эмульсией*. Примером эмульсии является молоко; его основные составляющие — вода и жидкие жиры. Если перемешать жидкость с нерастворимым в ней хорошо измельченным твердым веществом (например, мелом), то получим *суспензию*. В атмосфере нередко образуются *аэрозоли* — дым, туман.

► В каких агрегатных состояниях находятся компоненты в аэрозолях?

В неоднородной смеси физические свойства компонентов сохраняются. Если сахар смешать с мукой или крахмалом, то эти смеси также будут сладкими на вкус. Железные опилки, смешанные с медными или алюминиевыми, не теряют способности притяги-

ваться к магниту. Вода в смеси с песком, мелом или глиной замерзает при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и закипает при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

ВЫВОДЫ

Каждое вещество содержит примеси. Чистым считают вещество, в котором примесей почти нет.

Смеси веществ бывают однородными и неоднородными. В однородной смеси (растворе) отдельные вещества, или компоненты, нельзя обнаружить наблюдением, а в неоднородной смеси это возможно.

Некоторые физические свойства однородной смеси отличаются от свойств ее компонентов. В неоднородной смеси свойства компонентов сохраняются.



40. Объясните, почему абсолютно чистых веществ не бывает.
41. Какие типы смесей веществ существуют и чем они различаются?
42. Запишите приведенные слова и словосочетания в соответствующие столбцы помещенной ниже таблицы: алюминий, ртуть, иодная настойка, гранит, лед из родниковой воды, углекислый газ, железобетон.

Чистые вещества	Смеси	
	однородные	неоднородные

43. Какой популярный напиток в зависимости от способа приготовления бывает однородной или неоднородной смесью?
44. Можно ли водный раствор поваренной соли превратить в неоднородную смесь? Если можно, то как это сделать?
45. Приведите 1—2 примера металлических сплавов (однородных смесей металлов). Какие преимущества имеют эти сплавы с точки зрения практического применения по сравнению с чистыми металлами — их компонентами?

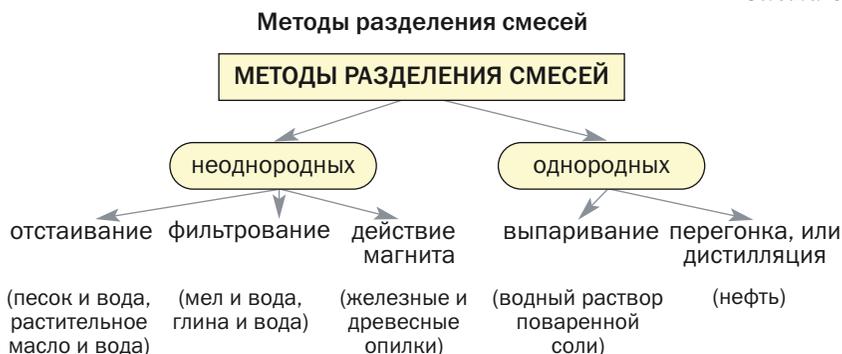
8 Методы разделения смесей

Материал параграфа поможет вам:

- выяснить суть основных методов разделения смесей веществ;
- выбирать метод разделения смеси в зависимости от ее типа, агрегатного состояния и свойств компонентов.

Часто возникает необходимость выделить из смеси один компонент (например, отделить добытый уголь от негорючих веществ) или очистить вещество от примесей. Иногда из смеси извлекают каждый компонент для его дальнейшего использования. На уроках природоведения вы узнали о таких методах разделения смесей, как отстаивание, выпаривание, а также научились проводить фильтрование. Известны и другие методы разделения смесей. Выбирая метод, учитывают тип смеси, агрегатные состояния компонентов и их различия по физическим свойствам (схема 3).

Схема 3



Отстаиванием можно разделить неоднородную смесь твердого вещества и жидкости или аналогичную смесь двух жидкостей.

Вещество, имеющее бóльшую плотность, постепенно накапливается в нижней части смеси. Например, глина, смешанная с водой, оседает на дно сосуда, а древесные опилки всплывают. Интенсивно перемешанная смесь воды и бензина за короткое время разделяется на два слоя. В верхнем слое оказывается более легкая жидкость — бензин, а в нижнем — вода.

Неоднородные смеси, в которых твердые частицы очень медленно оседают в жидкости, разделяют центрифугированием. Основной лабораторной центрифуги (рис. 35) является ротор, в котором закрепляют специальные пробирки с неоднородной смесью твердого и жидкого веществ. При вращении ротора в пробирках происходит осаждение твердого вещества (оно имеет бóльшую плотность), а над ним остается прозрачная жидкость.

Центрифуга имеется в стиральной машине. Белье отделяется в ней от жидкости, которая вытекает через небольшие отверстия в стенках центрифуги в нижнюю часть машины.



Рис. 35.
Лабораторная
центрифуга

Неоднородную смесь твердого вещества и жидкости или твердого вещества и газа можно разделить *фильтрованием* (с. 26). С этой целью смесь пропускают через фильтр — специальную бумагу или ткань, вату, песок. Частицы твердого вещества задерживаются

фильтром, а жидкость или газ проходит через его поры, промежутки между волокнами или частицами.

Процесс фильтрации лежит в основе работы респиратора — устройства, которое используют люди, работающие в запыленном пространстве. В нем имеются фильтры, препятствующие попаданию пыли в легкие (рис. 36). Простейший респиратор — повязка из нескольких слоев марли. Фильтр, который извлекает пыль из воздуха, есть также в пылесосе.



Рис. 36.
Рабочий в респираторе

С помощью магнита из промышленных и бытовых отходов извлекают железо. Таким способом обогащают железную руду — магнетит. Благодаря способности частиц этой руды притягиваться к магниту ее отделяют от песка, глины, почвы.

Для выделения твердого вещества из однородной смеси с летучей жидкостью¹ используют *выпаривание* (с. 28). Смесь помещают в открытый сосуд и нагревают. Жидкость постепенно превращается в пар, а в сосуде остается твердое вещество.

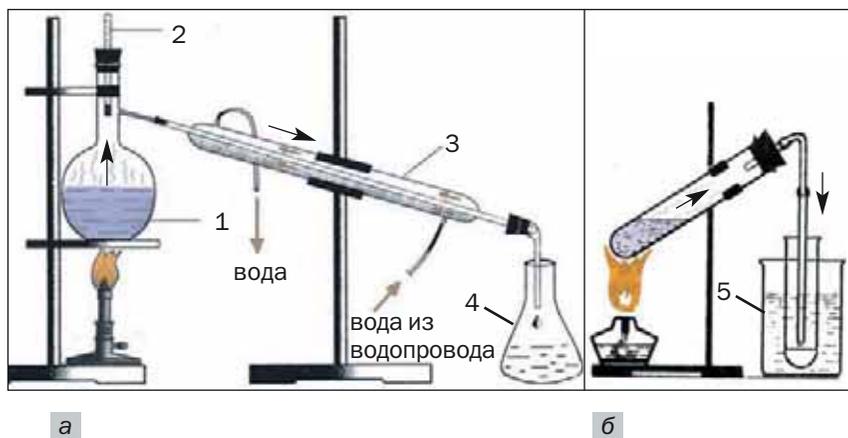
¹ Жидкость называют летучей, если она имеет невысокую температуру кипения. Среди таких жидкостей — медицинский эфир (температура кипения при давлении 760 мм рт. ст. +34,6 °С), ацетон (+56,5 °С), этиловый спирт (+78,3 °С), вода (+100 °С).

Перегонка, или *дистилляция*¹, — метод разделения смесей (преимущественно однородных) жидкостей, а также очистки жидкости от растворенных в ней веществ. На заводах перегонкой нефти, которая является смесью многих веществ, получают бензин, керосин, дизельное топливо.

В лаборатории перегонку осуществляют так, как показано на рисунке 37. При нагревании смеси жидкостей сначала закипает вещество с наиболее низкой температурой кипения. Его пар выходит из сосуда, охлаждается, конденсируется², а образовавшаяся жидкость стекает в приемник. Когда этого вещества не останется в смеси, температура начнет повышаться. В этот момент заменяют приемник. Через некоторое время закипает другой компонент смеси. Нелетучие жидкости остаются в сосуде.

Перегонкой очищают водопроводную воду от примесей. Полученную чистую воду назы-

Рис. 37.
Лабораторная установка для перегонки:
а — обычная;
б — упрощенная



1 — смесь жидкостей с разными температурами кипения; 2 — термометр;
3 — водяной холодильник; 4 — приемник; 5 — вода со льдом

¹ Термин происходит от латинского слова *distillatio* — стекание каплями.

² Термин происходит от латинского слова *condensatio* — сгущение, уплотнение.

вают *дистиллированной*. Ее используют в научно-исследовательских лабораториях, при получении веществ с особыми свойствами для новейшей техники, в фармакологии и т. п.

Разделение смесей происходит и в природе. Из воздуха на земную поверхность оседают частицы пыли, а во время дождя и снега — попадают капли воды, снежинки. Мутная вода при отстаивании становится прозрачной. Она также очищается от нерастворимых веществ, проходя через песок. После испарения воды на берегах лиманов остаются соли, которые были растворены в ней. Из воды, вытекающей из скважины, выделяются растворенные газы.

Иногда самопроизвольное разделение смесей является нежелательным. Это касается некоторых пищевых продуктов (майонез, соусы, кремы), косметических средств. Чтобы предотвратить «разрушение» таких смесей, к ним добавляют специальные вещества — стабилизаторы, эмульгаторы. Эти добавки обязательно должны быть безопасными для организма человека.

ВЫВОДЫ

Существуют различные методы разделения смесей на отдельные вещества (компоненты). При их выборе учитывают тип смеси, агрегатные состояния и физические свойства компонентов.

Неоднородные смеси разделяют отстаиванием, фильтрованием, иногда — с помощью магнита, а однородные — выпариванием, перегонкой (дистилляцией).



46. Найдите соответствие, учитывая возможность применения нескольких методов разделения определенной смеси:

- | <i>Тип смеси</i> | <i>Метод разделения смеси</i> |
|---|-------------------------------|
| 1) неоднородная смесь двух жидкостей; | а) отстаивание; |
| 2) однородная смесь двух жидкостей; | б) фильтрование; |
| 3) неоднородная смесь жидкости и твердого вещества; | в) перегонка. |
| 4) однородная смесь жидкости и твердого вещества; | |
47. Какие смеси можно разделить фильтрованием:
- смесь песка и глины;
 - смесь спирта и медных опилок;
 - смесь воды и бензина;
 - смесь воды с кусочками пластмассы?
- Назовите вещества, которые останутся на фильтре.
48. Какой метод — фильтрование или отстаивание — позволяет разделить неоднородную смесь жидкого и твердого веществ с минимальными потерями компонентов?
49. Какую смесь приходилось разделять вам или вашим родителям в домашних условиях? Какой метод был использован для этого?
50. Как бы вы разделили смесь: а) поваренной соли и мела; б) спирта и воды? Какие отличия в свойствах веществ дают возможность использовать выбранный вами метод?
51. По материалам из интернета подготовьте небольшое сообщение о том, как в промышленности разделяют воздух на его основные компоненты — азот и кислород.

для ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

Разделение смесей при добыче полезных ископаемых

Полезные ископаемые почти всегда являются смесями веществ. Важным процессом на предприятиях горнодобывающей промышленности является обогащение металлических руд. Его суть заключается в разделении смесей твердых веществ с отделением компонентов, из которых получают металлы. Измельченную смесь смешивают с водой и пенообразователем. При сильном перемешивании ценное вещество переходит в пену, которую собирают и извлекают из нее нужный компонент фильтрованием. Методом, основанным на разнице плотностей веществ, вымывают потоком воды глину, песок, другие вещества из золотоносного песка или горной породы, а тяжелые крупинки золота остаются на дне резервуара.

Расскажем, как извлекают серу из подземных залежей. Это вещество плавится при невысокой температуре (112,8 °С). Такое свойство дало возможность разработать метод добычи серы, используемый в мире уже более 100 лет. Он основан на выплавке серы под землей. В месторождение направляют под мощным давлением воду, нагретую до температуры, превышающей температуру плавления серы. Это вещество плавится и по трубопроводу выходит на поверхность, где остывает и затвердевает, а другие вещества остаются под землей. Таким методом добывают серу и в Украине (в Прикарпатье).

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Разделение неоднородной смеси

Перед выполнением практической работы внимательно прочитайте правила работы и безопасности в химическом кабинете (с. 18, 29). Их необходимо строго соблюдать.

Вспомните, как следует обращаться со спиртовкой, сухим горючим, как нагревать стеклянную и фарфоровую лабораторную посуду. При необходимости прочитайте соответствующий текст в параграфах 3 и 4.

Будьте осторожны с огнем.

Выданная вам смесь содержит такие компоненты:

вариант 1 — древесные опилки, песок и поваренную соль;

вариант 2 — стружку парафина, мелкие кусочки медной проволоки и кальцинированную соду.

В вашем распоряжении — два химических стакана, промывалка с водой, стеклянная палочка, воронка, шпатель или пластмассовая ложечка, фильтроваль-

ная бумага, фарфоровая чашка, пробиркодержатель, спиртовка или сухое горючее, лабораторный штатив, керамическая или пластмассовая подставка.

Разделите смесь на компоненты. Примите во внимание, что в каждой смеси есть растворимое в воде вещество, а также то, что один из нерастворимых компонентов легче воды, а второй — тяжелее.

План выполнения работы

ЭТАП 1

Смешивание смеси с водой

В небольшой стакан поместите порцию смеси (2—3 г) и налейте 20—30 мл воды. С помощью стеклянной палочки перемешивайте содержимое стакана в течение 1—2 мин.

Что наблюдаете после прекращения перемешивания? Какой компонент смеси растворился? Где накопился каждый из нерастворимых компонентов?

ЭТАП 2

Выделение нерастворимых компонентов смеси

Вещество, всплывшее на поверхность жидкости, можно извлечь двумя способами — собрать его шпателем (пластмассовой ложечкой) или отфильтровать.

Проведите фильтрование, как описано в § 4 (с. 26). Наливайте жидкость по стеклянной палочке в фильтр медленно, чтобы в него не попал компонент смеси, находящийся на дне стакана.

После фильтрования долейте в стакан немного воды, перемешайте смесь, дождитесь оседания твердого вещества и профильтруйте жидкость через только что использованный фильтр. Так удастся уменьшить потери растворимого компонента, часть раствора которого оставалась с нерастворимыми компонентами.

Осторожно выньте фильтр с опилками древесины или стружкой парафина и положите его на керамическую или пластмассовую подставку. С полученной прозрачной жидкостью (фильтратом) будете работать на этапе 3.

Ко второму нерастворимому компоненту смеси, который остался на дне стакана, добавьте немного воды, перемешайте смесь, дайте ей отстояться, слейте воду и перенесите шпателем (ложечкой) твердое вещество из стакана на лист фильтровальной бумаги. Можно также смыть это вещество водой на новый фильтр, используя промывалку.

ЭТАП 3 Выделение растворимого компонента смеси

Растворимый компонент выделите выпариванием его раствора, полученного на этапе 2. Для этого фильтрат перелейте из стакана в фарфоровую чашку, поставьте ее на кольцо штатива (с. 28, рис. 21), зажгите спиртовку и осторожно нагревайте до полного испарения воды. (Чтобы убедиться в том, что в фильтрате содержится растворенное вещество, достаточно выпарить несколько капель жидкости на предметном стекле.)

При выполнении каждого этапа эксперимента записывайте в таблицу свои действия и наблюдения, а после его завершения — выводы:

Номер и название этапа	Последовательность действий	Наблюдения	Выводы
1. Смешивание смеси с водой	К порции смеси добавляю воду...		
2. ...			
3. ...			



52. Можно ли выделить каждый компонент из выданной вам смеси без его потерь? Ответ обоснуйте.
53. Ученик выпаривал жидкость, нагревая ее в фарфоровой чашке. Через некоторое время в чашке ничего не осталось. Ученик решил, что жидкость представляла собой чистое вещество. Если вы с ним не согласны, укажите, какие примеси могли быть в исходном веществе.
54. Твердое вещество полностью растворилось в воде. Можно ли считать это вещество чистым? Ответ объясните.
55. Брусок парафина загрязнен песком. Как бы вы очистили парафин от этой примеси? Какие свойства веществ дают возможность провести такой эксперимент?

9

Атомы. Химические элементы

Материал параграфа поможет вам:

- выяснить состав атомов;
- понять, что такое химический элемент;
- усвоить названия и символы химических элементов;
- использовать периодическую систему как источник сведений о химических элементах.

Атомы. Гипотезу о том, что все вещества состоят из невидимых и неделимых частиц — *атомов*, выдвинули еще древнегреческие философы. Наличие запаха некоторых веществ они объясняли движением атомов и их воздействием на органы чувств, а процесс растворения — проникновением атомов одного вещества между атомами другого вещества.

Доказать существование атомов удалось лишь в XIX в. с помощью сложных физических экспериментов. Тогда же было обнаружено, что атом не является цельной, моно-

литной частицей, а состоит из ядра и электронов. Одна из первых моделей атома — планетарная — была предложена в 1911 г. В соответствии с ней, ядро занимает незначительную часть объема атома, а электроны движутся вокруг ядра (с. 40, рис. 29), как планеты вокруг Солнца.

Это интересно

Если атом увеличить до размеров стадиона, ядро будет выглядеть как вишневая косточка.

Электрон намного легче атомного ядра. Он имеет отрицательный заряд, наименьший из существующих в природе. Поэтому величину заряда электрона физики приняли за единицу измерения зарядов мельчайших частиц (кроме электронов, существуют и другие заряженные частицы). Следовательно, заряд электрона равен -1 . Эту частицу обозначают так: e^- .

Ядро атома заряжено положительно. Заряд ядра и суммарный заряд всех электронов атома одинаковы по величине, но противоположны по знаку. Поэтому *атом электронейтральный*. Если заряд ядра атома равен $+1$, то такой атом содержит один электрон, если $+2$ — два электрона и т. д.

Ионы. Некоторые атомы в определенных условиях могут терять один или несколько своих электронов. В таком случае атом превращается в положительно заряженную частицу. Другие атомы способны присоединять дополнительные электроны и превращаться в частицы с негативным зарядом. Такие заряженные частицы называют ионами. Если атом теряет один электрон, то образуется ион с зарядом $+1$, а если присоединяет два электрона, то заряд иона составляет -2 . Из противоположно заряженных ионов состоит значительное количество веществ, в частности поваренная соль.

Химические элементы. Атомы различают по величине заряда их ядер.

Вид атомов с определенным зарядом ядра называют химическим элементом.

Атомы с зарядом ядра $+1$ принадлежат одному химическому элементу, с зарядом $+2$ — другому элементу и т. д.

Понятие «химический элемент» применяют для классификации атомов. С аналогичной целью, например, введены сорта фруктов, овощей, цветов и т. п. Следует помнить: химический элемент — не частица и не вещество (так же, как сорт яблок — это не яблоко). Он не имеет агрегатного состояния, плотности, температур плавления и кипения, других физических свойств.

В настоящее время известны 115 химических элементов. Заряды ядер их атомов составляют от $+1$ до $+112$, а также $+114$, $+116$ и $+118$.

Почти 90 элементов существуют в природе, а остальные (как правило, с наибольшими зарядами атомных ядер) — искусственные элементы. Их атомы получают ученые на уникальном оборудовании. Ядра таких атомов неустойчивы и быстро распадаются.

Информацию о распространенности химических элементов в окружающей среде, растениях, организме человека вы найдете после параграфа в тексте под заголовком «Для любознательных».

Названия химических элементов. Каждый элемент имеет название. Современные названия почти всех химических элементов происходят от латинских названий (табл. 1). Их пишут с большой буквы. Названия элементов используют и для соответствующих атомов.

Названия химических элементов имеют разное происхождение. Одни связаны со свойствами (цветом, запахом) или названиями веществ, другие — с названиями планет, стран и т. п. Несколько элементов названо в честь выдающихся ученых. Среди этих элементов — Менделевий, Эйнштейний, Коперниций. Происхождение некоторых названий неизвестно, поскольку они возникли очень давно.

Это интересно

Современное название одного из элементов — Меркурий. Оно отличается от латинского названия (Hydrargyrum), но близкое к английскому (Mercury) и французскому (Mercure).

Названия и символы некоторых химических элементов

Заряд ядра атома	Название элемента		Символ элемента	Произношение символа
	современное	латинское		
+1	Водород	<i>Hydrogenium</i>	H	Аш
+6	Углерод	<i>Carboneum</i>	C	Цэ
+7	Азот	<i>Nitrogenium</i>	N	Эн
+8	Кислород	<i>Oxygenium</i>	O	О
+9	Фтор	<i>Fluorum</i>	F	Фтор
+14	Кремний	<i>Silicium</i>	Si	Силициум
+15	Фосфор	<i>Phosphorus</i>	P	Пэ
+16	Сера	<i>Sulfur</i>	S	Эс
+80	Ртуть	<i>Hydrargyrum</i>	Hg	Гидраргирум

► Что вы думаете по поводу происхождения названий таких элементов: Скандий, Нептуний, Прометий, Нобелий?

Это интересно

Символы химических элементов во всех странах одни и те же.

Символы химических элементов. Кроме названия, каждый элемент имеет еще и сокращенное обозначение — символ, или знак. В наше время используют символы элементов, предложенные почти 200 лет тому назад известным шведским химиком Й. Я. Берцелиусом. Они состоят из одной латинской буквы (первой в латинских названиях элементов) или двух¹. В таблице 1 такие буквы в названиях элементов выделены курсивом.

Произношение символов почти всех элементов совпадает с их названиями. Например, символ элемента Иода I читается «йод», а не «и», а элемента Феррума Fe — «фэрум», а не «фэ». Все исключения собраны в таблице 1.

В некоторых случаях используют общее обозначение химического элемента — *E*.

¹ Символ одного из элементов, открытых в последние годы, состоит из трех букв.

Дмитрий Иванович Менделеев
(1834—1907)



Выдающийся русский ученый-химик, член и почетный член академий наук многих стран. В 1869 г. открыл периодический закон — фундаментальный закон химии. На его основе создал учебник «Основы химии», который неоднократно переиздавали в России и других странах. Проводил исследования растворов, разработал теорию их строения (1865—1887). Вывел общее уравнение газового состояния (1874). Предложил теорию происхождения нефти, разработал технологию изготовления бездымного пороха, сделал весомый вклад в развитие метрологии — науки об измерениях.

Символы и названия химических элементов имеются в периодической системе.

Периодическая система химических элементов. В 1869 г. русский химик Д. И. Менделеев предложил таблицу, в которой разместил известные к тому времени 63 элемента. Она была названа периодической системой химических элементов. В нашем учебнике приведены два ее варианта — короткий (форзац I) и длинный (форзац II).

Периодическая система состоит из горизонтальных строк, называемых *периодами*, и вертикальных столбцов — *групп*. Пересекаясь, они образуют клетки, в которых имеется важнейшая информация о химических элементах. Номера периодов указаны арабскими цифрами, а номера групп — римскими.

Каждая клетка пронумерована. В ней указан символ химического элемента, а под ним — название (рис. 38).

Номер клетки является *порядковым (атомным) номером* размещенного в ней элемента. Его общее обозначение — Z . Выражение «порядковый номер элемента Неона — 10» сокращенно записывают так: $Z(\text{Ne}) = 10$.

Рис. 38.
Клетка
периодиче-
ской системы



Порядковый номер элемента совпадает с величиной заряда ядра его атома и количеством электронов в нем. *В периодической системе все элементы размещены по возрастанию заряда ядер атомов.*

Таким образом, из периодической системы можно получить следующие сведения о химическом элементе:

- символ;
 - название;
 - порядковый номер;
 - заряд ядра атома;
 - количество электронов в атоме;
 - номер периода, в котором находится элемент;
 - номер группы, в которой он размещен.
- Найдите в периодической системе элемент с порядковым номером 5 и выпишите в тетрадь сведения о нем.

Периодическая система химических элементов в большом формате есть в школьном химическом кабинете. Ее можно увидеть в научных лабораториях, а также аудиториях, где студенты слушают лекции по химии. Сведениями, имеющимися в периодической системе, часто пользуются, когда решают задачи, выполняют упражнения.

ВЫВОДЫ

Атом — электронейтральная частица, состоящая из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов.

Вид атомов с определенным зарядом ядра называют химическим элементом. Каждый элемент имеет название и символ.

В настоящее время известны 115 химических элементов. Почти 90 элементов существуют в природе.

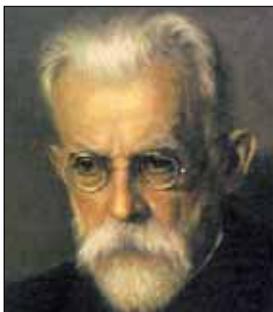
Важнейшие сведения о химических элементах имеются в периодической системе.



56. Охарактеризуйте строение и состав атома.
57. Что такое химический элемент? Почему его нельзя отождествлять с атомом или веществом?
58. Чем различаются короткий и длинный варианты периодической системы? Сколько периодов и групп в каждом варианте?
59. Найдите в периодической системе и прочитайте такие символы химических элементов: Li, H, Al, O, C, Na, S, Cu, Ag, N, Au. Назовите эти элементы.
60. Какой символ имеет Феррум — F, Fr, Fe или Fm; Силиций — C, Cl, S, Si или Sc; Карбон — K, C, Co, Ca, Cr или Kr?
61. Выпишите из периодической системы символы всех элементов, которые начинаются с буквы А. Сколько существует таких элементов?
62. По материалам из интернета подготовьте небольшое сообщение о происхождении названий Гидрогена, Гелия или любого другого элемента.
63. Заполните пропуски:
 - а) $Z(\dots) = 8$, $Z(\dots) = 12$;
 - б) $Z(\text{C}) = \dots$, $Z(\text{Na}) = \dots$.
64. Заполните таблицу:

Элемент		Размещение в периодической системе		Характеристика атома	
символ	название	№ периода	№ группы	заряд ядра	количество электронов
He					
	Кальций				
				+30	

**Владимир Иванович Вернадский
(1863—1945)**



Русский и украинский ученый-естествоиспытатель, академик, первый президент Академии наук Украины (1919). Один из основоположников геохимии. Выдвинул теорию происхождения минералов. Развил представление о роли живых организмов в геохимических процессах. Исследовал химический состав литосферы, гидросферы, атмосферы. Организатор нескольких научно-исследовательских учреждений. Основатель школы ученых-геохимиков.

для ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

Распространенность химических элементов

Некоторые элементы встречаются в природе «на каждом шагу», другие — очень редко. Распределение элементов на нашей планете изучает наука геохимия. Значительный вклад в ее развитие сделал выдающийся ученый В. И. Вернадский.

Распространенность каждого элемента в воздухе, воде, почве оценивают, сравнивая количество его атомов с количеством атомов других элементов.

Атмосфера Земли почти полностью состоит из двух газов — азота и кислорода. Молекул азота  в воздухе в четыре раза больше, чем молекул кислорода . Следовательно, первое место по распространенности в атмосфере занимает элемент Нитроген, а второе — Кислород.

Гидросфера — это реки, озера, моря, океаны, в которых растворены небольшие количества твердых веществ и газов.

Приняв во внимание состав молекулы воды , легко сделать вывод, что в гидросфере больше всего атомов Гидрогена.

Литосфера, или земная кора, — твердый поверхностный слой Земли. В нем содержится много элементов. Самыми распространенными являются Кислород (58 % всех атомов), Силиций (19,6 %) и Алюминий (6,4 %).

Во Вселенной существуют те же элементы, что и на нашей планете. Первое и второе места по распространенности в ней занимают Гидроген (почти 90 % всех атомов) и Гелий — элементы, которые имеют самые простые по составу атомы.

Наиболее распространенные элементы

в атмосфере — **N, O**
 в гидросфере — **H, O**
 в литосфере — **O, Si**
 во Вселенной — **H, He**

Подсчитано, что в среднем 80 % массы всех растений приходится на воду. В организмах животных и человека это вещество также преобладает. Следовательно, самым распространенным элементом в живой природе, как и в гидросфере, является Гидроген.

Организму человека необходимы более 20 химических элементов. Их называют биоэлементами (рис. 39). Они содержатся в воздухе, воде, а также во многих веществах, которые попадают в организм с пищей. Карбон, Оксиген, Гидроген, Нитроген, Сульфур входят в состав белков, других веществ, из которых состоит наш организм. Калий и Натрий содержатся в крови, клеточных жидкостях. Оксиген, Фосфор и Кальций необходимы для формирования костей. Важными для человека элементами являются также Феррум, Флуор, Иод. Недостаток Феррума в организме приводит к малокровию, Флуора — вызывает кариес, а Иода — замедляет умственное развитие ребенка.

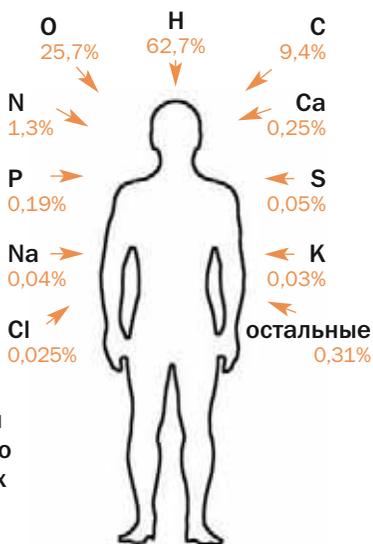


Рис. 39.
 Химические элементы
 в организме взрослого
 человека (в процентах
 от общего количества
 атомов)

Растениям необходимо немного меньше элементов. Важнейшие среди них — Карбон, Кислород, Водород, Азот, Фосфор, Калий, Магний, Сульфур. Они поступают в растения из воздуха и почвы с углекислым газом, водой и растворенными в ней веществами.

10

Масса атома. Относительная атомная масса

Материал параграфа поможет вам:

- выяснить различие между массой атома и относительной атомной массой;
- сравнивать массы атомов.

Масса атома. Важной характеристикой атома является его масса. Почти вся масса атома сосредоточена в ядре. Электроны имеют настолько малую массу, что ею обычно пренебрегают.

Взвешивать атомы на весах невозможно, поскольку это очень мелкие частицы. Их массы были определены с помощью расчетов.

Масса атома Урана — самого тяжелого среди всех атомов, встречающихся на Земле, составляет приблизительно

0,000 000 000 000 000 000 000 4 г.

Это интересно

Масса электрона составляет приблизительно $9 \cdot 10^{-28}$ г.

Записывать и читать это число непросто; можно ошибиться, пропустив ноль или добавив лишний. Существует другой способ его записи — в виде произведения: $4 \cdot 10^{-22}$ (22 — количество цифр после запятой)¹.

¹ Записи таких чисел будут рассмотрены на уроках алгебры.

Более точное значение массы атома Урана составляет $3,95 \cdot 10^{-22}$ г, а атома Гидрогена, самого легкого из атомов, — $1,67 \cdot 10^{-24}$ г.

Оперировать такими числами неудобно. Поэтому вместо «обычных», абсолютных масс атомов используют их относительные массы.

Относительная атомная масса. Чтобы получить представление о массе любого атома, ее сравнивают с массой другого атома. Раньше для сравнения брали самый легкий атом — атом Гидрогена. Сейчас массы атомов сопоставляют с $1/12$ массы атома Карбона (он почти в 12 раз тяжелее атома Гидрогена). Эту маленькую массу называли *атомной единицей массы* (сокращенно — а. е. м.):

$$1 \text{ а. е. м.} = \frac{1}{12} m_a(\text{C}) = \frac{1}{12} \cdot 1,99 \cdot 10^{-23} \text{ г} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г.}$$

Масса атома Гидрогена, указанная выше, почти совпадает с атомной единицей массы, а масса атома Урана больше ее в 238 раз:

$$\frac{3,95 \cdot 10^{-22} \text{ г}}{1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г}} \approx 238.$$

Число, получаемое делением массы атома элемента на $1/12$ массы атома Карбона, называют *относительной атомной массой элемента*. Эту величину обозначают $A_r(E)$:

$$A_r(E) = \frac{m_a(E)}{\frac{1}{12} m_a(\text{C})}.$$

Индекс возле буквы A — первая буква в латинском слове *relativus* (относительный).

Относительная атомная масса показывает, во сколько раз масса атома больше $1/12$ массы атома Карбона.

Относительная атомная масса не имеет размерности.

Первую таблицу относительных атомных масс составил в начале XIX в. английский ученый Дж. Дальтон.

Джон Дальтон
(1766—1844)



Выдающийся английский физик и химик. Член Лондонского королевского общества (Английской академии наук). Первым высказал гипотезу о разных массах и размерах атомов, определил относительные атомные массы многих элементов и составил таблицу их значений (1803). Предложил символы элементов и обозначения веществ. Изучил состав и свойства воздуха, открыл законы давлений газов в их смесях (1801), теплового расширения газов (1802), растворимости газов в жидкостях (1803).

На основании изложенного материала можно прийти к таким выводам:

- *относительные атомные массы пропорциональны массам атомов;*
- *соотношения масс атомов такие же, как и относительных атомных масс.*

Значения относительных атомных масс химических элементов записаны в периодической системе. Они определены с очень высокой точностью; соответствующие числа являются в основном пяти- или шестизначными (рис. 40).

Рис. 40.
Клетка
элемента
Урана

Относительная
атомная масса

92	U
238,029	Уран

Для проведения химических расчетов значения относительных атомных масс будем округлять до целых чисел. Например, для Гидрогена и Урана

$$A_r(\text{H}) = 1,0079 \approx 1;$$
$$A_r(\text{U}) = 238,029 \approx 238.$$

Значение относительной атомной массы Хлора принято округлять до десятых:

$$A_r(\text{Cl}) = 35,453 \approx 35,5.$$

- ▶ Найдите в периодической системе значения относительных атомных масс Лития, Карбона, Неона и округлите их до целых чисел.
- ▶ Во сколько раз массы атомов Карбона, Оксигена, Неона и Магния больше массы атома Гелия? Для вычислений используйте округленные значения относительных атомных масс.

Обратите внимание: *почти все химические элементы размещены в периодической системе по возрастанию атомных масс.*

ВЫВОДЫ

Атомы имеют чрезвычайно малую массу.

Для сравнения их масс и различных вычислений используют относительные массы атомов.

Относительная атомная масса является отношением массы атома к $1/12$ массы атома Карбона.

Значения относительных атомных масс химических элементов приведены в периодической системе.



65. В чем различие между понятиями «масса атома» и «относительная атомная масса»?
66. Что такое атомная единица массы?
67. Что означают записи A_r и A_r° ?
68. Какой атом легче — Бериллия или Алюминия? Во сколько раз?
69. Что имеет бóльшую массу: атом Флуора или два атома Лития; два атома Магния или три атома Сульфура?
70. Найдите в периодической системе три-четыре пары элементов, соотношение масс атомов которых составляет: а) 1 : 2; б) 1 : 3.

71. Вещество содержит одинаковые массы атомов Сульфура и Оксигена. Атомов какого элемента в веществе больше и во сколько раз?
72. Рассчитайте относительную атомную массу Гелия, если масса атома этого элемента равна $6,64 \cdot 10^{-24}$ г.

11

Простые вещества. Металлы и неметаллы

Материал параграфа поможет вам:

- выделять среди всех веществ простые вещества;
- распознавать металлы и неметаллы;
- понять, почему все металлы похожи по свойствам;
- определять металлические и неметаллические элементы по их размещению в периодической системе.

Простые вещества. Атомы способны соединяться с такими же или другими атомами. Это обуславливает большое разнообразие в мире веществ.

Вещество, образованное одним химическим элементом, называют *простым веществом*.

Простые вещества делят на металлы и неметаллы. Такую классификацию простых веществ предложил в конце XVIII в. выдающийся французский ученый А. Л. Лавуазье.

Металлы. Каждый из вас, не раздумывая, назовет несколько металлов. Они отличаются от остальных веществ особым «металлическим» блеском (рис. 41). Эти вещества имеют много других общих свойств. Металлы в обычных условиях твердые (лишь ртуть является жидкостью), хорошо проводят электрический ток и теплоту, имеют в основном достаточно высокие температуры плавления (свыше $500\text{ }^{\circ}\text{C}$). Они пластичны; их можно ковать, вытягивать из них проволоку.

Это интересно

До нашей эры людям были известны простые вещества 11 элементов — Au, Ag, Cu, Hg, Pb, Fe, Sn, S, C, Zn и Sb.



Рис. 41.
Металлы

Благодаря своим свойствам металлы уверенно вошли в жизнь людей. Об их значении свидетельствуют названия исторических эпох: медный век, бронзовый¹ век, железный век.

Сходство металлов обусловлено их внутренним строением. Атомы размещены в металле очень плотно, и часть электронов постоянно переходит от одних атомов к другим. Благодаря этим электронам металлы проводят электрический ток, способны быстро нагреваться и охлаждаться.

Неметаллы. Простых веществ этого типа значительно меньше. К неметаллам относятся азот, кислород, графит, алмаз, сера, иод и др. (рис. 42).

Неметаллы отличаются от металлов прежде всего отсутствием металлического блеска. Лишь графит, иод, кристаллические бор и кремний имеют такой блеск. Неметаллы не проводят электрический ток (исключение — графит). В обычных условиях часть неметаллов находится в газообразном состоянии (металла-газа не существует), другие являются твердыми веществами, и только бром — жидкостью.

Между собой неметаллы существенно различаются.

¹ Бронза — сплав меди с оловом.

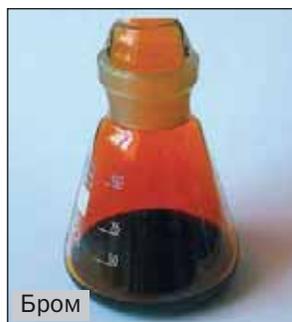


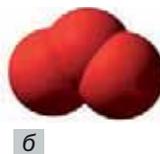
Рис. 42.
Неметаллы

Часть неметаллов состоит из атомов. В алмазе, графите, боре, силиции, красном фосфоре все атомы соединены друг с другом, а в инертных газах — гелии, неоне, аргоне, криптоне, ксеноне и радоне — они разъединены.

Другие неметаллы образованы молекулами. Атомы в каждой молекуле прочно соединены между собой, а молекулы лишь слабо притягиваются друг к другу. Поэтому вещества молекулярного строения имеют невысокие температуры плавления и кипения.

Из молекул состоят простые вещества Оксигена — кислород и озон. Молекула кислорода содержит два атома, а молекула озона — три (рис. 43).

Рис. 43.
Модели молекул:
а — кислорода;
б — озона



Не только Оксиген, но и немало других элементов образуют по два и более простых веществ. Поэтому простых веществ существует больше, чем химических элементов.

Названия простых веществ. Большинство простых веществ называют так, как и соответствующие химические элементы. Если названия разные, то они приведены в периодической системе, причем название простого вещества расположено ниже названия элемента (рис. 44).

Рис. 44.
Клетка
периодической
системы

Название элемента	S	16
Название простого вещества	Сульфур	32,06
	Сера	

► Назовите простые вещества элементов Лития, Гидрогена, Магния, Нитрогена.

Названия простых веществ внутри предложения записывают с маленькой буквы; они не являются именами собственными. Пример такого предложения: «Неметалл бор состоит из атомов элемента Бора».

Металлические и неметаллические элементы. Химические элементы, от которых происходят металлы, называют *металлическими*, а те, которые образуют неметаллы, — *неметаллическими*. В длинном варианте периодической системы (форзац II) они разделены диагональной ломаной линией. Металлические элементы размещены слева от нее; их значительно больше, чем неметаллических элементов.

Элементы Германий, Стций, Полоний, клетки которых находятся у диагональной линии, образуют простые вещества, напоминающие по некоторым свойствам металлы, а по другим свойствам — неметаллы.

ВЫВОДЫ

Каждое простое вещество образовано одним элементом.

Простые вещества делят на металлы и неметаллы, а химические элементы — на металлические и неметаллические.

Металлы имеют немало общих свойств благодаря сходству внутреннего строения.

Неметаллы состоят из атомов или молекул и по свойствам отличаются от металлов, а нередко — и друг от друга.



73. Какое вещество называют простым? Назовите несколько таких веществ.
74. Какие типы простых веществ существуют? Как называют соответствующие элементы?
75. Укажите правильное окончание предложения «Каждое простое вещество образовано...»:
- а) одинаковыми молекулами;
 - б) одним химическим элементом;
 - в) одним металлическим элементом;
 - г) одним неметаллическим элементом.
76. По каким физическим свойствам металл можно отличить от неметалла?
77. Заполните пропуски, вставив в соответствующих падежах слова «Нитроген» или «азот», и объясните ваш выбор:
- а) ... — газ, которого в воздухе содержится наибольшее количество;
 - б) молекула ... состоит из двух атомов ...;
 - в) соединения ... поступают в растения из почвы;
 - г) ... плохо растворяется в воде.
78. Заполните пропуски, вставив слова «элемент», «атом» или «молекула» в соответствующем падеже и числе:
- а) ... белого фосфора содержит четыре ... Фосфора;
 - б) золото — простое вещество ... Аурума.
79. Какие элементы образуют следующие простые вещества: фтор, золото, цинк, фосфор, ртуть?
80. Назовите простые вещества элементов Pb, Ca, He, Ag, B.
81. Какая ошибка допущена в утверждении «В яблоках есть железо»? Исправьте ее, используя правильное химическое название.

82. Найдите соответствие, воспользовавшись длинным вариантом периодической системы:

Элемент

Тип элемента

1) Арсен;

а) металлический элемент;

2) Вольфрам;

б) неметаллический элемент.

3) Стронций;

4) Ксенон;

5) Уран;

12

Сложные вещества

Материал параграфа поможет вам:

- выделять среди всех веществ сложные вещества;
- различать органические и неорганические вещества.

Сложные вещества. Соединение атомов разных химических элементов обуславливает существование веществ, которых в десятки тысяч раз больше, чем простых веществ.

Вещество, образованное двумя или бóльшим количеством элементов, называют *сложным веществом*, или *химическим соединением*¹.

Большинство сложных веществ имеют молекулярное строение. Температуры их плавления и кипения невысокие. Многие такие вещества имеют запах.

Молекулярным соединением является вода. Молекула воды состоит из двух атомов Гидрогена и одного атома Оксигена (с. 40, рис. 30, б). Молекулярное строение имеют угарный и углекислый газы (они образованы Карбоном и Оксигеном), сахар, этиловый спирт, уксусная кислота (образованы Карбоном, Гидрогеном и

¹ Часто слово «химическое» опускают.

Это интересно

В бактериях обнаружено вещество, молекула которого состоит из 19 913 атомов.

Окисленом). Количество атомов в молекулах сложных веществ может быть разным — от двух атомов до сотен и даже тысяч.

Некоторые соединения имеют атомное строение. Одним из них является минерал кварц — главная составная часть песка. В нем содержатся атомы Силиция и Оксигена, соединенные между собой (рис. 45).

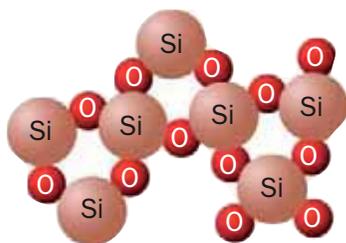


Рис. 45.
Модель строения кварца

Существуют сложные вещества, образованные ионами. Это — поваренная соль, мел, питьевая и кальцинированная сода, известь, гипс и многие другие.

Кристаллы поваренной соли состоят из положительно заряженных ионов Натрия и отрицательно заряженных ионов Хлора (рис. 46).



Рис. 46.
Модель строения поваренной соли

Названия сложных веществ. В этом и предыдущих параграфах учебника мы приводили традиционные, технические или бытовые названия сложных веществ — мел, кварц, питьевая сода и т. п. Кроме них, используют и химические названия. Например, химическое название поваренной соли — натрий хлорид.

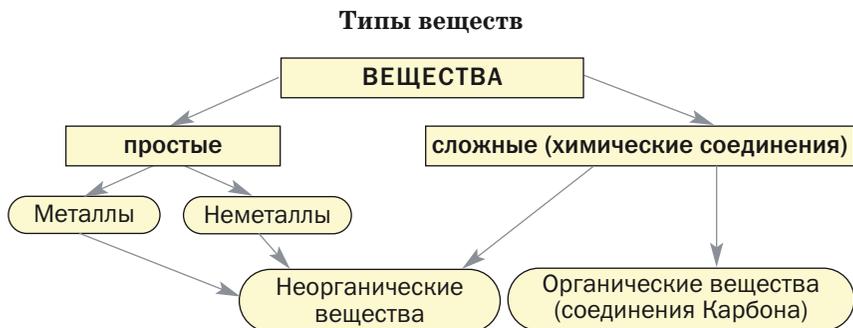
В нем первое слово является названием одного из двух элементов, которыми образовано вещество (его пишут с маленькой буквы), а второе происходит от названия другого элемента.

Органические и неорганические вещества. На уроках природоведения вы узнали, что вещества делят на органические и неорганические. Ранее органическими веществами называли те, которые содержатся в живых организмах. Это белки, жиры, сахар, крахмал, витамины, соединения, придающие цвет, запах, вкус овощам и фруктам. Со временем ученые обнаружили, что существуют и другие, подобные по составу вещества, которые можно получить лишь в химической лаборатории. Среди них — фармацевтические препараты, искусственные красители, полимеры и т. п. Ныне к органическим веществам относят почти все соединения Карбона (за исключением угарного и углекислого газов, мела, питьевой и кальцинированной соды, некоторых других).

Остальные сложные вещества, а также все простые называют неорганическими веществами. Они, как и органические вещества, распространены в природе. Неорганические вещества содержатся в почве, горных породах, воздухе, природной воде. Некоторые из них есть и в живых организмах.

Материал параграфов 11 и 12 обобщен в схеме 4, иллюстрирующей многообразие веществ.

Схема 4



ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ № 2

Ознакомление с образцами простых и сложных веществ

Вам выданы такие вещества:

вариант I — сахар, мел (кальций карбонат), графит, медь;

вариант II — крахмал, алюминий, сера, поваренная соль (натрий хлорид).

Вещества содержатся в банках с этикетками.

Внимательно рассмотрите вещества, обратите внимание на их названия. Определите среди веществ простые (металлы, неметаллы) и сложные, а также органические и неорганические.

Запишите в таблицу название каждого вещества и укажите его тип, поставив в соответствующем столбце знак «+»:

Название вещества	Простое вещество		Сложное вещество	Органическое вещество	Неорганическое вещество
	металл	неметалл			

ВЫВОДЫ

Сложные вещества (химические соединения) образованы двумя или бóльшим количеством химических элементов. Многие сложные вещества имеют молекулярное строение, некоторые состоят из соединенных между собой атомов.

Различают органические и неорганические вещества. К органическим веществам относятся почти все соединения Карбона, а к неорганическим — остальные соединения и простые вещества.



83. Какое вещество называют сложным? Приведите примеры нескольких таких веществ.
84. Простыми или сложными веществами являются металлические руды (их переработкой получают металлы)? Ответ обоснуйте.
85. Простым или сложным является вещество, при нагревании которого выделяются углекислый газ и водяной пар? Ответ объясните.
86. Какими элементами образованы сложные вещества с такими химическими названиями: алюминий оксид, силиций нитрид, натрий гидросульфид?
87. Укажите в приведенном перечне органические и неорганические вещества: алмаз, глюкоза, вода, мел, растительное масло, витамин С (аскорбиновая кислота).

13 Химические формулы

Материал параграфа поможет вам:

- выяснить, что такое химическая формула;
- научиться читать химические формулы;
- характеризовать состав молекулы и вещества по химической формуле.

Химическая формула. Каждое вещество имеет название. Однако по названию нельзя определить, например, сколько и каких атомов содержится в молекуле вещества. Ответы на этот и другие вопросы дает особая запись — химическая формула.

Химическая формула — это обозначение атома, молекулы, вещества с помощью символов химических элементов и индексов.

Химической формулой *атома* является символ соответствующего элемента. Напри-

мер, атом Алюминия обозначают символом Al, атом Силиция — символом Si. Такие же формулы имеют и простые вещества этих элементов (они состоят из атомов) — металл алюминий, неметалл силиций.

Химическая формула *молекулы простого вещества* содержит символ элемента и нижний индекс — маленькую цифру, записанную ниже и справа от символа. Индекс указывает на количество атомов элемента в молекуле.

Молекула кислорода состоит из двух атомов Оксигена. Ее химическая формула — O_2 . Эту формулу читают, произнося сначала символ элемента, потом — индекс: «о-два». Формулой O_2 обозначают не только молекулу, но и вещество кислород.

Из двухатомных молекул состоят также простые вещества Гидрогена, Нитрогена, Флуора, Хлора, Брома, Йода. В озоне (с. 77) имеются трехатомные молекулы, белом фосфоре — четырехатомные, а в сере — восьмиатомные.

H_2
 O_2
 N_2
 F_2
 Cl_2
 Br_2
 I_2

► Напишите химические формулы озона, белого фосфора и серы.

В формуле *молекулы сложного вещества* записывают символы всех элементов, атомы которых содержатся в ней, а также индексы. Молекула углекислого газа состоит из одного атома Карбона и двух атомов Оксигена. Ее химическая формула — CO_2 («цэ-о-два»). Запомните: если молекула содержит один атом элемента, то соответствующий индекс, то есть цифру 1, в химической формуле не пишут. Формула молекулы углекислого газа является также формулой самого вещества.

Химические формулы некоторых соединений содержат круглые скобки. Индекс после скобок указывает на количество групп атомов, которые записаны в них. Например, в формуле $Ca(OH)_2$ есть две группы атомов OH,

Это интересно

Молекулы фуллеренов состоят из десятков атомов: C_{60} , C_{70} и т. п.

а $Al(NO_3)_3$ — три группы атомов NO_3 . Первую формулу читают «кальций-о-аш-дважды» (но не «кальций-о-аш-два»), вторую — «алюминий-эн-о-три-трижды».

Иногда в химических формулах вместо символов элементов записывают «посторонние» буквы, а также буквы-индексы. Такие формулы называют общими. Примеры формул этого типа: EC_n , E_nO_m , C_xH_y . Первая формула служит для обозначения группы соединений элементов с Хлором, вторая является общей для соединений элементов с Кислородом, а третью используют, если химическая формула соединения Карбона с Водородом неизвестна или ее необходимо определить.

Если нужно обозначить, например, два отдельных атома Алюминия или три молекулы углекислого газа, используют записи $2Al$, $3CO_2$. Цифра перед химической формулой является коэффициентом. Коэффициент 1, как и индекс 1, не пишут.

Качественный и количественный состав вещества. Вы уже знаете, что химическая формула содержит информацию о составе молекулы, а следовательно, и соответствующего вещества. Характеризуя качественный состав молекулы или вещества, называют элементы, которыми они образованы, а характеризуя количественный состав, указывают:

- количество атомов каждого элемента в молекуле;
- соотношение атомов различных элементов в молекуле (веществе).

УПРАЖНЕНИЕ. Описать состав мочевины $CO(NH_2)_2$ (азотное удобрение, молекулярное соединение).

Решение

Мочевина образована четырьмя элементами — Карбоном, Кислородом, Азотом и Водородом (это качественный

состав). Молекула соединения содержит по одному атому Карбона и Оксигена, два атома Нитрогена и четыре атома Гидрогена; их соотношение в молекуле и в самом веществе —

$N(\text{C}) : N(\text{O}) : N(\text{N}) : N(\text{H}) = 1 : 1 : 2 : 4$ (количественный состав).

(Буквой N обозначают количество частиц — атомов, молекул и др.)

ВЫВОДЫ

Химическая формула — запись атома, молекулы, вещества с помощью символов химических элементов и индексов. Количество атомов каждого элемента указывают в формуле с помощью нижнего индекса.

Химическая формула отражает качественный и количественный состав молекулы, вещества.



88. Какая информация об атоме, молекуле, веществе содержится в химической формуле?
89. Каково различие между коэффициентом и нижним индексом в химических записях? Ответ дополните примерами.
90. Прочитайте формулы: N_2 , Cl_2 , P_4 , NaCl , KHCO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{NO}_3$.
91. Что означают записи: 2H , 2H_2 , N_2 , Li , 4Cu , $3\text{H}_2\text{O}$?
92. Запишите химические формулы, которые читают так: йод-два; эс-о-три; бор-два-о-три; аш-эн-о-два; хром-о-аш-трижды; натрий-аш-эс-о-четыре; эн-аш-четыре-дважды-эс.
93. Составьте химическую формулу молекулы, которая содержит:
 - а) один атом Сульфура и два атома Оксигена;
 - б) один атом Гидрогена, один атом Нитрогена и три атома Оксигена;
 - в) четыре атома Гидрогена, два атома Фосфора и семь атомов Оксигена.
94. Охарактеризуйте качественный и количественный состав молекулярных веществ — хлора Cl_2 , гидроген пероксида (перекиси водорода) H_2O_2 , глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

14

Валентность химических элементов

Материал параграфа поможет вам:

- выяснить, что называют валентностью химического элемента;
- вычислять значения валентности элементов в соединениях по их формулам;
- составлять формулы соединений по значениям валентности элементов.

Валентность. Числовые индексы в химических формулах указывают на то, что атомы соединяются друг с другом не произвольно, а в определенных соотношениях.

Способность атома соединиться с определенным количеством таких же или других атомов называют валентностью¹.

Валентность является важным свойством атома; она имеет количественную характеристику.

Атом Гидрогена всегда соединяется с одним атомом. Если с таким же, то образуется молекула водорода H_2 , а если с другим атомом — образуются молекулы фтороводорода HF , воды H_2O :



Гидроген — одновалентный элемент.

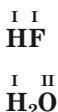
В молекуле фтороводорода HF атом Флуора соединен с одним атомом Гидрогена. Проанализировав количественный состав других соединений Флуора, приходим к выводу, что

¹ Термин происходит от латинского слова *valentia* — сила.

этот элемент, как и Гидроген, является одновалентным.

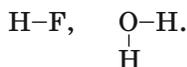
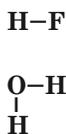
Атом Оксигена соединяется в молекуле воды с двумя атомами Гидрогена. *Оксиген — двухвалентный элемент.* Такую валентность Оксиген проявляет всегда — и в молекуле простого вещества (O_2), и в молекулах сложных веществ.

Значения валентности элемента при необходимости указывают римской цифрой над его символом в химической формуле: $\overset{I}{H}\overset{I}{F}$, $\overset{I}{H_2}\overset{II}{O}$. В математических расчетах и в тексте для этого применяют арабские цифры. Пример соответствующего предложения: «Значение валентности Оксигена равно 2».



► Определите валентность элементов в молекулах аммиака NH_3 и метана CH_4 .

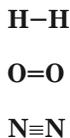
Сведения о валентности элементов в веществе можно представить другим способом. Сначала записывают на определенном расстоянии друг от друга символы каждого атома, который входит в состав молекулы. Потом одновалентный атом соединяют с другим атомом одной черточкой, от двухвалентного атома проводят две черточки и т. д.:



Такие формулы называют *графическими*. Они указывают порядок соединения атомов в молекулах.

Молекула простого вещества водорода имеет графическую формулу $H-H$. Аналогичными являются графические формулы молекул фтора, хлора, брома, иода. Графическая формула молекулы кислорода $O=O$, а молекулы азота $N\equiv N$.

Составляя графические формулы для молекул сложных неорганических веществ, следует иметь в виду, что в них атомы одного



Это интересно

В начале XIX в. химические формулы записывали по принципу «наибольшей простоты». Для воды использовали формулу HO, а не H₂O.

элемента, как правило, не соединены между собой.

► Изобразите графические формулы молекул аммиака, метана, углекислого газа.

Вы уже узнали, что Гидроген и Флуор всегда одновалентны, а Оксиген — двухвалентен. Другие элементы с постоянной валентностью находятся в I—III группах периодической системы, причем значение валентности каждого элемента совпадает с номером группы. Например, элемент I группы Литий одновалентный, элемент II группы Магний двухвалентный, а элемент III группы Бор трехвалентный. Исключениями являются элементы I группы Купрум (значение валентности — 1 и 2) и Аурум (1 и 3).

Большинство химических элементов имеют переменную валентность. Приводим ее значения для некоторых из них:

Плюмбум (IV группа) — 2, 4;

Фосфор (V группа) — 3, 5;

Сульфур (VI группа) — 2, 4, 6;

Хром (VI группа) — 2, 3, 6;

Хлор (VII группа) — 1, 3, 5, 7;

Манган (VII группа) — 2, 4, 6, 7;

Феррум (VIII группа) — 2, 3, 6.

Максимальное значение валентности химических элементов равно 8.

Определение валентности элементов в бинарном соединении по его химической формуле. Бинарным¹ называют соединение, образованное двумя элементами. Значение валентности элемента в соединении определяют тогда, когда он имеет переменную валентность. Покажем, как выполняют такое задание.

Определим значение валентности Иода в его соединении с Оксигеном, которое имеет формулу I₂O₅.

¹ Термин происходит от латинского слова binarius — двойной, состоящий из двух частей.

Вы знаете, что Кислород — двухвалентный элемент. Запишем значение его валентности над символом элемента в химической формуле соединения: $\overset{\text{II}}{\text{I}_2\text{O}_5}$. На 5 атомов Кислорода приходится $2 \cdot 5 = 10$ единиц валентности. Их «распределяем» между двумя атомами Иода ($10 : 2 = 5$). Следовательно, Иод в соединении пятивалентен: $\overset{\text{V}}{\text{I}_2}\overset{\text{II}}{\text{O}_5}$.

► Определите валентность элементов в соединениях, имеющих формулы SO_2 и Cl_2O_7 .

Составление химических формул бинарных соединений по валентности элементов. Выполним задание, противоположное предыдущему, — составим химическую формулу соединения Сульфур с Кислородом, в котором Сульфур шестивалентен.

Сначала запишем символы элементов, образующих соединение, и укажем над ними значения валентности: $\overset{\text{VI}}{\text{S}}\dots\overset{\text{II}}{\text{O}}\dots$. Затем находим наименьшее число (наименьшее общее кратное), которое делится без остатка на оба значения валентности. Это число 6. Делим его на значение валентности каждого элемента и получаем соответствующие индексы в химической формуле: $\overset{\text{VI}}{\text{S}}_{6/6}\overset{\text{II}}{\text{O}}_{6/2}$, или $\overset{\text{VI}}{\text{S}}\overset{\text{II}}{\text{O}}_3$.

Для проверки химической формулы используют правило: *произведения значений валентности каждого элемента на количество его атомов в формуле бинарного соединения одинаковы*. Убедимся в этом для соединения SO_3 : $6 \cdot 1 = 2 \cdot 3$.

Составляя формулы бинарных соединений, сначала записывают символы металлических элементов, а потом — неметаллических. Если соединение образовано только неметаллическими элементами и среди них есть Кислород или Флуор, то эти два элемента записывают последними.

Это интересно

Порядок записи элементов в формуле соединения Кислорода с Флуором такой: OF_2 .

Это интересно
Формулы соединений, образованных тремя и более элементами, составляют иначе.

► Составьте химическую формулу соединения Бора: а) с Флуором; б) с Оксигеном.

В формуле соединения Гидрогена с неметаллическим элементом VI или VII группы первым записывают Гидроген (H_2Te , HBr), а для других аналогичных соединений этого элемента применяют противоположный порядок записи элементов (PH_3 , CH_4).

ВЫВОДЫ

Валентность — это способность атома соединяться с определенным количеством таких же или других атомов.

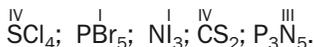
Существуют элементы с постоянной и переменной валентностью. Гидроген, Флуор всегда одновалентны, Оксиген — двухвалентен.

Значения валентности элементов показывают в графических формулах молекул соответствующим количеством черточек около атомов.

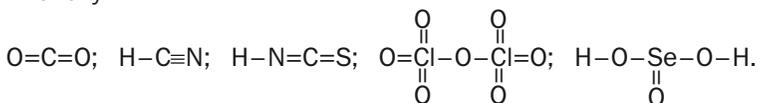
В формуле бинарного соединения произведения значений валентности каждого элемента на количество его атомов одинаковы.



95. Что такое валентность химического элемента? Назовите минимальное и максимальное значения валентности элементов.
96. Укажите в приведенном перечне символы элементов с постоянной валентностью: K, Ca, Cu, Cl, Zn, F, H.
97. Какое соединение называют бинарным? Напишите формулы нескольких таких соединений, каждое из которых образовано:
 - а) неметаллическими элементами;
 - б) металлическим и неметаллическим элементами.
98. По указанным значениям валентности одного из элементов в соединении определите и запишите значение валентности другого элемента:



99. Определите валентность элементов в соединениях, имеющих такие формулы:
- а) BaH_2 , V_2O_5 , SiF_4 , Li_3P ;
 б) CuF_2 , Ca_3N_2 , P_2O_3 , Mn_2O_7 .
100. Составьте формулы соединений, образованных элементами с постоянной валентностью: $\text{Na}\dots\text{H}\dots$; $\text{Ba}\dots\text{F}\dots$; $\text{Al}\dots\text{O}\dots$; $\text{Al}\dots\text{F}\dots$.
101. Составьте формулы соединений по указанным валентностям некоторых элементов:
- а) $\overset{\text{II}}{\text{Al}}\dots\overset{\text{IV}}{\text{S}}\dots$, $\overset{\text{IV}}{\text{Si}}\dots\overset{\text{I}}{\text{H}}\dots$, $\overset{\text{I}}{\text{Zn}}\dots\overset{\text{VI}}{\text{Br}}\dots$, $\overset{\text{VI}}{\text{W}}\dots\overset{\text{II}}{\text{O}}\dots$;
 б) $\overset{\text{III}}{\text{N}}\dots\overset{\text{V}}{\text{O}}\dots$, $\overset{\text{V}}{\text{P}}\dots\overset{\text{IV}}{\text{O}}\dots$, $\overset{\text{IV}}{\text{C}}\dots\overset{\text{I}}{\text{Cl}}\dots$, $\overset{\text{II}}{\text{Li}}\dots\overset{\text{II}}{\text{S}}\dots$.
102. Напишите формулы соединений Калия и Алюминия с Гидрогеном.
103. Напишите формулы соединений с Оксигеном таких элементов:
- а) Лития;
 б) Магния;
 в) Осмия (проявляет валентность 4 и 8).
104. Изобразите графические формулы молекул Cl_2O , PH_3 , SO_3 .
105. Определите валентность элементов по графическим формулам молекул:



для ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

Валентность химического элемента и его размещение в периодической системе

Проанализировав приведенные в предыдущем параграфе значения валентности элементов, можно прийти к важному выводу: *максимальное значение валентности элемента совпадает с номером группы, в которой он находится*¹. С этим выводом согласуется также то, что значение валентности химических элементов не может быть больше 8, ведь в периодической системе — восемь групп.

Существует и такое правило: *значение валентности неметаллического элемента в соединении с Гидрогеном или металлическим элементом равно разности между числом 8 и номером группы, в которой находится элемент*. Подтвердим его несколькими примерами. Элемент VII группы Иод в иодоводороде HI одновалентен ($8 - 7 = 1$), элемент VI группы Сульфур в соединении CaS двухвалентен ($8 - 6 = 2$),

¹ Имеются исключения.

элемент V группы Нитроген в соединении AlN и аммиаке NH_3 трехвалентен ($8 - 5 = 3$).

Известна еще одна закономерность: *неметаллические элементы четных групп имеют четные значения валентности, а элементы нечетных групп — нечетные значения валентности.* Эту закономерность подтверждает информация в предыдущем параграфе о валентности Фосфора, Сульфура, Хлора.

Все изложенное поможет вам прогнозировать значения валентности химических элементов и составлять формулы соединений.

НА ДОСУГЕ

«Изготавливаем» молекулы

По графическим формулам можно изготавливать модели молекул (рис. 47). Самым удобным материалом для этого является пластилин. Из него делают шарики-атомы (для атомов различных элементов используют пластилин разного цвета). Шарики соединяют с помощью спичек; каждая спичка заменяет одну черточку в графической формуле молекулы.

Изготовьте модели молекул H_2 , O_2 , H_2O (имеет угловую форму), NH_3 (имеет форму пирамиды с атомом Нитрогена в вершине), CO_2 (атомы размещены на одной линии).

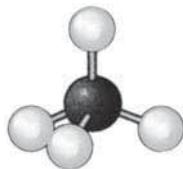


Рис. 47.
Модель молекулы CH_4

15 Относительная молекулярная масса

Материал параграфа поможет вам:

- выяснить, что такое относительная молекулярная масса;
- научиться вычислять относительные молекулярные массы.

Массы молекул, как и атомов, чрезвычайно малы. Поэтому в химии используют относительные массы молекул. Их обычно называют относительными молекулярными массами.

Относительная молекулярная масса — это отношение массы молекулы к $1/12$ массы атома Карбона.

Обозначение относительной молекулярной массы — M_r . Эта величина, как и относительная атомная масса, не имеет размерности. Математическая формула для ее вычисления, исходя из массы молекулы, имеет такой вид:

$$M_r(\text{молекулы}) = \frac{m(\text{молекулы})}{\frac{1}{12} m_a(\text{C})}.$$

Найдем относительную молекулярную массу кислорода, используя массы молекулы кислорода ($5,32 \cdot 10^{-23}$ г) и атома Карбона ($1,99 \cdot 10^{-23}$ г):

$$M_r(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{\frac{1}{12} m_a(\text{C})} = \frac{5,32 \cdot 10^{-23} \text{ г}}{\frac{1}{12} \cdot 1,99 \cdot 10^{-23} \text{ г}} = 32.$$

Надеемся, что очевидными для вас являются такие утверждения:

- *относительные молекулярные массы пропорциональны массам молекул;*
- *соотношения масс молекул такие же, как и относительных молекулярных масс.*

Значительно проще рассчитать относительную молекулярную массу, используя относительные атомные массы.

Относительная молекулярная масса равна сумме относительных масс атомов, которые входят в состав молекулы.

Найдем относительные молекулярные массы кислорода и воды, взяв округленные до

целых чисел значения относительных атомных масс Оксигена и Гидрогена:

$$M_r(\text{O}_2) = 2A_r(\text{O}) = 2 \cdot 16 = 32;$$

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

► Вычислите относительные молекулярные массы азота N_2 и аммиака NH_3 .

Если в химической формуле вещества имеются скобки, то, вычисляя относительную молекулярную массу, их «раскрывают». В качестве примера возьмем глицерин $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$:

$$M_r[\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3] = 3A_r(\text{C}) + 5A_r(\text{H}) + 3A_r(\text{O}) + 3A_r(\text{H}) = 3 \cdot 12 + 5 \cdot 1 + 3 \cdot 16 + 3 \cdot 1 = 92.$$

Существует немало веществ, которые имеют атомное или ионное строение, то есть не содержат молекул. Для них вместо термина «относительная молекулярная масса» применяют другой — «относительная формульная масса». Обозначение этой физической величины и ее вычисление такие же, как и относительной молекулярной массы.

ВЫВОДЫ

Относительная молекулярная масса является отношением массы молекулы к $1/12$ массы атома Карбона или суммой относительных масс атомов, входящих в состав молекулы.

Массы молекул пропорциональны относительным молекулярным массам.



106. Что такое относительная молекулярная масса? Как ее рассчитать:
- исходя из массы молекулы;
 - по химической формуле молекулы?

107. Назовите вещество, которое имеет наименьшую относительную молекулярную массу.
108. Рассчитайте (желательно устно) относительные молекулярные массы веществ с такими формулами:
- Cl_2 , O_3 , P_4 ;
 - CO , H_2S , H_3PO_4 .
109. Вычислите относительные молекулярные массы мочевины $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ и глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.
110. Определите (устно), во сколько раз масса атома Оксигена больше или меньше массы:
- молекулы водорода;
 - двух молекул силана SiH_4 .
111. Сколько молекул сернистого газа SO_2 имеют такую же массу, что и две молекулы брома Br_2 ?
112. Вычислите соотношение масс молекул CH_4 и SO_3 .
113. Относительная молекулярная масса соединения Хлора с Оксигеном равна 183. Известно, что в его молекуле содержится 7 атомов Оксигена. Найдите формулу соединения.
114. Соединение Нитрогена с Оксигеном имеет такую же относительную молекулярную массу, как и углекислый газ. Какова формула соединения?

16

Массовая доля элемента в сложном веществе

Материал параграфа поможет вам:

- выяснить, что такое массовая доля элемента в соединении, и вычислять ее значение;
- научиться рассчитывать массу элемента в определенной массе соединения, исходя из массовой доли элемента;
- оформлять решение расчетной задачи.

Каждое сложное вещество (химическое соединение) образовано несколькими элементами. Информация о количественном содержании элементов в соединении часто является важной для его практического использова-

ния. Например, лучшим азотным удобрением считают то, в котором Нитрогена содержится больше, чем в других аналогичных удобрениях (этот элемент необходим растениям). Так же оценивают качество железной руды, определяя, насколько она «богата» элементом Феррумом.

Количественное содержание химического элемента в соединении характеризуют его *массовой долей*. Эту величину обозначают латинской буквой w («дубль-вэ»).

Выведем формулу для вычисления массовой доли элемента в соединении по известным массам соединения и элемента. Обозначим элемент буквой E , а неизвестную массовую долю этого элемента — буквой x . Учитывая, что масса соединения — целое, а масса элемента в ней — часть от целого, составляем пропорцию:

$$\begin{aligned} m(\text{соединения}) &— 1, \\ m(E) &— x; \\ \frac{m(\text{соединения})}{m(E)} &= \frac{1}{x}. \end{aligned}$$

Отсюда

$$x = w(E) = \frac{m(E)}{m(\text{соединения})}.$$

Массовая доля элемента в соединении — это отношение массы элемента к соответствующей массе соединения.

Заметим, что массы элемента и соединения необходимо брать в одинаковых единицах измерения (например, в граммах).

Массовая доля не имеет размерности. Ее часто выражают в процентах. В этом случае формула имеет такой вид:

$$w(E) = \frac{m(E)}{m(\text{соединения})} \cdot 100 \%.$$

Очевидным является то, что сумма массовых долей всех элементов в соединении равна 1 (или 100 %).

Рассмотрим примеры решения задач, которые предусматривают вычисление или использование массовых долей элементов в соединениях.

Условие расчетной задачи и ее решение обычно оформляют таким образом. Лист тетради или классную доску делят вертикальной линией на две неодинаковые части. В левой, меньшей, части сокращенно записывают условие задачи, затем проводят горизонтальную линию и под ней указывают то, что требуется найти или вычислить. В правой части записывают математические формулы, объяснения, расчеты и ответ.

ЗАДАЧА 1. В 80 г соединения содержится 32 г Оксигена. Вычислить массовую долю Оксигена в соединении.

Дано:

$$m(\text{соединения}) = 80 \text{ г}$$

$$m(\text{O}) = 32 \text{ г}$$

$$w(\text{O}) = ?$$

Решение

1-й способ

Составляем пропорцию и вычисляем массовую долю Оксигена в соединении:

$$80 \text{ г} — 1;$$

$$32 \text{ г} — x,$$

$$x = w(\text{O}) = \frac{32 \text{ г}}{80 \text{ г}} = 0,4,$$

или

$$0,4 \cdot 100 \% = 40 \% .$$

2-й способ

Рассчитываем массовую долю Оксигена по соответствующей формуле:

$$w(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{m(\text{соединения})} = \frac{32 \text{ г}}{80 \text{ г}} = 0,4 \text{ (или } 40 \% \text{)} .$$

Ответ: $w(\text{O}) = 0,4$, или 40% .

Массовую долю элемента в соединении также можно вычислять, используя химическую формулу соединения. Поскольку массы атомов и молекул пропорциональны относительным атомным и молекулярным массам, то

$$w(E) = \frac{N(E) \cdot A_r(E)}{M_r(\text{соединения})},$$

где $N(E)$ — количество атомов элемента в формуле соединения.

ЗАДАЧА 2. Вычислить массовые доли элементов в метане CH_4 .

Дано:



$w(\text{C})$ — ?

$w(\text{H})$ — ?

Решение

1. Вычисляем относительную молекулярную массу метана:

$$M_r(\text{CH}_4) = A_r(\text{C}) + 4A_r(\text{H}) = 12 + 4 \cdot 1 = 16.$$

2. Рассчитываем массовую долю Карбона в метане:

$$w(\text{C}) = \frac{A_r(\text{C})}{M_r(\text{CH}_4)} = \frac{12}{16} = 0,75, \text{ или } 75\%.$$

3. Вычисляем массовую часть Гидрогена в метане:

$$w(\text{H}) = \frac{4A_r(\text{H})}{M_r(\text{CH}_4)} = \frac{4 \cdot 1}{16} = 0,25, \text{ или } 25\%.$$

Другой вариант расчета массовой доли Гидрогена:

$$w(\text{H}) = 1 - w(\text{C}) = 1 - 0,75 = 0,25,$$

или

$$w(\text{H}) = 100\% - w(\text{C}) = 100\% - 75\% = 25\%.$$

Ответ: $w(\text{C}) = 0,75$, или 75% ;

$w(\text{H}) = 0,25$, или 25% .

По известной массовой доле элемента можно найти массу элемента, которая содержится в определенной массе соединения. Из математической формулы для массовой доли элемента вытекает:

$$m(E) = w(E) \cdot m(\text{соединения}).$$

ЗАДАЧА 3. Какая масса Нитрогена содержится в аммиачной селитре (азотное удобрение) массой 1 кг, если массовая доля этого элемента в соединении составляет 0,35?

Дано:

$m(\text{соединения}) = 1 \text{ кг}$

$w(\text{N}) = 0,35$

$m(\text{N})$ — ?

Решение

Вычисляем массу Нитрогена:

$$m(\text{N}) = w(\text{N}) \cdot m(\text{соединения}) = \\ = 0,35 \cdot 1 \text{ кг} = 0,35 \text{ кг}, \text{ или } 350 \text{ г}.$$

Ответ: $m(\text{N}) = 350 \text{ г}$.

ВЫВОДЫ

Массовая доля элемента в соединении — это отношение массы элемента к соответствующей массе соединения.

Массовую долю элемента в соединении вычисляют по известным массам элемента и соединения или по химической формуле соединения.

Зная массовую долю элемента, можно рассчитать его массу в определенной массе соединения.



115. Как вычислить массовую долю элемента в соединении, если известны:
- а) масса элемента и соответствующая масса соединения;
 - б) химическая формула соединения?
116. Какова массовая доля элемента в простом веществе?
117. В 20 г вещества содержится 16 г Брома. Найдите массовую долю этого элемента в веществе, выразив ее обычной дробью, десятичной дробью и в процентах.
118. Рассчитайте (желательно устно) массовые доли элементов в соединениях, имеющих такие формулы: SO_2 , SiH_4 , CrO_3 .
119. Выполните необходимые вычисления для уксусной кислоты CH_3COOH и глицерина $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ и заполните таблицу:

Формула соединения	M_r (соединения)	$w(\text{C})$	$w(\text{H})$	$w(\text{O})$

120. Сопоставляя формулы веществ, а также значения относительных атомных масс, определите, в каком из веществ каждой пары массовая доля первого в формуле элемента больше: а) N_2O , NO ; б) CO , CO_2 ; в) B_2O_3 , B_2S_3 .
121. Массовая доля Кальция в его соединении с водородом равна 0,952. Какие массы Кальция и водорода содержатся в 20 г соединения?
122. Массовая доля азота в соединении равна 28 %. В какой массе соединения содержится 56 г азота?

123. Найдите количество атомов Оксигена в молекуле SO_x , если массовая доля этого элемента в соответствующем соединении равна 0,6.
124. Массовая доля Феррума в образце соединения FeO равна 75 %. С помощью вычислений выясните, является ли этот образец чистым соединением.

17

Физические и химические явления (химические реакции). Химические свойства веществ

Материал параграфа поможет вам:

- выяснить различия между физическими и химическими явлениями (химическими реакциями);
- понять роль химических реакций в природе, их значение для человека;
- определять химические свойства веществ.

На уроках природоведения вы узнали, что в природе происходят различные физические и химические явления.

Физические явления. Каждый из вас наблюдал за тем, как тает лед, кипит или замерзает вода. Лед, вода и водяной пар состоят из одних и тех же молекул и поэтому являются одним веществом, которое существует в разных агрегатных состояниях.

Явления, при которых вещества не превращаются в другие, называют физическими.

К физическим явлениям относятся не только изменения агрегатного состояния веществ, но и свечение сильно нагретого металла или камня, прохождение электрического тока в металлах, распространение запаха веществ в воздухе, растворение жира в бензине, притя-

гивание железа к магниту и т. п. Такие явления изучает наука физика.

Химические явления (химические реакции). Одним из видов химических явлений является горение. Рассмотрим, как горит спирт (рис. 48). Этот процесс происходит при участии кислорода, который содержится в воздухе. Спирт сгорает, его количество уменьшается. Кажется, что он переходит в газообразное состояние подобно тому, как вода при нагревании превращается в пар. Но это не так. Если газ, полученный в результате сгорания спирта, охладить, то часть его сконденсируется в жидкость, но не в спирт, а в воду. Другая часть газа останется. С помощью специального опыта можно доказать, что этим остатком является углекислый газ.

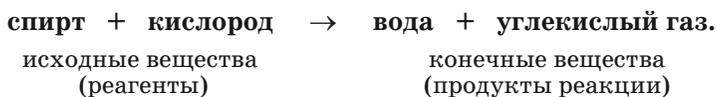


Рис. 48.
Горение
спирта

Явления, при которых одни вещества превращаются в другие, называют химическими явлениями, или химическими реакциями.

Вещества, вступающие в химическую реакцию, называют *исходными веществами*, или *реагентами*, а те, которые образуются, — *конечными веществами*, или *продуктами реакции*.

Суть рассмотренной химической реакции передает такая запись:



Реагенты и продукты этой реакции состоят из молекул. Во время горения создается высокая температура. В таких условиях молекулы реагентов распадаются на атомы, которые, соединяясь, образуют молекулы новых веществ — продуктов¹. Следовательно, все атомы во время реакции сохраняются.

Внешние эффекты, сопровождающие химические реакции. Наблюдая за протеканием химических реакций, можно зафиксировать:

Рис. 49.
Внешние эффекты при химических реакциях:
а — появление окраски;
б — выделение газа;
в — образование осадка

- появление, исчезновение или изменение окраски веществ (рис. 49, а);
- выделение газа (рис. 49, б);
- образование или растворение осадка (рис. 49, в);
- появление, исчезновение или изменение запаха;
- выделение или поглощение теплоты;
- появление пламени (рис. 48), иногда — свечение.



ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ № 3 Проведение химических реакций

Вам выданы растворы кальцинированной соды и фенолфталеина. Окрашены ли они? Налейте в пробир-

¹ Известны и другие варианты взаимодействия частиц реагентов.

ку 1 мл раствора соды и добавьте 1—2 капли раствора фенолфталеина. Что наблюдаете?

Налейте в две пробирки по 1 мл раствора соды. В одну пробирку добавьте 1 мл разбавленной нитратной кислоты, а в другую — 1 мл раствора медного купороса. Что происходит в каждой пробирке?

Указанные внешние эффекты, кроме появления пламени, вы можете наблюдать и при физических явлениях.

Пример 1. Порошок серебра, полученный в пробирке в результате химической реакции, имеет серый цвет. Если его расплавить, а затем расплав охладить, то получим слиток металла, но не серого, а белого цвета, с характерным блеском.

Пример 2. Если нагревать природную или водопроводную воду, то из нее задолго до кипения начнут выделяться пузырьки газа. Это — воздух, который был растворен в воде. Его растворимость в ней, как и любого газа, с повышением температуры уменьшается.

Пример 3. Неприятный запах в холодильнике исчезает, если в него поместить гранулы силикагеля — одного из соединений Силиция. Силикагель поглощает молекулы разных веществ без их разрушения. Аналогично действует активированный уголь в противогазе.

Пример 4. При превращении воды в пар теплота поглощается, а при замерзании воды — выделяется.

Чтобы определить, какое явление происходит — физическое или химическое, следует внимательно наблюдать за ним, а также тщательным образом исследовать вещества до и после проведения эксперимента.

Химические реакции в природе, повседневной жизни и их значение. В природе постоянно происходит огромное количество химических

Это интересно

Ежегодно в растениях образуется 150 млрд т органических веществ.

реакций. Многие вещества, растворенные в реках, морях и океанах, взаимодействуют между собой, некоторые реагируют с кислородом. Растения поглощают из атмосферы углекислый газ, из почвы — воду с растворенными в ней веществами и превращают их в белки, жиры, глюкозу, крахмал, витамины, другие соединения, а также кислород. Очень важны реакции с участием кислорода, который поступает в живые организмы при дыхании.

Многие химические реакции сопровождают нас в быту. Они происходят во время жарки мяса, овощей, выпекания хлеба, прокисания молока, брожения плодовых и ягодных соков, отбеливания тканей, горения топлива, затвердения цемента и алебастра, почернения серебряных украшений и т. п.

Химические реакции являются основой многих технологических процессов — получения металлов, производства синтетических волокон, лекарственных средств, удобрений, других важных веществ. Сжигая топливо, люди обеспечивают себя теплом и электрической энергией. С помощью химических реакций обезвреживают токсичные вещества, перерабатывают промышленные и бытовые отходы.

Однако некоторые химические реакции приводят к негативным последствиям. Ржавление железа сокращает срок работы различных механизмов, оборудования, транспортных средств, приводит к большим потерям этого металла. Пожары уничтожают жилье, промышленные и культурные объекты, исторические ценности, лесные массивы. Большинство пищевых продуктов портится вследствие их взаимодействия с кислородом воздуха. При этом образуются вещества, которые имеют неприятный запах, вкус, являются вредными для человека.

Химические свойства вещества. Каждому веществу присуща совокупность различных свойств.

- Какие свойства вещества называют физическими? Приведите несколько соответствующих примеров.

Кроме физических свойств, вещества имеют и химические свойства. Среди них — способность вступать в химические реакции с определенными простыми и сложными веществами, инертность по отношению к другим веществам, термическая устойчивость или способность к химическому превращению при нагревании.

Рассмотрим некоторые химические свойства воды. В обычных условиях и при наличии воздуха (кислорода) она медленно взаимодействует с железом (этот процесс называют ржавлением). Но вода не реагирует с мелом, песком. Ее молекулы начинают разрушаться лишь при очень сильном нагревании (значительно выше 1000 °С). В результате этой химической реакции водяной пар превращается в два газа — водород и кислород.

Некоторые вещества (например, металл натрий, неметалл фтор) называют химически активными. Они взаимодействуют со многими веществами. Такие реакции нередко сопровождаются воспламенением или взрывом. Существуют и химически пассивные вещества. Золото ни при каких условиях не взаимодействует с водой, кислородом, уксусом, растворами питьевой и кальцинированной соды, а газ гелий вообще не вступает в химические реакции.

Химические свойства вещества зависят от его состава и внутреннего строения.

ВЫВОДЫ

Физическими явлениями называют явления, при которых каждое вещество сохраняется.

Химические явления, или химические реакции, — это превращения одних веществ в другие. Они могут сопровождаться разными внешними эффектами.

Множество химических реакций происходит в окружающей природе, живых организмах. На превращениях веществ основаны технологические процессы.

Химические свойства вещества заключаются в его способности вступать в определенные химические реакции.



125. Найдите соответствие:

Явление

Тип явления

- | | |
|---|------------------------|
| 1) взрыв динамита; | а) физическое явление; |
| 2) затвердевание расплавленного парафина; | б) химическое явление. |
| 3) подгорание пищи на сковороде; | |
| 4) образование соли при испарении морской воды; | |
| 5) расслоение интенсивно перемешанной смеси воды и растительного масла; | |
| 6) выцветание окрашенной ткани на солнце; | |

126. Какими внешними эффектами сопровождаются такие химические превращения:

- а) горение спички;
- б) ржавление железа;
- в) брожение виноградного сока?

127. Как вы думаете, почему одни пищевые продукты (сахар, крахмал, уксус, соль) могут храниться неограниченное время, а другие (сыр, сливочное масло, молоко) быстро портятся?

128. Минерал малахит имеет сине-зеленый цвет, не растворяется в воде, при нагревании не плавится, а превращается в черное твердое вещество, выделяя углекислый газ и водяной пар. Какие свойства минерала являются физическими, а какие — химическими?

НА ДОСУГЕ

Изменение цвета при химической реакции

В два небольших стакана налейте немного воды и в каждый добавьте 1—2 капли спиртового раствора бриллиантового зеленого, известного под названием «зеленка». В один стакан добавьте несколько капель водного раствора аммиака (нашатырного спирта), в другой — раствора лимонной кислоты. Изменяется ли цвет жидкостей в стаканах? Если да, то как именно?

Результат опыта запишите в тетрадь и сделайте выводы.

ДОМАШНИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Взаимодействие питьевой соды с лимонной кислотой, соком квашеной капусты, кефиром

1. Приготовьте небольшие количества водных растворов лимонной кислоты и питьевой соды. Слейте вместе порции обоих растворов в отдельный стакан. Что происходит?

К остатку раствора лимонной кислоты добавьте немного порошка соды, а к остатку раствора соды — немного кристалликов лимонной кислоты. Какие эффекты наблюдаете — такие же, как при сливании растворов, или другие?

2. Налейте в один небольшой стакан немного сока квашеной капусты, а в другой — нежирного кефира или сыворотки. В оба стакана добавьте по 1/4 чайной ложки питьевой соды. Что наблюдаете?

Обнаруженные внешние эффекты обусловлены химическими реакциями.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Исследование физических и химических явлений

Перед выполнением практической работы внимательно прочитайте правила работы и безопасности в химическом кабинете (с. 18, 29). Их необходимо строго соблюдать.

Будьте осторожны с огнем.

ОПЫТ 1

Насыпьте в пробирку небольшое количество медного купороса (вещество должно покрыть дно пробирки) и добавьте 3—4 мл воды. Содержимое пробирки перемешивайте стеклянной палочкой до полного растворения вещества. Одинаковый или разный цвет имеют медный купорос и его раствор?

Половину раствора перелейте в маленькую фарфоровую чашку и поставьте ее на кольцо лабораторного штатива. Зажгите спиртовку или сухое горючее и осторожно выпаривайте раствор до выделения из него первых кристалликов вещества. Сопоставьте их и медный купорос по цвету.

Какие физические явления происходили во время выполнения опыта? Произошло ли химическое явление? Ответ обоснуйте.

ОПЫТ 2

В пробирку со второй частью раствора медного купороса добавьте несколько железных стружек¹. Какой цвет приобретает их поверхность? Какому металлу он свойственен?

Содержимое пробирки периодически перемешивайте стеклянной палочкой до полного изменения окраски раствора. Каков его окончательный цвет?

Медленно перелейте раствор в маленькую фарфоровую чашку (твердые вещества должны остаться в пробирке). Осторожно выпаривайте всю воду из раствора досуха². Отличается ли по цвету твердый остаток от медного купороса? О чем это свидетельствует?

¹ Вместо стружек можно взять железные кнопки, скрепки, гвозди.

² Можно выпарить несколько капель раствора на предметном стекле.

Имело ли место химическое явление в опыте 2? Ответ обоснуйте.

Во время выполнения каждого опыта записывайте в таблицу свои действия, наблюдения, а после его завершения — выводы.

№ опыта	Последовательность действий	Наблюдения	Выводы
1	Растворяю в воде медный купорос. ...	Образуется раствор ... цвета. ...	
2	...		



129. Происходили ли физические явления во время выполнения опыта 2? Если да, то какие?
130. Как можно с помощью магнита доказать, что в опыте 2 на поверхности железа образуется другой металл?

для любознательных

Физические и химические явления при выведении пятен

Появление пятна на одежде, скатерти — всегда неприятное событие. Как только замечаем пятно, сразу же думаем о том, как избавиться от него. Можно воспользоваться услугой специализированного предприятия либо попробовать вывести пятно самостоятельно.

Пятна от жира обычно удаляют органическим растворителем — бензином, петролейным эфиром, ацетоном. Свежее жирное пятно можно посыпать нагретым крахмалом, а затем его стряхнуть. Во время этих процедур происходят физические явления: в первом случае жир растворяется в жидкости и удаляется из ткани, а во втором — поглощается частицами крахмала. Некоторые нежирные пятна удаётся смыть водой.

Вывести пятна от ягод, овощей, напитков помогают средства бытовой химии. Они содержат вещества, которые реагируют с красителями и обесцвечивают их. Можно также применить сок лимона, растворы лимонной кислоты, гидроген пероксида (перекиси водорода), аммиака (нашатырный спирт), вступающие в реакции со многими окрашенными веществами.

Перед выведением пятна необходимо проверить, повредит ли ткань выбранное вами средство. Используя органический растворитель, следует помнить о том, что он огнеопасен.

2 раздел

Кислород

В материале этого раздела вы найдете много интересных сведений о неметаллическом элементе Оксигене и его простом веществе кислороде. Такой выбор элемента и вещества не случаен. Атомы Оксигена содержатся в молекулах многих соединений — органических и неорганических. Кислород является очень важным простым веществом. Он необходим для дыхания, принимает участие во многих реакциях, протекающих в природе. Этот газ используется в металлургии, химической промышленности, технике, медицине.

18

Оксиген. Кислород

Материал параграфа поможет вам:

- систематизировать сведения о химическом элементе Оксигене;
- оценить распространенность Оксигена и его простого вещества кислорода в природе;
- характеризовать физические свойства кислорода.

Оксиген. Это первый элемент, который вы будете подробно изучать. Слово «оксиген»

происходит от греческих слов «охус» (кислый) и «генос» (рождение). Такое название элемент получил в XVIII в.; тогда ученые уже знали, что он входит в состав кислот («рождает кислоты»). Впоследствии выяснилось, что существуют кислоты, молекулы которых не содержат атомов Оксигена. Однако название элемента сохранилось.

Из периодической системы получаем такие сведения о нем:

Это интересно

До 1961 г. атомной единицей массы была $1/16$ массы атома Оксигена.

- символ Оксигена — O;
- элемент находится во 2-м периоде, в VI группе;
- порядковый номер Оксигена — 8;
- его относительная атомная масса — 16 (точное значение — 15,999).

Порядковый номер элемента указывает на то, что атом Оксигена содержит 8 электронов, а заряд ядра атома равен +8.

Оксиген — неметаллический элемент, поскольку его простые вещества кислород O₂ и озон O₃ являются неметаллами.

Вам известно, что Оксиген имеет постоянное значение валентности, равное 2.

► Напишите формулы соединений Оксигена с Натрием, Кальцием, Алюминием.

Распространенность Оксигена в природе. Оксиген — один из самых распространенных элементов на нашей планете. В земной коре его атомов больше, чем атомов любого другого элемента (с. 69). Атомы Оксигена есть в песке, глине, известняке, многих минералах. Оксиген — второй элемент по распространенности в атмосфере (после Нитрогена) и гидросфере (после Гидрогена). Основа гидросферы — вода — является соединением Оксигена с Гидрогеном.

Атомы Оксигена входят в состав молекул многих веществ, находящихся в живых организмах, — воды, белков, жиров и т. п. В теле

Это интересно

Организм взрослого мужчины ежедневно потребляет приблизительно 900 г кислорода, а женщины — 600 г.

взрослого человека массовая доля этого элемента составляет около 65 %.

Кислород. Важнейшее простое вещество Оксигена — кислород. Этот газ необходим для дыхания; он поддерживает горение.

Формула кислорода вам известна — O_2 . Это вещество состоит из двухатомных молекул.

Молекулы кислорода достаточно устойчивы. Лишь под воздействием электрических разрядов, ультрафиолетовых лучей, а также при температуре свыше 2000 °С они распадаются на атомы.

Кислород является компонентом воздуха — природной смеси газов. На него приходится около 1/5 объема воздуха. Состав воздуха, из которого удален водяной пар¹, приведен в таблице 2.

Таблица 2

Состав воздуха

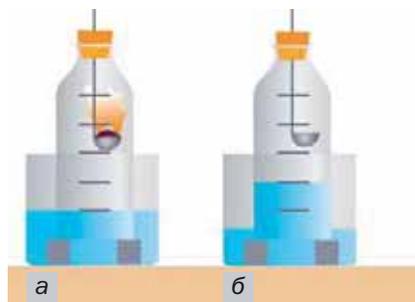
Газ		Доля в воздухе, %	
Название	Формула	объемная*	массовая
Азот	N_2	78,08	75,51
Кислород	O_2	20,95	23,14
Аргон	Ar	0,93	1,28
Углекислый газ	CO_2	0,040	0,061
Другие газы		менее 0,002	менее 0,002

* Объемная доля вещества в смеси является отношением объема вещества к объему смеси. Объемную долю обозначают греческой буквой ϕ (фи).

Определить объемную долю кислорода в воздухе можно экспериментально. Для этого необходимо взять стеклянную бутылку без дна с пробкой и сосуд (кристаллизатор) большего диаметра, заполненный водой до половины. Опыт проводят следующим образом. В пробку

¹ Водяной пар обуславливает влажность воздуха.

Рис. 50.
Определение
объемной доли
кислорода
в воздухе
сжиганием
фосфора:
а — начало
опыта; б —
окончание опыта



вставляют ложку для сжигания, в которую набирают красный фосфор. Его поджигают, быстро помещают в бутылку и плотно закрывают ее пробкой (рис. 50). Когда горение фосфора прекратится, вода поднимется приблизительно на $1/5$ объема бутылки. Этот объем занимал в воздухе кислород, вступивший в реакцию с фосфором.

Кислород содержится не только в атмосфере. Небольшое количество его вместе с другими газами воздуха растворено в природной воде.

Это интересно

Жидкий кислород, как и железо, притягивается к магниту.

Физические свойства кислорода. В обычных условиях кислород — бесцветный газ, не имеющий запаха и вкуса. При охлаждении до $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ он превращается в голубую жидкость, которая при температуре $-219\text{ }^{\circ}\text{C}$ затвердевает, образуя синие кристаллы. Кислород в 1,1 раза тяжелее воздуха. Он слабо растворяется в воде, но этого достаточно для рыб и других обитателей водоемов, которые дышат растворенным кислородом.

ВЫВОДЫ

Оксиген — неметаллический элемент. В природе распространено его простое вещество — кислород, а также вода и многие другие соединения Оксигена. На кислород приходится почти $1/5$ объема воздуха.

Кислород — газ без запаха и вкуса; он необходим для дыхания, поддерживает горение.



131. Составьте предложения, вставив вместо точек слова «Оксиген» или «кислород» в соответствующих падежах:
- а) ... — простое вещество ...;
 - б) вода образована *Гидрогеном* и ...;
 - в) молекула ... состоит из двух атомов ...;
 - г) в результате фотосинтеза растения поглощают углекислый газ, а выделяют
132. Назовите два газа, которых в воздухе больше всего, и напишите их формулы.
133. В каких природных веществах (простых, сложных) имеются атомы Оксигена? Какие из этих веществ входят в состав атмосферы, гидросферы, литосферы?
134. Составьте формулы соединений Оксигена с учетом указанных значений валентности элементов:
- $$\overset{\text{I}}{\text{Cl}} \dots \overset{\text{III}}{\text{O}} \dots, \overset{\text{III}}{\text{As}} \dots \overset{\text{IV}}{\text{O}} \dots, \overset{\text{IV}}{\text{N}} \dots \overset{\text{VI}}{\text{O}} \dots, \overset{\text{VI}}{\text{Se}} \dots \overset{\text{VI}}{\text{O}} \dots$$
135. Рассчитайте массовую долю Оксигена: а) в углекислом газе CO_2 ; б) в метиловом спирте CH_3OH ; в) в глюкозе $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.
136. Какая масса Оксигена содержится в 90 г воды?
137. Вычислите массу кислорода в 10 л воздуха, если плотность воздуха составляет 1,29 г/л. Дополнительные сведения, необходимые для решения задачи, возьмите из таблицы 2.
138. Относительная молекулярная масса соединения Сульфура с Оксигеном вдвое больше относительной молекулярной массы кислорода. Найдите формулу соединения.

19

Схема химической реакции. Закон сохранения массы веществ при химической реакции. Химическое уравнение

Материал параграфа поможет вам:

- выяснить, что такое схема химической реакции;
- понять суть закона сохранения массы веществ при химической реакции;

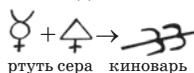
- научиться превращать схемы реакций в химические уравнения.

Схема химической реакции. Существует несколько способов записи химических реакций. С одним из них вы ознакомились в § 17. Приводим еще один пример:

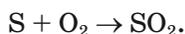
сера + кислород → сернистый газ.

Это интересно

Схемы реакций у алхимиков выглядели так:

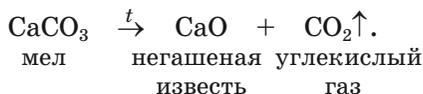


Такая запись дает мало информации; в частности, она не указывает на химический состав реагентов и продуктов. Этому недостатка лишена другая запись, которую называют *схемой реакции*. В ней вместо названий веществ приведены их химические формулы¹:



В схемах реакций над стрелками часто указывают условия, в которых происходят превращения: нагревание (\xrightarrow{t}), повышенное давление (\xrightarrow{P}), освещение ($\xrightarrow{h\nu}$), наличие дополнительных веществ ($\xrightarrow{H_2O}$). Если продуктом реакции является газ, то после его формулы записывают стрелку, направленную вверх (\uparrow), а если образуется осадок, — стрелку, направленную вниз (\downarrow). В случаях, когда и продукт, и реагент — газы или нерастворимые вещества, вертикальных стрелок не ставят. Иногда под формулами реагентов и продуктов указывают их названия.

Пример схемы реакции с дополнительными обозначениями и названиями веществ:



- Назовите химические элементы, которыми образованы исходное вещество и продукты этой реакции.

¹ Для серы здесь и далее будем использовать формулу S, а не S₈, которую в действительности имеет молекула этого вещества.

Михаил Васильевич Ломоносов (1711—1765)



Выдающийся русский ученый, первый русский академик Петербургской академии наук. Разработал одну из теорий строения веществ (40-е годы XVIII в.). Открыл закон сохранения массы веществ при химических реакциях и закон сохранения количества движения (1748—1760). Изучал химические свойства металлов, анализировал состав минералов, разработал способы изготовления минеральных красок, цветного стекла. Внес существенный вклад в развитие «химического языка». Автор книг по истории России, поэт, художник, геолог, географ, инженер, педагог. Один из основателей первого в России Московского университета.

Схема реакции дает возможность сделать важный вывод: *все химические элементы во время реакции сохраняются.*

Закон сохранения массы веществ при химической реакции. Общеизвестно, что после сгорания бумаги остается пепел, масса которого намного меньше массы бумаги. Если же сильно нагревать (прокаливать) медную пластину на воздухе, то обнаружим противоположное — масса пластины увеличится (металл покроется черным налетом).

Осуществим оба химических превращения в закрытых сосудах. Результаты опытов будут другими. Взвесив закрытые сосуды с веществами до и после каждого эксперимента, обнаружим, что *суммарная масса веществ в результате реакций не изменяется.* Соответствующую гипотезу выдвинул в 1748 г. русский ученый М. В. Ломоносов, а в 1756 г. подтвердил ее, выполнив ряд химических экспериментов. Не зная об открытии Ломоносова, к аналогичному выводу пришел в 1789 г. французский ученый А. Л. Лавуазье.

Антуан Лоран Лавуазье
(1743—1794)



Выдающийся французский химик, один из основателей научной химии. Академик Парижской академии наук. Ввел в химию количественные (точные) методы исследования. Экспериментально определил состав воздуха и доказал, что горение — это реакция вещества с кислородом, а вода — соединение Гидрогена с Оксигеном (1774—1777). Составил первую таблицу простых веществ (1789), предложив фактически классификацию химических элементов. Независимо от М. В. Ломоносова открыл закон сохранения массы веществ при химической реакции.

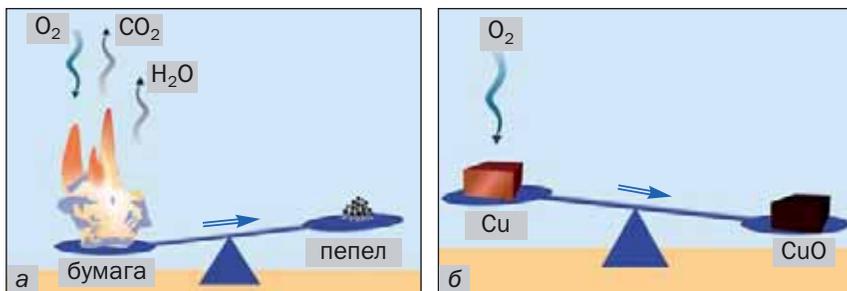
Ломоносов и Лавуазье открыли закон сохранения массы веществ при химической реакции. Его формулируют так:

масса веществ, вступивших в химическую реакцию, равна массе веществ, образовавшихся в результате реакции.

Объясним, почему массы пепла и прокаленной меди отличаются от масс бумаги и меди до ее нагревания.

Рис. 51.
Реакции веществ бумаги (а) и меди (б) с кислородом

В процессе горения веществ — компонентов бумаги — участвует кислород, имеющийся в воздухе (рис. 51, а). Во время реакции, кроме твердых веществ, входящих в состав пепла,

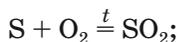


образуются углекислый газ и вода (в виде пара). Эти два вещества поступают в воздух и рассеиваются. Поскольку их суммарная масса превышает массу кислорода, то масса пепла всегда будет меньше массы бумаги.

При нагревании меди кислород воздуха «соединяется» с ней (рис. 51, б). Металл постепенно превращается в вещество черного цвета (его химическая формула — CuO , а название — купрум(II) оксид). Поэтому масса продукта реакции оказывается больше массы меди.

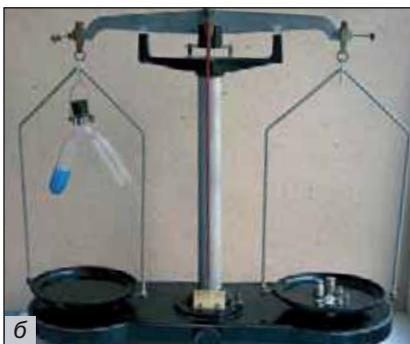
► Прокомментируйте опыт, изображенный на рисунке 52, и сделайте вывод.

Химическое уравнение. Общая масса веществ при химическом превращении не изменяется, поскольку *атомы химических элементов во время реакции не возникают и не исчезают*. Другими словами, количество атомов каждого элемента до реакции равно количеству его атомов после реакции. На это указывают схемы реакций, приведенные в начале параграфа. Заменяем в них стрелки между левыми и правыми частями на знаки равенства:



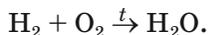
Такие записи называют *химическими уравнениями*.

Рис. 52.
Опыт, подтверждающий закон Ломоносова — Лавуазье:
а — начало опыта;
б — окончание опыта



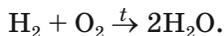
Химическое уравнение — это запись химической реакции с помощью формул реагентов и продуктов, которая соответствует закону сохранения массы веществ.

Схемы многих реакций не согласуются с законом Ломоносова — Лавуазье. Например, схема реакции образования воды из водорода и кислорода:

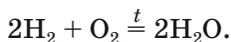


В обеих частях схемы имеются одинаковые количества атомов Гидрогена, но разные количества атомов Оксигена.

Преобразуем схему в химическое уравнение. Для того чтобы в правой части, как и в левой, было два атома Оксигена, поставим перед формулой воды коэффициент 2:



Теперь атомов Гидрогена в правой части стало четыре. Чтобы такое же количество атомов Гидрогена было и в левой части, запишем перед формулой водорода коэффициент 2. Получаем химическое уравнение:



Таким образом, чтобы преобразовать схему реакции в химическое уравнение, нужно сопоставить количества атомов каждого элемента в левой и правой частях схемы, подобрать (в случае необходимости) коэффициенты для каждого исходного вещества и продукта реакции, записать их перед соответствующими химическими формулами и заметить стрелку на знак равенства.

Возможно, кто-то из вас составит уравнение $4\text{H}_2 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{t} 4\text{H}_2\text{O}$. В нем левая и правая части содержат одинаковые количества атомов каждого элемента, но все коэффициенты можно уменьшить, разделив на 2. Это и следует сделать.

УПРАЖНЕНИЕ . Преобразовать схему реакции



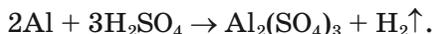
в химическое уравнение.

Решение

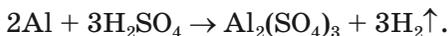
Сравниваем количества атомов Алюминия, Гидрогена, Сульфюра, записанные в обеих частях схемы реакции. В левой части схемы имеется один атом Алюминия, а в правой — два. Запишем перед формулой металла коэффициент 2:



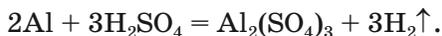
Атомов Сульфюра справа от стрелки в три раза больше, чем слева. Поставим в левой части схемы перед формулой соединения Сульфюра коэффициент 3:



Теперь слева количество атомов Гидрогена увеличилось до шести ($3 \cdot 2 = 6$), а в правой части таких атомов только два. Для того чтобы и справа их было шесть, запишем перед формулой водорода коэффициент 3:



Сопоставим количество атомов Оксигена в обеих частях схемы. Они одинаковы: $3 \cdot 4 = 4 \cdot 3$. Заменяем стрелку на знак равенства и получим химическое уравнение:



ВЫВОДЫ

Химические реакции записывают с помощью схем реакций и химических уравнений.

Схемы реакций содержат формулы реагентов и продуктов, а химические уравнения, как правило, — еще и коэффициенты.

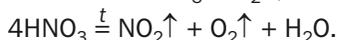
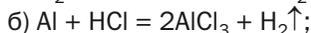
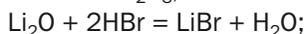
Химическое уравнение соответствует закону сохранения массы веществ Ломоносова — Лавуазье: масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе веществ, образовавшихся в результате реакции.

Атомы химических элементов во время реакций не возникают и не исчезают.

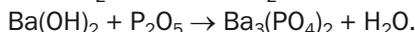
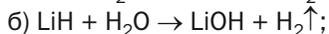
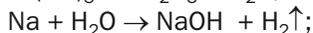
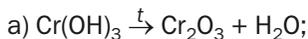


139. Чем отличается химическое уравнение от схемы реакции?

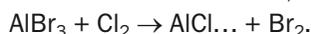
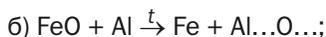
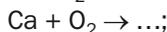
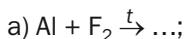
140. Допишите пропущенные коэффициенты в химических уравнениях:



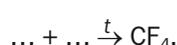
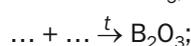
141. Преобразуйте в химические уравнения такие схемы реакций:



142. Составьте формулы продуктов реакций и соответствующие химические уравнения:

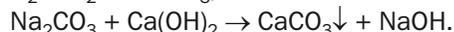
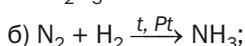
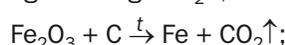
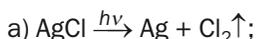


143. Вместо точек запишите формулы простых веществ и составьте химические уравнения:



Примите во внимание, что бор и углерод состоят из атомов, фтор, хлор, водород и кислород — из двухатомных молекул, а фосфор (белый) — из четырехатомных молекул.

144. Прокомментируйте дополнительные обозначения в схемах реакций и составьте соответствующие химические уравнения:



145. Какая масса негашеной извести была получена при длительном прокаливании 25 г мела, если, кроме извести, образовалось 11 г углекислого газа?

20

Получение кислорода

Материал параграфа поможет вам:

- сравнить методы получения кислорода в промышленности и лаборатории;
- выяснить, что такое реакция разложения;
- узнать, как можно собрать кислород, образующийся во время опыта.

Открытие кислорода. Кислород был открыт во второй половине XVIII в. несколькими учеными разных стран. Первым получил этот газ шведский химик К. В. Шееле в 1772 г., а через два года, не зная об опытах предшественника, — английский химик Дж. Пристли. В 1775 г. французский ученый А. Л. Лавуазье исследовал кислород и дал ему название *oxygène*.

Кислород можно обнаружить с помощью тлеющей лучинки: помещенная в сосуд с этим газом, она ярко вспыхивает (рис. 53).

Промышленное получение кислорода. Неисчерпаемым источником кислорода является воздух. Чтобы получить из него кислород, необходимо отделить этот газ от азота и других газов. На такой идее основан про-

Рис. 53. Обнаружение кислорода: а — тлеющая лучинка на воздухе; б — возгорание лучинки в кислороде



мышленный метод получения кислорода. Его реализуют, используя специальную, достаточно громоздкую аппаратуру. Сначала воздух сильно охлаждают до превращения его в жидкость. Затем температуру сжиженного воздуха постепенно повышают. Первым из него начинает выделяться газ азот (температура кипения жидкого азота равна $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$). Оставшаяся жидкость постепенно обогащается кислородом (температура кипения кислорода составляет $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Жидкий кислород транспортируют в специальных стальных резервуарах с двойными стенками, между которыми создан вакуум (для эффективной теплоизоляции). Газообразным кислородом под высоким давлением наполняют баллоны; их окрашивают в голубой цвет (рис. 54).



Рис. 54.
Баллон с
кислородом

Получение кислорода в лаборатории. В лаборатории кислород получают с помощью химических реакций.

Дж. Пристли получил кислород из соединения, название которого — меркурий(II) оксид. Он нагревал вещество, фокусируя на нем солнечный свет с помощью стеклянной линзы.

В современном исполнении этот опыт изображен на рисунке 55. Желтый порошок меркурий(II) оксида¹ при нагревании превра-

¹ Во многих химических названиях, которые состоят из двух слов, склоняется только второе слово.

Рис. 55.
Получение кислорода нагреванием меркурий(II) оксида



щается в ртуть и кислород. Ртуть выделяется в газообразном состоянии и конденсируется на стенках пробирки в виде серебристых капель. Кислород накапливается во второй пробирке, предварительно заполненной водой.

Химическое уравнение этой реакции:



Ныне метод Пристли не применяют из-за токсичности паров ртути. Кислород получают с помощью других реакций, подобных рассмотренной. Они, как правило, протекают при нагревании.

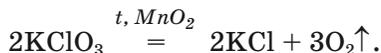
Реакции, при которых из одного вещества образуется несколько других веществ, называют *реакциями разложения*.

Для получения кислорода в лаборатории чаще всего используют такие оксигенсодержащие соединения:

- калий перманганат KMnO_4 (бытовое название — марганцовка; водный раствор вещества является дезинфицирующим средством)



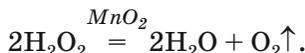
- калий хлорат KClO_3 (тривиальное название — бертолетова соль, в честь французского химика конца XVIII — начала XIX в. К. Л. Бертолле)



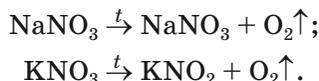
Чтобы разложение калий хлората происходило с выделением кислорода, к соединению добавляют небольшое количество манган(IV) оксида MnO_2 (эта химическая формула записана над знаком равенства в химическом уравнении)¹.

Вещество, которое вызывает реакцию или ускоряет ее, оставаясь после реакции неизменным, называют *катализатором*².

Манган(IV) оксид в роли катализатора используют также при получении кислорода из водного раствора гидроген пероксида H_2O_2 (тривиальное название — перекись водорода). Если в этот раствор внести указанное соединение Мангана, начинается интенсивное выделение кислорода³. Реакция происходит в соответствии с уравнением



Кислород можно получить разложением натрий нитрата $NaNO_3$ или калий нитрата KNO_3 . Эти соединения при нагревании сначала плавятся, а потом разлагаются:



► Преобразуйте схемы реакций в химические уравнения.

Сведения о том, как можно получить кислород в лаборатории, собраны в схеме 5.

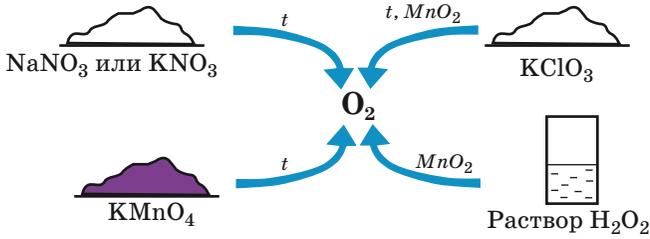
Собирание кислорода в лаборатории. Образующийся кислород можно собирать двумя

¹ Если соединение Мангана не добавлять, происходит другая реакция.

² Термин происходит от греческого слова *katalysis* — разрушение.

³ Гидроген пероксид без катализатора разлагается очень медленно.

Лабораторные методы получения кислорода



способами — вытесняя им воду или воздух из сосуда.

Первый способ основан на том, что кислород очень слабо растворяется в воде. Трубку, по которой идет газ, помещают под пробирку, наполненную водой (рис. 55, 56, а). Собранный таким способом кислород содержит примесь водяного пара.

Используя другой способ, учитывают, что кислород немного тяжелее воздуха. Трубку опускают в пустую пробирку или стакан до самого дна и накрывают отверстие сосуда стеклянной или пластмассовой пластинкой (рис. 56, б). Полноту наполнения сосуда кислородом проверяют тлеющей лучинкой.



Рис. 56.

Собирание кислорода:

а — вытеснением воды;

б — вытеснением воздуха

ВЫВОДЫ

Кислород был открыт в конце XVIII в. несколькими учеными.

В промышленности кислород получают из воздуха, а в лаборатории — с помощью реакций разложения некоторых оксигенсодержащих соединений.

Реакции, при которых из одного вещества образуется по меньшей мере два вещества, называют реакциями разложения.

В лаборатории кислород собирают вытеснением из сосуда воды или воздуха.



146. Как получают кислород в промышленности? Почему, на ваш взгляд, для этого не используют калий перманганат, гидроген пероксид?
147. Какие реакции называют реакциями разложения?
148. Преобразуйте в химические уравнения схемы реакций, одним из продуктов которых является кислород:
- а) $\text{Ag}_2\text{O} \xrightarrow{t} \text{Ag} + \text{O}_2\uparrow$;
- $\text{Mn}_2\text{O}_7 \xrightarrow{t} \text{MnO}_2 + \text{O}_2\uparrow$;
- б) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t} \text{CuO} + \text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$;
- $\text{Ag}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{t} \text{Ag} + \text{CO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$.
149. Что такое катализатор?
150. Какими способами можно собирать кислород, получаемый в лаборатории? На каких физических свойствах кислорода основан каждый способ? В каком случае визуально нельзя установить момент, когда сосуд полностью заполнен кислородом?
151. На рисунке 57 показано, как разлагается при нагревании белое твердое вещество — кадмий нитрат $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$. Внимательно рассмотрите рисунок и опишите, что происходит во время реакции. Почему загорается тлеющая лучинка? Составьте соответствующее химическое уравнение.
152. Массовая доля Оксигена в остатке после нагревания калий нитрата KNO_3 составила 40 %. Полностью ли разложилось это соединение?



Рис. 57.
Разложение
вещества
при нагревании

153. По материалам из интернета или других источников информации подготовьте небольшие сообщения о научных достижениях химиков К. В. Шееле, Дж. Пристли и К. Л. Бертолле.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Получение кислорода разложением гидроген пероксида, сбориание и подтверждение его наличия

Перед выполнением работы внимательно прочитайте правила работы и безопасности в химическом кабинете (с. 18, 29). Их необходимо строго соблюдать.

Будьте осторожны с огнем.

Сборка прибора. Прибор для получения газа состоит из пробирки и резиновой пробки с отверстием, в которое вставлена трубка (ее называют газоотводной). Соберите прибор (рис. 58). Для этого плотно закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой, как бы вкручивая пробку. Не прилагайте чрезмерных усилий, чтобы не треснуло стекло.

Проверка прибора на герметичность. В небольшой стакан налейте воды до половины объема. Конец газоотводной трубки погрузите в воду и согрейте пробирку



Рис. 58.
Прибор
для получения газа



Рис. 59.
Проверка прибора
на герметичность



Рис. 60.
Получение
кислорода

рукой (рис. 59). Если соединения пробирки, пробки и трубки герметичны, то через несколько секунд из трубки начнут выходить пузырьки воздуха. (Объем любого газа при повышении температуры возрастает.) Если воздух из трубки не выделяется, разъедините части прибора, а затем снова соедините их. Можно заменить пробирку или пробку с газотводной трубкой на другие — большего или меньшего размера.

Получение и собирание кислорода. Разберите прибор. Налейте в пробирку (до $1/4$ — $1/3$ ее объема) раствор гидроген пероксида и добавьте к нему немного порошка манган(IV) оксида. Что наблюдаете? Сразу закройте пробирку пробкой с газотводной трубкой, поставьте в штатив для пробирок¹, а конец трубки опустите ко дну другой пробирки (рис. 60).

Обнаружение кислорода. Зажгите спиртовку или сухое горючее, подожгите от пламени длинную лучинку и пригасите ее (как это делаем со спичкой), чтобы она тлела. С помощью лучинки убедитесь в том, что собранный газ — кислород.

¹ Или закрепите пробирку вертикально в лабораторном штативе с помощью лапки.

После завершения эксперимента погасите лучинку, разберите прибор, вылейте содержимое пробирки в специальный сосуд и вымойте ее.

Названия этапов работы, наблюдения, выводы, а также уравнение реакции разложения гидроген пероксида запишите в таблицу:

Название этапа работы	Наблюдения	Выводы
...
Уравнение реакции:		



154. Что произойдет с тлеющей лучинкой, если пробирка будет заполнена кислородом частично?
155. Как можно удалить собранный кислород из пробирки?

НА ДОСУГЕ

Каталитическое действие веществ, содержащихся в овощах, на разложение гидроген пероксида

Выполнив практическую работу № 4, вы убедились в том, что манган(IV) оксид является катализатором разложения гидроген пероксида. Предлагаем вам выяснить, содержатся ли в овощах вещества, которые также катализируют эту реакцию.

Подготовьте небольшие кусочки свежих овощей — картофеля, моркови, свеклы, черной редьки, корня сельдерея и др. Нанесите на каждый кусочек по 2—3 капли раствора гидроген пероксида (этот раствор можно приобрести в аптеке). Что наблюдаете? На каком образце (образцах) кислород выделяется наиболее интенсивно?

Проведите такой же эксперимент с отваренными кусочками овощей. Наблюдаете ли выделение газа? Если нет, то почему, по вашему мнению, получен иной результат?

21

Химические свойства кислорода: реакции с простыми веществами. Оксиды

Материал параграфа поможет вам:

- оценить способность кислорода вступать в реакции с металлами и неметаллами;
- выяснить, что такое реакция соединения и какие вещества называют оксидами;
- научиться составлять формулы оксидов и называть эти соединения.

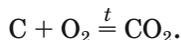
Химические свойства каждого вещества проявляются в химических реакциях с его участием.

Кислород — один из самых активных неметаллов. Однако в обычных условиях он реагирует с немногими веществами. Реакционная способность этого газа существенно возрастает с повышением температуры.

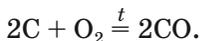
Реакции кислорода с простыми веществами. Кислород взаимодействует (как правило, при нагревании) с большинством неметаллов и почти со всеми металлами.

Реакция с углеродом (углем). Известно, что уголь, нагретый на воздухе до высокой температуры, загорается. Это свидетельствует о протекании химической реакции вещества с кислородом.

Основным продуктом сгорания угля является углекислый газ CO_2 . Уголь — смесь многих веществ. Массовая доля Карбона в нем превышает 80 %. Считая, что уголь состоит только из атомов Карбона, напишем соответствующее химическое уравнение:



Углекислый газ может содержать примесь угарного газа — продукта другой реакции:



Простые вещества Карбона графит и алмаз (их общее химическое название — углерод) взаимодействуют с кислородом так же, как и уголь.

Реакцию, в которой участвуют несколько веществ, а образуется одно вещество, называют *реакцией соединения*.

Реакция с водородом. Если газ водород, который образуется при соответствующей реакции в пробирке и выходит из нее через тонкую газоотводную трубку, поджечь, то он будет гореть на воздухе едва заметным пламенем. Единственным продуктом такой реакции является вода. Это можно доказать, поместив над пламенем стеклянную пластинку. На ней появятся капельки воды в результате конденсации водяного пара.

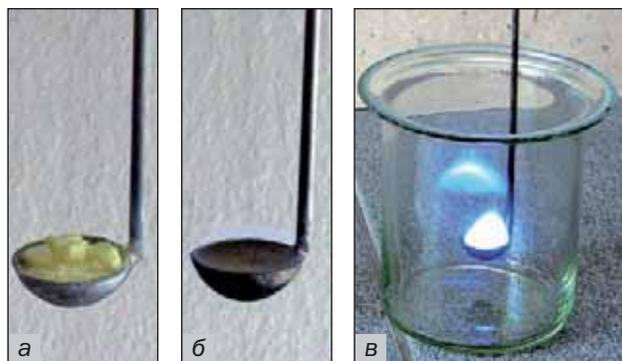
► Составьте уравнение реакции горения водорода.

Смесь водорода с воздухом или кислородом при поджигании либо от искры взрывается.

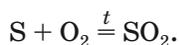
Реакция с серой. Такое химическое превращение осуществляет каждый из нас, зажигая спичку; сера входит в состав спичечной головки.

В лаборатории реакцию кислорода с серой проводят в вытяжном шкафу. Небольшое количество серы (рис. 61, а) нагревают в железной ложке. Вещество сначала плавится, а потом загорается в результате взаимодействия с кислородом воздуха и горит едва заметным голубым пламенем (рис. 61, б). Появляется резкий запах продукта реакции — сернистого газа

Рис. 61.
Сера (а)
и ее горение на
воздухе (б) и
в кислороде (в)



(этот запах мы ощущаем в момент загорания спички). Химическая формула сернистого газа — SO_2 , а уравнение реакции —



Если ложку с горячей серой поместить в сосуд с кислородом, сера будет гореть более ярким пламенем (рис. 61, в), чем на воздухе. Это объясняется тем, что чистый кислород, в отличие от воздуха, содержит лишь молекулы O_2 .

Реакция с магнием. Раньше эту реакцию использовали фотографы для создания яркого освещения («магниевая вспышка») при фотосъемке. В химической лаборатории соответствующий опыт проводят так. Металлическим пинцетом берут магниевую ленту и поджигают на воздухе. Магний горит ослепительно-белым пламенем (рис. 62). В результате реакции образуется белое твердое вещество — соединение Магния с Кислородом.

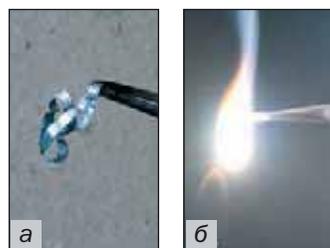
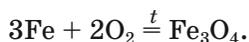


Рис. 62.
Магний (а)
и его горение
на воздухе (б)

► Составьте уравнение реакции магния с кислородом.

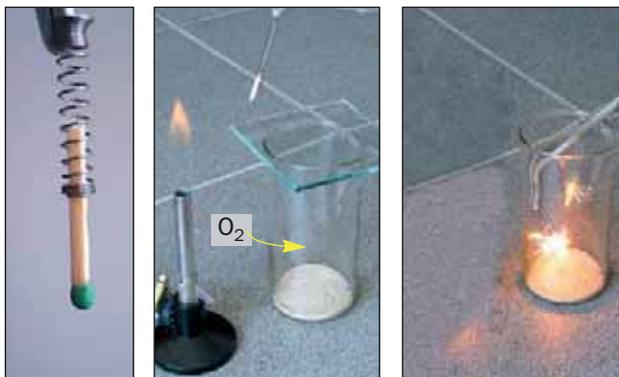
Реакция с железом. Сильно нагретое железо в чистом кислороде горит. Опыт по сжиганию лезвия или стальной пружинки очень эффектный. На пружинке закрепляют спичку (рис. 63), а затем пружинку зажимают в лабораторных щипцах. Спичку направляют головкой вниз и поджигают. Когда пламя достигнет пружинки, ее сразу переносят в сосуд с кислородом. Дно сосуда заранее засыпают слоем песка, чтобы на стекло не попали капли расплавленного металла. Пружинка сгорает в кислороде, разбрасывая искры во все стороны (это напоминает процесс сварки металла):



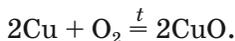
Формулу продукта реакции можно записать и так: $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. Точка между химическими формулами означает, что вещество является не смесью двух соединений Феррума, а одним, индивидуальным соединением. Его распространенное название — железная окалина.

Реакция с медью. Если нагревать на воздухе медную проволоку или пластину с очищенной до блеска поверхностью, то заметим постепенное изменение ее темно-красного

Рис. 63.
Горение
стальной
пружинки
в кислороде



(«медного») цвета на темно-серый. Такой цвет имеет пленка соединения Купрума с Оксигеном, которое образуется на металле в результате реакции



Оксиды. Продуктами всех реакций, рассмотренных в параграфе, являются бинарные соединения элементов с Оксигеном.

Соединение, образованное двумя элементами, одним из которых является Оксиген, называют *оксидом*.

Состав почти всех оксидов отвечает общей формуле $E_m\text{O}_n$, в которой индекс m может принимать значения 1 или 2.

Для каждого оксида существует химическое название, а для некоторых — еще и традиционные, или тривиальные¹, названия (табл. 3). Химическое название оксида состоит из двух слов. Первым словом является название соответствующего элемента, а вторым — слово «оксид». Элемент с переменной валентностью может иметь несколько оксидов. Очевидно, что их названия должны различаться. Для этого после названия элемента указывают (без отступа) римской цифрой в скобках значение его валентности в оксиде. Пример такого названия соединения: хром(III) оксид (читается «хром-три-оксид»).

Таблица 3

Формулы и названия некоторых оксидов

Формула	Название	
	традиционное (тривиальное)	химическое
CO ₂	Углекислый газ	Карбон(IV) оксид
CO	Угарный газ	Карбон(II) оксид
CaO	Негашеная известь	Кальций оксид

¹ Слово происходит от латинского *trivialis* — обычный.

В химических названиях оксидов склоняется лишь второе слово: магний оксида, феррум(III) оксидом.

Если элемент проявляет переменную валентность, то оксид, в котором значение валентности этого элемента является для него максимальным, называют *высшим*. Высший оксид Карбона — соединение с формулой CO_2 .

ВЫВОДЫ

Кислород — химически активное вещество. Он взаимодействует с большинством простых веществ. Продуктами таких реакций являются соединения элементов с Оксигеном — оксиды.

Реакции, в результате которых из нескольких веществ образуется одно, называют реакциями соединения.



156. Чем различаются реакции соединения и разложения?
157. Какие из приведенных формул отвечают оксидам: O_2 , NaOH , H_2O , HCl , I_2O_5 , BaO ?
158. Установите соответствие:
- | Формула оксида | Название оксида |
|------------------------------|---------------------------|
| 1) FeO ; | а) феррум(III) оксид; |
| 2) Fe_2O_3 ; | б) феррум(II, III) оксид; |
| 3) Fe_3O_4 ; | в) феррум(II) оксид. |
159. Дайте химические названия оксидам с такими формулами: NO , Ti_2O_3 , Cu_2O , Cl_2O_7 , V_2O_5 , CrO_3 . Примите во внимание, что элементы, образующие эти оксиды, имеют переменную валентность.
160. Запишите формулы плюмбум(IV) оксида, хром(III) оксида, хлор(I) оксида, осмий(VIII) оксида.
161. Допишите формулы простых веществ в схемах реакций и составьте химические уравнения:
- | | |
|---|--|
| а) $\dots + \dots \rightarrow \text{NO}$; | в) $\dots + \dots \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$; |
| б) $\dots + \dots \rightarrow \text{CaO}$; | г) $\dots + \dots \rightarrow \text{Li}_2\text{O}$. |
162. Назовите все возможные значения индекса n в общей формуле оксидов $E_m\text{O}_n$, если: а) $m = 1$; б) $m = 2$.

163. Рассчитайте массовую долю Оксигена в бор оксиде.
164. Две колбы наполнили кислородом. В одной колбе сожгли магний, взятый в избытке, а в другой — избыток серы. Во время горения веществ сосуды были герметически закрыты. В какой колбе образовался вакуум? Ответ обоснуйте.

22

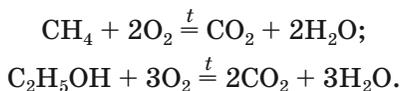
Химические свойства кислорода: реакции со сложными веществами. Процессы окисления

Материал параграфа поможет вам:

- оценить способность кислорода вступать в реакции с некоторыми сложными веществами;
- сравнить процессы горения и окисления;
- выяснить, какие условия необходимы для горения веществ, а также для прекращения этого процесса.

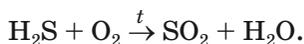
Реакции кислорода со сложными веществами. Кислород может взаимодействовать не только с простыми, но и со сложными веществами. Такие реакции происходят, например, при горении этилового спирта, ацетона, природного газа (он состоит преимущественно из метана) и т. п.

Молекула метана CH_4 образована из атомов Карбона и Гидрогена, а в молекуле этилового спирта $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ есть еще и атом Оксигена. В результате реакций этих веществ с кислородом образуются оксиды Карбона и Гидрогена — углекислый газ и вода (в газообразном состоянии):



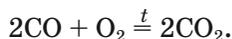
Эти оксиды выделяются также при сжигании древесины, нефтепродуктов, многих других органических веществ.

Гидроген сульфид, или сероводород, — газ, имеющий формулу H_2S . При наличии кислорода или избытка воздуха он горит с образованием сернистого газа и водяного пара:



► Преобразуйте схему реакции в химическое уравнение.

Кислород взаимодействует с некоторыми оксидами. Продуктами таких реакций являются другие оксиды, в которых элементы имеют более высокие значения валентности, чем в исходных соединениях. Например, угарный газ, реагируя с кислородом, превращается в углекислый газ:



Горение. Реакции, рассмотренные выше, а также в предыдущем параграфе, сопровождаются одинаковыми внешними эффектами.

Химическую реакцию, при которой выделяется теплота и появляется пламя, называют *горением*.

Яркое пламя возникает вследствие свечения раскаленных частиц веществ, которые сгорают или образуются во время реакции.

Для того чтобы горючее вещество воспламенилось, необходимы такие условия:

- наличие кислорода (воздуха);
- нагревание вещества до температуры самовоспламенения (для бензина она составляет около 220°C , сухой древесины $250\text{—}300^\circ\text{C}$, угля — свыше 600°C).

Если не выполняется хотя бы одно из условий, горение не происходит. Это учитывают во

Это интересно

Кислород поддерживает горение веществ, но сам не горит.



Рис. 64.
Гашение
пламени:
а — водой;
б — песком;
в — углекис-
лым газом

время работы с огнеопасными веществами, а также при тушении пожаров.

Вещества или предметы, которые горят, можно погасить водой, засыпать песком или землей, накрыть одеялом или направить на них струю углекислого газа (рис. 64). В лабораториях, на предприятиях с этой целью используют огнетушители (рис. 65).

Заметим, что водой нельзя гасить бензин, керосин, нефть. Эти жидкости не растворяются в воде и, будучи легче ее, всплывают и продолжают гореть, оставаясь в контакте с воздухом.

В школьном химическом кабинете имеются такие противопожарные средства: огнетушитель, одеяло, песок в специальном ящике.

Окисление. Вещество, взаимодействуя с кислородом, подвергается окислению, то есть изменяется при участии кислорода.

Многие реакции веществ с кислородом происходят в течение длительного времени и не сопровождаются появлением пламени. Эти химические превращения называют медленным окислением. Пример такой реакции —

Рис. 65.
Огнету-
шитель (а)
и его исполь-
зование (б)



взаимодействие меди с кислородом при ее нагревании на воздухе (с. 120, 137).

Медленным окислением обусловлено появление ржавчины на железе, скисание молока, фруктовых и ягодных соков, прогоркание сливочного масла. Постепенное потемнение мякоти разрезанного яблока вызвано взаимодействием соединений Феррума(II) с кислородом и образованием соединений Феррума(III).

Это интересно

Многие горючие вещества не способны медленно взаимодействовать с кислородом.

Некоторые процессы окисления проходят быстро, но без появления пламени. Среди них — взаимодействие кислорода с алюминием в обычных условиях. Его следствием является образование на поверхности металла очень тонкой бесцветной пленки оксида.

► Составьте соответствующее химическое уравнение.

Реакции веществ с кислородом используют в цветной металлургии, химической промышленности.

ВЫВОДЫ

Кислород взаимодействует с некоторыми сложными веществами.

Часть реакций с участием кислорода происходит с выделением значительного количества теплоты и появлением пламени; это — реакции горения.

Необходимыми условиями для горения являются наличие кислорода и нагревание горючего вещества до определенной температуры. Чтобы погасить пламя, необходимо устранить хотя бы одно из этих условий.

Взаимодействуя с кислородом, вещество подвергается окислению. Многие из таких реакций протекают медленно и без появления пламени.



165. Какое явление называют горением? Укажите условия, необходимые для протекания этого процесса.
166. Можно ли считать, что в электрической лампочке происходит реакция горения металлической (вольфрамовой) спирали? Почему?
167. Какими способами можно погасить пламя?
168. Сопоставьте значения терминов «горение», «окисление». Какой из этих терминов является более общим? Ответ аргументируйте.
169. Допишите формулы простого вещества в схемах реакций и составьте химические уравнения:
- а) $\text{NO} + \dots \rightarrow \text{NO}_2$;
- б) $\text{CS}_2 + \dots \xrightarrow{t} \text{CO}_2 + \text{SO}_2$.
170. Преобразуйте схемы реакций в химические уравнения:
- а) $\text{FeO} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{Fe}_2\text{O}_3$;
- $\text{SiH}_4 + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{MnO}_2$;
- $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
171. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить такие «цепочки» превращений:
- а) $\text{C} \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$;
- б) $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$.
172. Составьте уравнения реакций горения на воздухе ацетона $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ и эфира $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$.
173. В трех сосудах без этикеток находятся воздух, кислород и углекислый газ. Как можно экспериментально определить содержимое каждого сосуда?

НА ДОСУГЕ

Гашение пламени

На дно стакана насыпьте чайную ложку питьевой соды и добавьте 2—3 столовые ложки уксуса. Сразу начинается реакция с бурным выделением углекислого газа.

После завершения реакции (через 2—3 мин.) зажгите закрепленную на проволоке спичку и медленно опускайте в стакан. Что наблюдаете?

Материал параграфа поможет вам:

- осознать опасность, которую могут представлять вещества при их использовании или хранении;
- выяснить значения предупредительных знаков на упаковках с веществами.

Вещества и опасность. Человек в своей жизни постоянно сталкивается со многими веществами. Не все они являются безопасными. Одни вещества легко воспламеняются, другие могут нанести вред здоровью. Об этом следует помнить, не только выполняя опыты в школьном химическом кабинете, но и используя различные вещества и растворы в повседневной жизни — во время ремонта квартиры, при стирке одежды, выведении пятен, борьбе с вредителями и болезнями растений на приусадебном участке и т. п.

Серьезную опасность представляют горючие вещества — природный газ, органические растворители, нефтепродукты, многие полимеры. Легко загораются бумага, древесные опилки, мука.

Некоторые вещества и их смеси могут повлечь взрыв. Каждый, кто пользуется газовой плитой, должен знать: нельзя допускать поступление газа в помещение. Смесь даже небольшого его количества с воздухом взрывается от искры или зажженной спички (рис. 66). Взрывоопасными являются смеси воздуха и паров нефтепродуктов, многих органических растворителей.

Среди веществ встречаются такие, которые имеют высокую химическую активность. Они разрушают древесину, разъедают ткани, полимерные материалы, вызывают коррозию



Рис. 66.
Последствия
взрыва газа



Рис. 67.
Действие сульфатной
кислоты на бумагу

металлов. К ним, в частности, относятся щелочи, некоторые кислоты¹ (рис. 67). Они раздражают кожу, слизистые оболочки, вызывают химические ожоги. Такие вещества часто называют едкими.

Немало веществ являются токсичными. Попадание их в организм вместе с воздухом, питьевой водой, пищевыми продуктами может привести к отравлению.

Не следует забывать и о том, что некоторые вещества искусственного происхождения негативно влияют на окружающую среду, загрязняют воздух, воду, почву, подавляют рост растений, наносят вред живым существам. Поэтому нельзя высыпать на землю остатки неиспользованных веществ, выливать в водоемы различные жидкости и растворы, оставлять под открытым небом отходы полимерных материалов, строительный мусор.

Маркировка опасных веществ. С целью предупреждения людей об опасности, которую могут создать вещества при их хранении и использовании, на этикетки, упаковки, контейнеры наносят соответствующую маркировку. Каждый знак опасности имеет черное символическое изображение (рис. 68).

¹ О щелочах и кислотах речь пойдет в последнем разделе учебника.



Рис. 68.
Распространенные знаки опасности на упаковках с веществами

Часто знаки опасности дополняют словесными предостережениями или рекомендациями. Примеры таких надписей: «Хранить подальше от источников тепла», «Избегать попадания на кожу и в глаза», «Использовать только в хорошо проветриваемом помещении», «Во время использования не курить», «Работать в резиновых перчатках».

ВЫВОДЫ

Многие вещества представляют опасность для людей и окружающей среды. Среди них есть горючие, легковоспламеняющиеся, взрывоопасные, едкие вещества. Значительное их количество при неумелом обращении может нанести вред здоровью человека. Немало отходов различного происхождения загрязняют окружающую среду, пагубно влияют на живые организмы.

С целью информирования о характере опасности, которую несут вещества, проводят их маркировку.



174. Какие правила безопасности, относящиеся к работе учеников в школьном химическом кабинете (с. 29), следует соблюдать дома при использовании средств бытовой химии?
175. Найдите знаки опасности или соответствующие надписи на упаковках или емкостях с веществами, их смесями, растворами, которые хранятся у вас дома. Сделайте на уроке краткое сообщение о том, как нужно обращаться с каждым химическим средством.
176. Как вы думаете, о чем свидетельствуют знаки, приведенные на рисунках?



24

Круговорот Оксигена в природе. Биологическая роль и применение кислорода

Материал параграфа поможет вам:

- выяснить суть круговорота Оксигена в природе;
- систематизировать сведения о биологической роли кислорода и его применении;
- понять защитную роль озона атмосферы;
- осознать важность охраны воздуха от загрязнений.

В каждое мгновение на Земле происходит огромное количество физических и химических превращений. Некоторые изменения в

природе являются циклическими, то есть такими, которые периодически повторяются.

Часть изменений, происходящих с веществами на планете, обусловлена химическими реакциями.

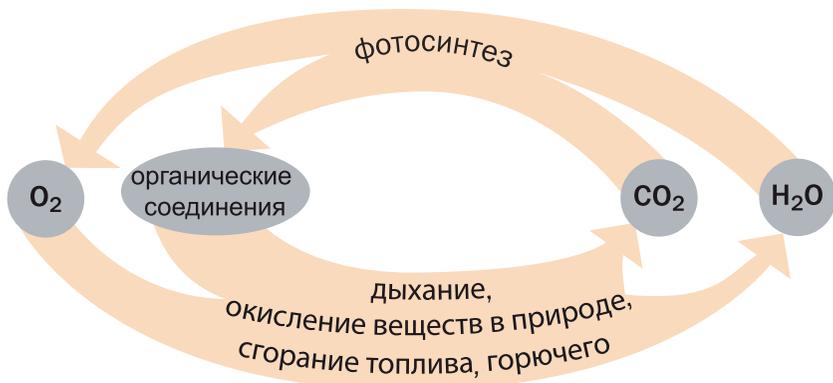
Совокупность процессов в природе, при которых атомы¹ элемента в результате химических реакций переходят от одних веществ к другим, называют *круговоротом элемента*.

Круговорот Оксигена. Если главным веществом в круговороте Оксигена выбрать кислород, то можно выделить такие звенья этого глобального процесса (схема 6):

- образование кислорода (фотосинтез, разложение воды в верхних слоях атмосферы);
- расходование, или «связывание», кислорода (при дыхании, окислении веществ в природе и технологических процессах, при пожарах, сгорании топлива и горючего);
- взаимопревращение оксигенсодержащих соединений.

Схема 6

Круговорот Оксигена



¹ Или ионы.

Это интересно

Благодаря фотосинтезу в атмосферу ежегодно поступает 200 млрд т кислорода.

Фотосинтез, при котором образуется кислород, является сложным процессом. Он происходит в зеленых частях растений на свету при участии углекислого газа, имеющегося в воздухе, а также воды и некоторых веществ, поступающих из почвы. Продуктами этого процесса являются органические вещества, которые накапливаются в растениях, и кислород, поступающий в атмосферу (рис. 69). Упрощенная схема фотосинтеза в растениях:

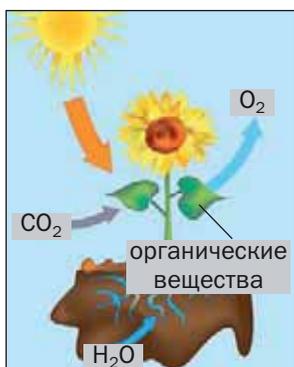


Рис. 69.
Фотосинтез

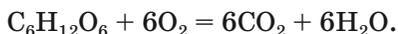
Неизменное количество кислорода в атмосфере свидетельствует о том, что процессы его связывания и образования компенсируют друг друга.

Кислород способствует круговороту других элементов (например, Карбона, Нитрогена, Сульфура), поскольку входит в состав большого числа их соединений.

Биологическая роль кислорода. Каждый из вас знает, что жизнь без кислорода на нашей планете невозможна. При дыхании в легкие поступает воздух. Содержащийся в нем кислород соединяется с гемоглобином крови. Продукт этой реакции разносится кровью во все органы и ткани, где окисляет разные органические вещества. При этом он превращается в гемоглобин, который вместе с кровью возвра-

щается в легкие, где опять соединяется с кислородом. Процессы окисления приводят к образованию необходимых для организма веществ. Некоторые такие реакции сопровождаются выделением теплоты, благодаря чему температура тела поддерживается постоянной.

В составе воздуха, выдыхаемого человеком, имеется углекислый газ. Его и воду считают продуктами полного окисления кислородсодержащих органических веществ:



глюкоза

Применение кислорода. Кислород используют в различных отраслях промышленности и в больших количествах (схема 7). В металлургии этот газ ускоряет процесс выплавки стали, улучшает ее качество. В химической промышленности кислород применяют для получения многих органических и неорганических веществ. Его также используют в специальных устройствах для резки и сварки металлов. Без баллонов, наполненных кислородом или его смесями с азотом, инертным газом гелием, не могут работать космонавты, пожарные, водолазы, военные летчики. Кислородные подушки необходимы при некоторых заболеваниях для облегчения дыхания. С помощью сжиженного кислорода создают условия для сгорания горючего в космических ракетах.

Схема 7

Применение кислорода



Широко используется также кислород, входящий в состав воздуха. При его участии сгорает топливо на теплоэлектростанциях, горючее в двигателях автомобилей, обжигают руды на заводах цветной металлургии, осуществляют другие технологические процессы.

Озон. Кроме кислорода, Кислород образует еще одно простое вещество — озон O_3 . В обычных условиях это бесцветный газ с резким запахом (название вещества происходит от греческого слова *ozon* — тот, который имеет запах). Его в природе чрезвычайно мало. Почти весь озон содержится в слое атмосферы, нижняя граница которого проходит на высоте приблизительно 20 км, а верхняя — 25 км. Это так называемый озоновый слой (рис. 70). Содержание озона в нем по объему не превышает 0,0003 %. Если бы можно было собрать весь озон атмосферы около земной поверхности, то слой этого газа был бы толщиной всего 2—3 мм.

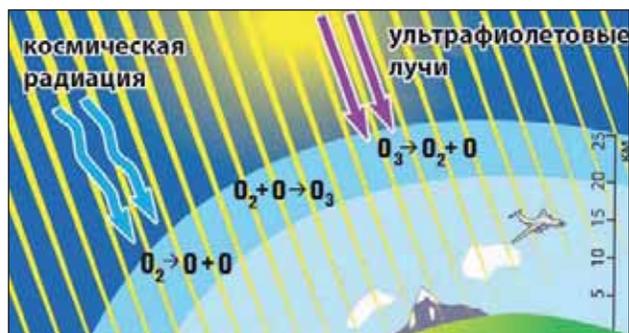
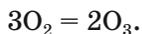


Рис. 70.
Озоновый слой

В воздухе озон образуется из кислорода под воздействием космической радиации или электрических разрядов (когда возникают молнии)¹:



Озон — неустойчивое вещество. Он быстро превращается в кислород, поглощая при этом

¹ В лабораторном опыте в озон удается превратить не более 10 % кислорода.

часть ультрафиолетовых лучей солнечного света (рис. 70), вредную для живых организмов. Следовательно, разлагаясь, озон защищает людей, животных, растения.

В природе процессы образования и разложения озона компенсируют друг друга. Однако в последнее время ученые обнаруживают периодическое разрушение озонового слоя, фиксируют появление в атмосфере озоновых «дыр». Одна из причин этого явления — химические реакции между озоном и веществами промышленного происхождения. В настоящее время в мире осуществляются мероприятия, направленные на сохранение озонового слоя.

Это интересно

По химическим свойствам озон сходен с кислородом, но намного активнее его.

Озон используют на практике. Благодаря бактерицидным свойствам его применяют для обеззараживания воды перед подачей ее в водопровод.

Проблема чистого воздуха. Негативное влияние деятельности человека на атмосферу возрастает. Теплоэлектростанции, автотранспорт, металлургические заводы, другие предприятия выбрасывают в воздушное пространство много вредных веществ (рис. 71). Наиболее загрязнен воздух над крупными городами и промышленными регионами.



Рис. 71.
Загрязнение воздуха над промышленным центром

С целью защиты атмосферы от загрязнений принимают различные меры. На заводах, теплоэнергетических предприятиях из отработанных газов удаляют частицы пыли, а затем обезвреживают газовые выбросы с помо-

пью химических реакций. Ученые разрабатывают технологические процессы, которые позволяют свести к минимуму загрязнение окружающей среды. В современных автомобилях используются эффективные катализаторы, обеспечивающие более полное сгорание горючего. С бензиновыми двигателями начинают конкурировать электродвигатели — они не загрязняют воздух.

В каждой стране работу промышленности, энергетики, транспорта организуют так, чтобы уменьшить количество вредных выбросов в атмосферу. Охрана воздуха от техногенных загрязнений является важным государственным делом.

ВЫВОДЫ

В природе атомы Оксигена в результате химических реакций постоянно переходят от одних веществ к другим; происходит круговорот этого элемента.

Кислород является продуктом фотосинтеза. Этот газ необходим для существования живых организмов.

Кислород широко используют в промышленности, технике, медицине, а как составляющую часть воздуха — в теплоэнергетике, автотранспорте, других отраслях.

Озон — одно из двух простых веществ Оксигена. Его содержание в воздухе незначительное. Поглощая часть ультрафиолетовых лучей солнечного света, озон превращается в кислород.

В воздушное пространство постоянно поступают различные техногенные выбросы. Одна из главных задач, стоящих перед человечеством, — охрана атмосферы от загрязнений.



177. Что такое круговорот химического элемента? Прокомментируйте схему 6.
178. В чем состоит значение кислорода для живых организмов?
179. Молекула озона тяжелее или легче молекулы кислорода? Во сколько раз?
180. Какие меры должно осуществлять человечество, чтобы обеспечить неизменным содержание кислорода в атмосфере и предотвратить ее загрязнение?

3 раздел

Вода

На нашей планете есть вещество, которому обязано своим существованием все живое. Ему посвящено множество песен, стихов, сказок, с ним связано немало народных обычаев. Наверное, вы догадались, что это вещество — вода. Она утоляет жажду, снимает усталость, дарит радость и энергию.

Вода является хорошим растворителем; в ней растворяется много веществ. Водные растворы мы используем в повседневной жизни. Вода участвует в многочисленных химических превращениях, которые происходят в природе, технологических процессах, живых организмах.

Среди важнейших условий, необходимых для здоровой и полноценной жизни людей, — употребление качественной питьевой воды. Поэтому охрану водных ресурсов от загрязнений считают приоритетной задачей нашей цивилизации.

25

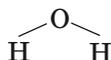
Вода

Материал параграфа поможет вам:

- оценить распространенность воды в природе;
- вспомнить физические свойства воды.

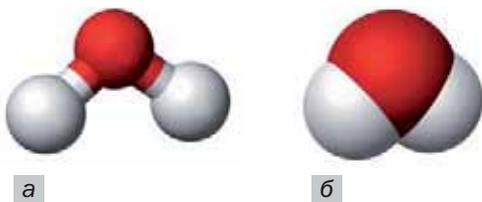
Строение молекулы. Вода — сложное вещество, образованное двумя элементами — Гидрогеном и Оксигеном. Ее химическая формула — H_2O .

Вода относится к оксидам. Это молекулярное вещество. Графическая формула молекулы воды —



На рисунке 72 изображены модели молекулы воды — шаростержневая и масштабная. В каждой модели атомы представлены в виде шариков. Масштабная модель отличается тем, что в ней соблюдено соотношение размеров атомов и молекулы.

Рис. 72.
Модели молекулы воды:
а — шаростержневая;
б — масштабная



Распространенность в природе. Вода — одно из самых распространенных веществ на нашей планете. Она покрывает свыше $2/3$ поверхности Земли (рис. 73). Около 97 % всей воды содержится в морях и океанах. На пресную воду приходится менее 3 %; почти вся она сконцентрирована в снегах и льдах Антарктиды, Арктики, на территориях с «вечной мерзлотой». Реки, озера, другие водоемы содержат лишь 0,03 % воды, имеющейся на планете. Именно эту воду (в основном очищенную) человек использует для своих потребностей.

В незначительном количестве вода есть в атмосфере, причем — в трех агрегатных состояниях. Водяной пар обуславливает влажность воздуха; из капелек воды, снежинок, льдинок образуются тучи, туманы, атмосферные осадки. Вода имеется также в литосфере — как в «свободном» состоянии (подземные

воды), так и в «химически связанном» (ее молекулы входят в состав различных природных соединений и минералов).



Рис. 73.
Вода
на планете Земля

Чистой воды в природе не существует. Контакту с воздухом, вода растворяет небольшие количества его компонентов — кислорода, азота, углекислого газа. В ней содержатся частицы пыли, другие растворимые и нерастворимые примеси.

В живых организмах массовая доля воды составляет от 50 до 99 %. В организме взрослого человека на нее приходится около 65 % массы тела.

Это интересно

При очень высоком давлении вода остается жидкой до температуры 374 °С.

Физические свойства. О важных физических свойствах воды вы узнали на уроках природоведения. Общеизвестно, что чистая вода — бесцветная жидкость без запаха и вкуса, которая замерзает при температуре 0 °С, а закипает при 100 °С и давлении 760 мм рт. ст. Она имеет плотность 1,00 г/см³ (при 4 °С), малую теплопроводность, не проводит электрического тока. Воду в твердом состоянии называют льдом, а в газообразном — водяным паром.

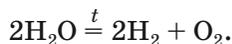
Лед немного легче воды; его плотность составляет 0,917 г/см³. (Другие вещества в твердом состоянии имеют бóльшую плотность, чем в жидком.) Между молекулами H₂O во льду имеются полости. При таянии льда они исчезают, и вещество «уплотняется». Благодаря тому, что лед не тонет в воде, значительная часть водоемов не промерзает до

дна. Это спасает рыбу, других обитателей рек и озер от гибели (рис. 74).



Рис. 74.
В реке,
покрытой льдом,
жизнь
продолжается

Разложение воды. Вода — термически устойчивое вещество. Ее молекулы начинают разрушаться при очень высокой температуре. При $2500\text{ }^{\circ}\text{C}$ распадается приблизительно 11 % ее молекул, а при $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ — лишь 0,03 %. Продуктами разложения воды являются водород и кислород:



Вода также разлагается под действием постоянного электрического тока (рис. 75).



Рис. 75.
Разложение
воды
постоянным
электричес-
ким током

ВЫВОДЫ

Вода — соединение Гидрогена с Оксигеном.
Ее формула — H_2O .

Вода является одним из самых распространенных соединений в природе; она составляет основу гидросферы.

В обычных условиях вода — бесцветная жидкость, которая не имеет запаха и вкуса, кипит при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, замерзает при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и имеет плотность 1 г/см^3 . Лед немного легче воды.

Молекулы воды достаточно устойчивы.



181. «Вода» — традиционное название соединения с формулой H_2O . Каким должно быть ее химическое название (это название не используют)?
182. Почему в природе нет чистой воды? Какие примеси могут быть в ней?
183. По материалам из интернета или других источников информации подготовьте небольшое сообщение на одну из таких тем:
 - а) обеспеченность пресной водой вашей области (населенного пункта);
 - б) вода в народном творчестве (поговорки, пословицы и т. п.);
 - в) интересные факты о воде.
184. Охарактеризуйте физические свойства воды.
185. Какие вы знаете физические константы воды, принятые за эталоны?
186. Масса какого химического элемента в воде больше и во сколько раз? (Устно.)
187. Рассчитайте массовые доли элементов в воде.

26

Раствор и его компоненты. Вода как растворитель

Материал параграфа поможет вам:

- определять компоненты раствора — растворитель и растворенные вещества;
- оценить роль воды как растворителя.

Вам уже известно, что смеси веществ бывают однородными и неоднородными. Однородные смеси отличаются от неоднородных тем, что в них равномерно распределены мельчайшие частицы веществ (например, молекулы). Эти частицы нельзя обнаружить даже с помощью мощного микроскопа.

Однородные смеси веществ называют растворами.

Составные части раствора. Многие из вас, по-видимому, считают, что раствор — это всегда жидкость. Однако, помимо жидких растворов, существуют также твердые и газообразные растворы (рис. 76).



Рис. 76.
Растворы:
воздух; водный
раствор калий
перманганата;
сплав золота,
меди и серебра

Раствор содержит как минимум два вещества. Это — его компоненты. Один из них называют *растворителем*, другие — *растворенными веществами*. Растворителем считают вещество, которое находится в таком же агрегатном состоянии, что и раствор.

► Назовите растворитель и растворенное вещество в однородных смесях, компонентами которых являются: а) иод и этиловый спирт; б) вода и кислород.

Если агрегатные состояния всех веществ, образующих раствор, одинаковы, то растворителем считают вещество, масса которого наибольшая. Относительно водных растворов существует традиция всегда называть раство-

рителем воду, даже если ее меньше, чем растворенного вещества.

Вода — растворитель. При смешивании воды с другими веществами часто образуются растворы. Такие твердые вещества, как поваренная соль, сахар, лимонная кислота, хорошо растворяются в воде, а мел, стекло, золото в ней нерастворимы. Жидкости и газы также имеют разную растворимость в воде. Растительное масло, бензин в воде не растворяются, а этиловый спирт, глицерин смешиваются с водой в любых соотношениях, образуя растворы, то есть неограниченно растворяются в ней.

Это интересно

Растворимость веществ в воде зависит от температуры, а газов — еще и от давления.

Воду как растворитель используют в разных отраслях промышленности, технике, сельском хозяйстве, строительстве, медицине, научных исследованиях. Без водных растворов мы не можем обойтись в повседневной жизни.

Вода является растворителем и в природе. Газы, из которых состоит атмосфера, имеют незначительную растворимость в воде; лучше всего из них растворяется углекислый газ. В морской и океанской воде среди растворенных веществ преобладает соль — натрий хлорид NaCl , а в пресной — другие соединения. Жидкости в живых организмах являются водными растворами, содержащими много веществ (преимущественно органических) — тех, которые поступили в организм вместе с пищей, и образовавшихся в нем в результате химических реакций. Благодаря водным растворам происходит круговорот элементов в природе.

ВЫВОДЫ

Раствор — однородная смесь веществ. Компонентами раствора являются растворитель и одно или несколько растворенных веществ. Растворителем называют вещество, которое находится в таком же агрегатном состоянии, что и раствор.

Вода — важнейший растворитель. Она растворяет много разных веществ. Воду как растворитель используют в промышленности, технике, сельском хозяйстве, других сферах деятельности людей.

Природная вода и все биологические жидкости являются водными растворами.



188. В четыре стакана налили небольшие порции воды. В первый стакан добавили немного глины, во второй — этилового спирта, в третий — керосина, в четвертый — питьевой соды. Каждую смесь хорошо перемешали. В каких стаканах образовались растворы?
189. Какое вещество вы назовете растворителем, если компонентами раствора являются:
- а) расплавленные медь массой 3 г и золото массой 7 г;
 - б) этиловый спирт массой 10 г и ацетон массой 25 г;
 - в) вода массой 30 г и уксусная кислота массой 70 г?
- Ответы объясните.
190. Как доказать, что в природной воде есть растворенные вещества?
191. Какие факторы, по вашему мнению, обуславливают широкое использование воды как растворителя?
192. На стройках готовят цементный раствор. Его компонентами являются цемент, песок и вода. Правильно ли так называть эту смесь с научной точки зрения? Почему?

27

Количественный состав раствора. Массовая доля растворенного вещества

Материал параграфа поможет вам:

- выяснить, что такое массовая доля растворенного вещества в растворе;
- вычислять массовую долю растворенного вещества, а также массы компонентов раствора;
- научиться готовить раствор с определенной массовой долей растворенного вещества.

Часто возникает необходимость выяснить не только то, какие вещества находятся в растворе, но и его количественный состав. Прежде чем пить сладкий чай, мы спрашиваем, сколько сахара положили в него. Консервирование овощей будет удачным, если маринад приготовим растворением определенных количеств уксусной кислоты, поваренной соли, некоторых других веществ в заданном количестве воды.

Массовая доля растворенного вещества. Среди растворов, используемых в быту — спиртовой раствор иода, водные растворы аммиака, гидроген пероксида (перекиси водорода). Обратите внимание на этикетки, наклеенные на бутылках с этими растворами (рис. 77). Вы заметите рядом с названием растворенного вещества цифру и знак процента (%). Это — значение массовой доли растворенного вещества в растворе. Оно соответствует *массе вещества (в граммах), которая содержится в 100 г раствора.*

Столовый уксус является водным раствором уксусной кислоты. Согласно этикетке¹ на бутылке (рис. 78), в каждом 100 г уксуса содержится 9 г уксусной кислоты. Масса воды в 100 г уксуса равна $100 \text{ г} - 9 \text{ г} = 91 \text{ г}$.



Рис. 77.
Водные растворы,
являющиеся лекарственными средствами



Рис. 78.
Уксус

¹ Если растворителем является вода, то на этикетках обычно не указывают, что раствор водный.

- Какие массы растворенного вещества и воды содержатся в 100 г каждого из растворов, представленных на рисунке 77?

Для обозначения массовой доли растворенного вещества в растворе, как и массовой доли химического элемента в соединении, используют латинскую букву w (дубль-вэ).

Вам известно, что массовую долю выражают не только в процентах, но и положительным числом, меньшим единицы.

Формула для вычисления массовой доли растворенного вещества в растворе:

$$w(\text{р. в.}) = \frac{m(\text{р. в.})}{m(\text{р-ра})} = \frac{m(\text{р. в.})}{m(\text{р. в.}) + m(\text{р-ля})},$$

где $m(\text{р. в.})$ — масса растворенного вещества, $m(\text{р-ра})$ — масса раствора, $m(\text{р-ля})$ — масса растворителя.

Массовая доля растворенного вещества в растворе — это отношение массы вещества к массе раствора.

Если нужно массовую долю выразить в процентах, используют такую формулу:

$$w(\text{р. в.}) = \frac{m(\text{р. в.})}{m(\text{р-ра})} \cdot 100 \% = \frac{m(\text{р. в.})}{m(\text{р. в.}) + m(\text{р-ля})} \cdot 100 \%.$$

Решение задач. В повседневной жизни нередко приходится готовить водный раствор с определенной массовой долей растворенного вещества. Для этого обычно используют вещество и воду. Иногда разбавляют водой другой раствор. Перед приготовлением раствора обязательно выполняют необходимые расчеты.

Рассмотрим, как решают задачи на вычисление массовой доли растворенного вещества в растворе, а также задачи, в которых используют эту величину. Один из способов их решения основан на составлении пропорции, другой предполагает расчет по соответствующей математической формуле.

ЗАДАЧА 1. В 144 г воды растворили 6 г соли. Рассчитать массовую долю соли в растворе.

Дано:

$$m(\text{воды}) = 144 \text{ г}$$

$$m(\text{соли}) = 6 \text{ г}$$

$$w(\text{соли}) = ?$$

Решение

1-й способ

1. Находим массу раствора:

$$\begin{aligned} m(\text{р-ра}) &= m(\text{воды}) + m(\text{соли}) = \\ &= 144 \text{ г} + 6 \text{ г} = 150 \text{ г}. \end{aligned}$$

2. Определяем массу соли, которая содержится в 100 г раствора. Для этого составляем пропорцию и решаем ее:

в 150 г раствора содержится 6 г соли,
в 100 г раствора — x г соли;

$$x = m_1(\text{соли}) = \frac{6 \text{ г} \cdot 100 \text{ г}}{150 \text{ г}} = 4 \text{ г}.$$

Отсюда $w(\text{соли}) = 4 \%$, или $0,04$.

2-й способ

Рассчитываем массовую долю соли в растворе по соответствующей формуле:

$$w(\text{соли}) = \frac{m(\text{соли})}{m(\text{соли}) + m(\text{воды})} =$$

$$= \frac{6 \text{ г}}{(6 + 144) \text{ г}} = 0,04,$$

или $0,04 \cdot 100 \% = 4 \%$.

Ответ: $w(\text{соли}) = 0,04$, или 4% .

ЗАДАЧА 2. Какие массы удобрения и воды нужно взять для приготовления 4 кг раствора с массовой долей удобрения 0,5 %?

Дано:

$$m(\text{р-ра}) = 4 \text{ кг}$$

$$w(\text{удобрения}) = 0,5\%,$$

или $0,005$

$$m(\text{удобрения}) = ?$$

$$m(\text{воды}) = ?$$

Решение

1. Рассчитываем массу удобрения, воспользовавшись формулой для массовой доли растворенного вещества:

$$w(\text{удобрения}) = \frac{m(\text{удобрения})}{m(\text{р-ра})};$$

$$m(\text{удобрения}) =$$

$$= w(\text{удобрения}) \cdot m(\text{р-ра}) =$$

$$= 0,005 \cdot 4000 \text{ г} = 20 \text{ г}.$$

2. Находим массу воды:

$$\begin{aligned} m(\text{воды}) &= m(\text{р-ра}) - m(\text{удобрения}) = \\ &= 4000 \text{ г} - 20 \text{ г} = 3980 \text{ г}. \end{aligned}$$

Ответ: $m(\text{удобрения}) = 20 \text{ г}$;
 $m(\text{воды}) = 3980 \text{ г}$.

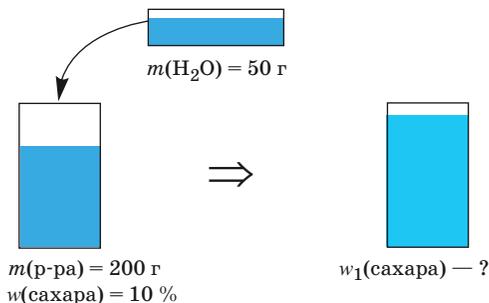
ЗАДАЧА 3. В 200 г водного раствора сахара с массовой долей растворенного вещества 10 % добавили 50 г воды. Рассчитать массовую долю сахара в образовавшемся растворе.

Дано:

$$\begin{aligned} m(\text{р-ра}) &= 200 \text{ г} \\ w(\text{сахара}) &= 10 \%, \\ &\text{или } 0,1 \\ m(\text{воды}) &= 50 \text{ г} \\ \hline w_1(\text{сахара}) &= ? \end{aligned}$$

Решение

Условие задачи проиллюстрируем рисунком:



1. Рассчитываем массу сахара в 200 г раствора:

$$\begin{aligned} m(\text{сахара}) &= w(\text{сахара}) \cdot m(\text{р-ра}) = \\ &= 0,1 \cdot 200 \text{ г} = 20 \text{ г}. \end{aligned}$$

2. Находим массу образовавшегося раствора:

$$\begin{aligned} m(\text{обр. р-ра}) &= m(\text{р-ра}) + m(\text{воды}) = \\ &= 200 \text{ г} + 50 \text{ г} = 250 \text{ г}. \end{aligned}$$

3. Рассчитываем массовую долю сахара в образовавшемся растворе по соответствующей формуле:

$$\begin{aligned} w_1(\text{сахара}) &= \frac{m(\text{сахара})}{m(\text{обр. р-ра})} = \frac{20 \text{ г}}{250 \text{ г}} = \\ &= 0,08, \text{ или } 8 \%. \end{aligned}$$

Ответ: $w_1(\text{сахара}) = 0,08, \text{ или } 8 \%$.

ЗАДАЧА 4. Какой объем воды нужно добавить в 45 г уксусной эссенции (раствор с массовой долей уксусной кислоты 80 %), чтобы приготовить 9 %-й раствор уксусной кислоты?

Дано:

$m(80\% \text{-го р-ра}) = 45 \text{ г}$
 $w(\text{к-ты}) = 80\%$
 $w_1(\text{к-ты}) = 9\%$

$V(\text{воды}) = ?$

Решение

1. Рассчитываем массу уксусной кислоты, имеющейся в 45 г уксусной эссенции:

$$m(\text{к-ты}) = w(\text{к-ты}) \cdot m(\text{р-ра}) = \\ = 0,8 \cdot 45 \text{ г} = 36 \text{ г}.$$

2. Вычисляем массу 9 %-го раствора, в котором будет находиться 36 г кислоты:

в 100 г раствора содержится 9 г кислоты,
в x г раствора — 36 г кислоты;

$$x = m(9\% \text{-го р-ра}) = \frac{36 \text{ г} \cdot 100 \text{ г}}{9 \text{ г}} = 400 \text{ г}.$$

3. Рассчитываем массу воды, которую нужно добавить в уксусную эссенцию:

$$m(\text{воды}) = m(9\% \text{-го р-ра}) - m(80\% \text{-го р-ра}) = \\ = 400 \text{ г} - 45 \text{ г} = 355 \text{ г}.$$

4. Находим объем воды:

$$V(\text{воды}) = \frac{m(\text{воды})}{\rho(\text{воды})} = \frac{355 \text{ г}}{1 \text{ г/мл}} = 355 \text{ мл}.$$

Ответ: $V(\text{воды}) = 355 \text{ мл}$.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ № 4

Приготовление водных растворов с заданными массовыми долями растворенных веществ

Вариант I. Приготовить 40 г водного раствора мочевины¹ с массовой долей этого вещества 0,05.

Вариант II. Приготовить из 2 г мочевины водный раствор с массовой долей этого вещества 4 %.

¹ Мочевина — удобрение, хорошо растворимое в воде. Приготовленный учениками раствор мочевины после десятикратного разбавления можно использовать для подкормки цветов в химическом кабинете.

Перед выполнением работы сделайте необходимые расчеты. Их результаты вместе с исходными данными запишите в таблицу:

Вариант	$m(\text{р-ра}), \text{г}$	$m(\text{р. в.}), \text{г}$	$w(\text{р. в.})$	$m(\text{воды}), \text{г}$	$V(\text{воды}), \text{мл}$

Взвесьте на весах в стакане необходимую массу мочевины (рис. 79). Наберите в мерный цилиндр рассчитанный объем воды и влейте в стакан с мочевиной. Перемешивайте смесь до полного растворения твердого вещества.

Рис. 79.
Порция вещества, взвешенная на электронных весах



ВЫВОДЫ

Количественный состав раствора характеризуют массовой долей растворенного вещества.

Массовая доля растворенного вещества — это отношение массы вещества к массе раствора. Значение массовой доли, выраженное в процентах, численно равно массе растворенного вещества (в граммах), содержащейся в 100 г раствора.



193. Что понимают под количественным составом раствора?
194. Что такое массовая доля растворенного вещества? Имеет ли размерность эта величина?

195. Какая масса вещества содержится в 300 г раствора с массовой долей этого вещества 0,02? (Устно.)
196. Сахар массой 50 г растворили в 200 г воды. Рассчитайте массовую долю сахара в растворе. (Устно.)
197. Сделайте соответствующие расчеты (устно) и заполните таблицу:

$m(\text{р-ра}), \text{ г}$	$m(\text{р. в.}), \text{ г}$	$m(\text{воды}), \text{ г}$	$w(\text{р. в.})$
400	8
500	...	460	...

198. В какой массе воды необходимо растворить 6 г лимонной кислоты, чтобы приготовить раствор с массовой долей кислоты 0,05?
199. Раствор натрия хлорида NaCl с массовой долей соли 0,9 % (так называемый физиологический раствор) используют в медицине. Какую массу соли и какой объем дистиллированной воды нужно взять для приготовления 2 кг такого раствора?
200. К 200 г водного раствора некоторого вещества с его массовой долей 20 % сначала добавили 30 мл воды, а затем растворили еще 20 г этого вещества. Рассчитайте массовую долю вещества в образовавшемся растворе.
201. Составьте условие задачи в соответствии с рисунками и решите ее.


 Вода
 ($V = 60 \text{ мл}$)

+


 Соль
 ($m = 10 \text{ г}$)

⇒


 Раствор 1

⇨


 Раствор 2
 ($m = 40 \text{ г}$)

202. Какая масса глицерина содержится в 20 мл раствора с массовой долей этого соединения 40 %, если плотность раствора равна $1,1 \text{ г/см}^3$?
203. Ученик, выполняя вариант I лабораторного опыта 4, вместо раствора с массовой долей мочевины 0,05 приготовил 40 г 4 %-го раствора. Как ему исправить свою ошибку, используя этот раствор?
204. Ученик, выполняя вариант II лабораторного опыта 4, вместо 4 %-го раствора мочевины приготовил из 2 г вещества раствор с массовой долей мочевины 0,05. Как ему исправить свою ошибку, используя этот раствор?

Приготовление водного раствора поваренной соли

В конце лета и осенью засаливают огурцы, помидоры, некоторые грибы. Для этого используют водный раствор поваренной соли. Для огурцов готовят раствор с массовой долей соли от 6 до 8 %, для помидоров и грибов — от 5 до 6 %.

За окном — весна. Сейчас вы можете приобрести некоторый опыт по приготовлению раствора с определенной массовой долей соли. Если дома нет весов, на которых можно взвешивать с точностью до 1 г, то отбирайте определенные порции соли столовой или чайной ложкой. Столовая ложка вмещает около 30 г крупнокристаллической соли (если ее набирать «с горкой»), а чайная — 10 г.

Выберите одно из двух заданий:

- а) приготовить раствор соли с ее массовой долей 6,5 %, используя 1 л воды;
- б) приготовить раствор соли с ее массовой долей 7,5 %, используя 0,5 л воды.

Вначале рассчитайте массу соли, которую будете растворять в воде, и определите, сколько ложек (столовых, чайных) ее возьмете. После этого приготовьте раствор. Объем воды измеряйте литровой или пол-литровой банкой; заполняйте ее до начала сужения цилиндрической формы сосуда.

28 Реакции воды с оксидами

Материал параграфа поможет вам:

- узнать о некоторых химических свойствах воды;
- выяснить, что такое гидроксиды;
- научиться составлять формулы оснований и кислот.

Вода проявляет достаточную химическую активность. Она взаимодействует со многими веществами — простыми, сложными, в том числе и с оксидами.

- Какие соединения называют оксидами? Приведите примеры формул и химических названий нескольких оксидов.

Реакции воды с оксидами металлических элементов. При выполнении некоторых работ на стройке, приусадебном участке замешивают негашеную известь (кальций оксид CaO) с водой. При этом происходит химическая реакция и образуется гашеная известь (рис. 80). Соответствующее химическое уравнение¹:

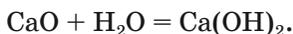


Рис. 80.
Гашение
извести

Химическое название продукта реакции — кальций гидроксид. Слово *гидроксид* является сокращением словосочетания *гидрат оксида*².

Гидроксиды — соединения металлических элементов с общей формулой $M(\text{OH})_n$.

Буква *M* в приведенной формуле заменяет символ металлического элемента.

Вода взаимодействует также с оксидами Натрия, Бария, нескольких других металлических элементов первой и второй групп периодической системы с образованием соответствующих гидроксидов. В химических

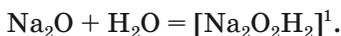
¹ Формулу воды обычно записывают последней в каждой части химического уравнения.

² Слово *гидрат* происходит от греческого *hydor* — вода.

названиях этих соединений, как и в названиях оксидов, склоняется только второе слово: натрий гидроксида, барий гидроксидом.

Реакция воды с оксидом является реакцией соединения.

Составим уравнение такой реакции с участием натрия оксида Na_2O . Чтобы вывести формулу ее продукта — натрия гидроксида, все атомы, имеющиеся в формулах реагентов, записываем в одну формулу, причем сначала — атомы металлического элемента (Натрия), а затем — Оксигена и Гидрогена:



Полученную формулу упрощаем, уменьшив индексы вдвое, а двойку записываем как коэффициент:



При составлении уравнения реакции воды с барий оксидом BaO обнаружим, что одинаковые индексы в формуле гидроксида будут только возле атомов Оксигена и Гидрогена. Эти атомы поместим в скобки, за которыми запишем общий индекс:



барий гидроксид

Формулы гидроксидов можно вывести и без записи химических уравнений. Для этого используют значение валентности металлического элемента и группы атомов OH , или *гидроксильной группы*. Вы знаете, что Натрий — одновалентный элемент. Гидроксильная группа является частью молекулы воды, в которой она соединена с одним атомом Гидрогена: $\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$. Следовательно, эта группа атомов также одновалентна. (Валентность — свойство не только атомов, но и групп соеди-

Это интересно

Технические названия натрий гидроксида NaOH — едкий натр, каустическая сода (от греческого *kaustikos* — едкий).

¹ Вспомогательные химические записи будем помещать в квадратные скобки.

ненных атомов.) Отсюда формула натрий гидроксида — NaOH.

► Выведите формулу магний гидроксида.

Гидроксиды Натрия, Калия, Кальция, Бария, многих других металлических элементов объединяют в большую группу соединений, общее название которых — *основания*.

Большинство оснований не растворяется в воде, а соответствующие оксиды с водой не взаимодействуют. Нерастворимые основания получают с помощью других реакций.

Для малорастворимых и растворимых в воде оснований используют общее название — *щелочи*. Среди этих соединений наибольшее практическое значение имеют гидроксиды Натрия, Калия и Кальция.

Реакции воды с оксидами неметаллических элементов. Известно, что углекислый газ растворим в воде. В растворенном состоянии он содержится в минеральной воде, газированных напитках. Незначительная часть углекислого газа вступает в химическую реакцию с водой:



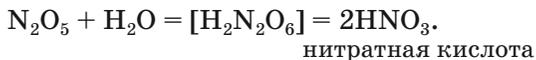
Соединение, которое образуется, придает жидкости кисловатый вкус. Его химическое название — карбонатная кислота; оно происходит от названия «кислотообразующего» элемента Карбона.

Вода реагирует почти со всеми оксидами неметаллических элементов (за исключением силиций(IV) оксида SiO_2 и некоторых других). Продуктами таких реакций являются *кислоты*.

Формулу продукта реакции воды с оксидом неметаллического элемента можно составить, «собрать» вместе все атомы, имеющиеся в формулах реагентов. Первыми в формуле кислоты записывают атомы Гидрогена, а последними — атомы Оксигена:

Это интересно

В промышленности, технике используют старые названия кислот — угольная (H_2CO_3), серная (H_2SO_4), азотная (HNO_3).



Рассмотрим, как взаимодействует вода с фосфор(V) оксидом. Во время этой реакции выделяется много теплоты, и часть воды быстро испаряется (рис. 81):

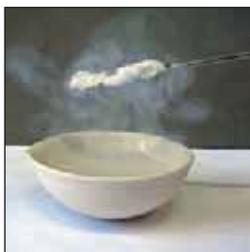
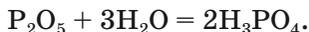


Рис. 81.
Взаимодей-
ствие воды
с фосфор(V)
оксидом

Образовавшаяся кислота также реагирует с водой:



Следовательно, при наличии избытка воды взаимодействие веществ происходит в соответствии с уравнением



Таким образом, оксиду P_2O_5 отвечают две кислоты — HPO_3 и H_3PO_4 .

Зная химическую формулу кислоты, можно определить, какой оксид ей соответствует. Если молекула кислоты содержит два атома Гидрогена, из нее «вычитаем» молекулу воды:



При наличии в молекуле кислоты одного или трех атомов Гидрогена исходим из двух молекул соединения:



Это интересно
Оксиды CaO
и P_2O_5 активно
реагируют
с водой
и поэтому
используются
для осушки
газов.

ВЫВОДЫ

Вода вступает в реакции соединения с некоторыми оксидами металлических элементов и почти всеми оксидами неметаллических элементов.

Соединения металлических элементов с общей формулой $M(\text{OH})_n$ называют гидроксидами. Большинство этих соединений относят к основаниям. Растворимые и малорастворимые в воде основания называют щелочами.

В результате реакций воды с оксидами неметаллических элементов образуются кислоты.



205. Какие соединения называют гидроксидами, основаниями, щелочами?
206. Допишите схемы реакций и составьте химические уравнения:
- а) $\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$;
 - $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$;
 - б) $\text{SrO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$;
 - $\text{I}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.
- Укажите среди продуктов реакций основания и кислоты.
207. Какова формула оксида, если продуктом его реакции с водой является:
- а) магний гидроксид;
 - б) калий гидроксид;
 - в) селенатная кислота H_2SeO_4 ;
 - г) перхлоратная кислота HClO_4 ?
208. Найдите массовые доли Оксигена:
- а) в оксиде P_2O_5 ;
 - б) в кислоте H_3PO_4 .
209. Какую массу натрий гидроксида необходимо растворить в 3 л воды, чтобы приготовить раствор с массовой долей NaOH 0,2?
210. В 100 мл раствора нитратной кислоты с ее массовой долей 60 % (плотность этого раствора — 1,37 г/мл) добавили 200 мл воды. Рассчитайте массовую долю кислоты в полученном растворе.

29

Обнаружение щелочей и кислот в растворах с помощью индикаторов

Материал параграфа поможет вам:

- выяснить, какие вещества называют индикаторами;
- научиться обнаруживать щелочи и кислоты в растворах с помощью индикаторов.

Растворы щелочей и кислот способны изменять цвет особых веществ — *индикаторов*¹. Эти вещества были вначале обнаружены в плодах и цветках растений, лишайнике. В настоящее время используют индикаторы, которые изготавливают на химических заводах. Они являются более эффективными, чем природные индикаторы, и лучше хранятся.

Основные индикаторы — лакмус, фенолфталеин, метиловый оранжевый (сокращенное название — метилоранж), а также универсальный индикатор. Последний является смесью нескольких веществ. Эта смесь, в отличие от отдельных веществ-индикаторов, изменяет цвет не только при наличии щелочи или кислоты, но и в зависимости от их количества в растворе.

В химических лабораториях используют водные растворы метилоранжа и лакмуса, водно-спиртовой раствор фенолфталеина и полоски специальной бумаги, пропитанной раствором индикатора. Чаще всего пользуются полосками универсальной индикаторной бумаги (рис. 82).

¹ Термин происходит от латинского слова *indico* — указываю, определяю.

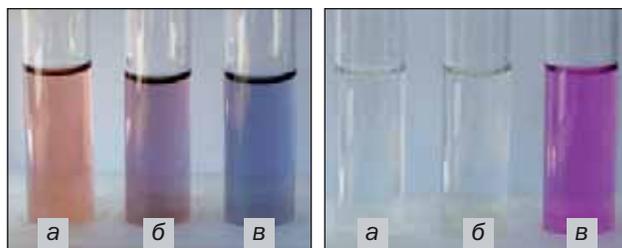
Рис. 82.
Полоски
универсальной
индикаторной
бумаги



Кислоты в водных растворах изменяют цвет не всех индикаторов (фенолфталеин остается бесцветным) и не так, как щелочи (рис. 83).

Изменение окраски индикатора является следствием его реакции со щелочью или кислотой. Уравнения таких реакций не приводим, поскольку формулы индикаторов и продуктов их химических превращений довольно сложные.

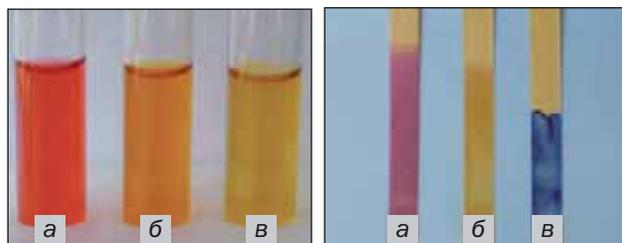
Нерастворимые в воде основания и кислоты не действуют на индикаторы и потому не могут быть обнаружены ими.



лакмус

фенолфталеин

Рис. 83.
Окраска
индикаторов
в растворе
кислоты (а),
воде (б),
растворе
щелочи (в)



метилоранж

универсальный индикатор

ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ № 5

Действие водных растворов кислот и щелочей на индикаторы

Вам выданы разбавленные растворы натрий гидроксида и нитратной кислоты, растворы индикаторов — лакмуса, фенолфталеина, метилоранжа, а также полоски универсальной индикаторной бумаги. Какой цвет имеет раствор каждого индикатора, полоска индикаторной бумаги?

Налейте в три пробирки по 1 мл раствора щелочи. В любой пробирке смочите стеклянную палочку раствором щелочи и дотроньтесь ею к полоске универсальной индикаторной бумаги. Какой цвет приобретает универсальный индикатор?

Теперь выясните, как изменяется окраска других индикаторов в растворе щелочи. Для этого в одну пробирку с этим раствором добавьте 1—2 капли раствора лакмуса, в другую — столько же капель раствора фенолфталеина, а в третью — метилоранжа. Что наблюдаете?

В три другие пробирки налейте по 1 мл раствора кислоты и проведите эксперимент, аналогичный описанному выше.

Завершая эксперимент, нанесите каплю воды на полоску универсальной индикаторной бумаги с помощью стеклянной палочки. Изменился ли ее цвет?

Результаты наблюдений запишите в таблицу:

Жидкость	Цвет индикатора			
	универсального	фенолфталеина	метилоранжа	лакмуса
Вода				
Раствор щелочи				
Раствор кислоты				

Сравните цвет каждого индикатора в растворах щелочи и кислоты.

Каким индикатором нельзя обнаружить кислоту?

ВЫВОДЫ

Вещества, которые изменяют цвет в растворах щелочей и кислот, называют индикаторами. Основные индикаторы — универсальный, лакмус, фенолфталеин, метилоранж.

Индикатор в растворе кислоты приобретает другую окраску, чем в растворе щелочи.



211. Какие вещества называют индикаторами? Приведите примеры этих веществ. Что представляет собой универсальный индикатор?
212. Можно ли различить воду и раствор кислоты с помощью:
- а) лакмуса;
 - б) фенолфталеина?
213. Какие индикаторы и при наличии каких соединений в растворе приобретают похожую окраску?
214. Можно ли использовать индикатор для распознавания двух твердых оксидов, один из которых является соединением металлического элемента, а другой — соединением неметаллического элемента? Если можно, то всегда или только в определенных случаях (каких)? Составьте план проведения такого эксперимента.

НА ДОСУГЕ

Индикаторы в растениях

Индикатор лакмус известен давно. Его изготовляли из некоторых видов лишайника. Многие вещества, изменяющие окраску под воздействием щелочей и кислот, содержатся в ягодах, овощах, цветах. Эти вещества можно обнаружить, выполнив простые эксперименты.

Высушите по несколько ягод черники, ежевики, черной смородины, бузины, черноплодной рябины. Затем приготовьте из них отвары, прокипятив в стеклянной или эмалированной посуде ягоды каждого вида со 100—150 мл воды в течение нескольких минут. Полученные жидкости после охлаждения профильтруйте. (Учтите, что через несколько дней они начинают портиться.)

Налейте по 20—30 мл каждой жидкости в два стакана. В одну порцию жидкости добавьте немного раствора кальцинированной соды (это соединение частично взаимодействует с водой с образованием щелочи), а в другую — 10 капель лимонного сока или немного уксуса. Какие из приготовленных вами жидкостей изменяют цвет под воздействием раствора, содержащего щелочь, и раствора кислоты, а какие — только в одном случае (каком)?

Аналогичные эксперименты можно провести с соками столовой свеклы, краснокочанной капусты, отварами высушенных ярких цветов, а также с жидкостями, полученными после заваривания зеленого и черного чая, каркаде (суданской розы).

Результаты экспериментов запишите в тетрадь. Подготовьте краткое сообщение о вашем исследовании.

30

Значение воды и водных растворов. Кислотные осадки

Материал параграфа поможет вам:

- оценить роль воды и водных растворов в природе;
- осознать значение воды для человека и развития цивилизации;
- выяснить причины возникновения кислотных осадков и их влияние на окружающую среду.

Роль воды и водных растворов в природе. Без воды нельзя представить нашу планету. Вода покрывает большую часть ее поверхности, создавая одну из трех «сфер» Земли — гидросферу, объединяющую моря, океаны,

реки, озера. Гидросфера граничит с атмосферой и литосферой; между этими частями планеты происходит круговорот воды (рис. 84), а при ее участии — круговороты многих химических элементов. Различные природные вещества, растворяясь в воде, «путешествуют» по поверхности Земли, в ее недрах, рассеиваются или накапливаются в отдельных районах, участвуют в химических реакциях с образованием компонентов почвы, минералов.

Вода — участник фотосинтеза в растениях. Кроме того, она обеспечивает их питание. Природные растворы попадают в растения через корни, доставляя необходимые вещества. Без воды было бы невозможным выведение из организмов продуктов их жизнедеятельности.

Очень важным для природы является то, что вода, имея большую теплоемкость, медленно охлаждается зимой и так же медленно нагревается летом, что приводит к смягчению климата.

Значение воды и водных растворов для человека. Организм человека, как и другие живые организмы, существует благодаря участию воды в биологических процессах. Потеря воды приводит к ухудшению функционирования различных систем организма. Без нее человек не может прожить больше недели.

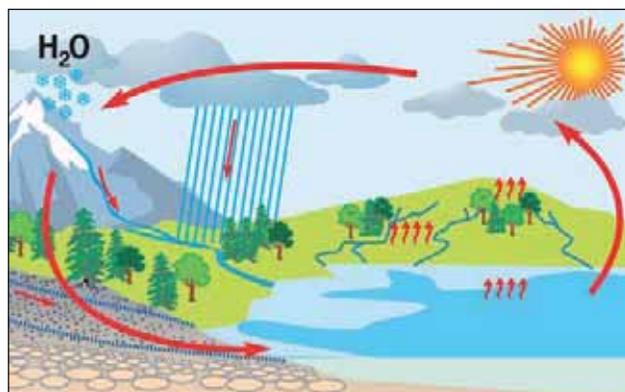


Рис. 84.
Круговорот
воды

Биологические жидкости в нашем организме — это водные растворы. Важнейшие из них — кровь, лимфа, желудочный сок, желчь, моча. Воду в разных количествах содержат почти все пищевые продукты.

Потребность человека в воде зависит от его возраста, объема физических нагрузок, температуры окружающей среды, влажности воздуха, других факторов. Она удовлетворяется употреблением питьевой воды (ежедневно — не менее 1,5—2 л), различных напитков, а также фруктов, овощей, содержащих воду в блюде.

Человек ежедневно использует сотни литров воды в быту. Жители сельской местности потребляют ее меньше, чем жители городов (рис. 85). Нормы суточного расхода воды человеком, проживающим в городе, зависят от благоустройства домов и составляют в основном от 200 до 400 л.

Без воды невозможно функционирование промышленности. Во многих технологических процессах она служит растворителем, теплоносителем, используется для охлаждения оборудования и веществ. Большое количество воды потребляют металлургия, сельское хозяйство, энергетика, предприятия легкой и пищевой промышленности, бытового обслуживания, медицинские и научные учреждения. В производстве минеральных удобрений, кислот, щелочей, моющих средств, лекарственных препаратов широко применяют водные растворы различных веществ.

Это интересно

В производстве 1 т соды используется до 50 т воды, а 1 т синтетического волокна — до 6000 т воды.

Рис. 85. Приблизительное распределение расходов воды в городской квартире



Природная вода играет важную роль в решении проблемы отходов. Предварительно очищенные от токсичных веществ промышленные и бытовые стоки направляются в реки и моря, где вода их разбавляет и уносит на большие расстояния, минимизируя тем самым негативное воздействие на природу.

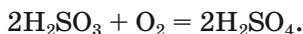
Таким образом, развитие нашей цивилизации в значительной степени обязано воде и водным растворам.

Кислотные осадки. Одним из звеньев круговорота воды в природе являются атмосферные осадки — дождь, снег, град. Иногда они содержат примеси кислот. Такие осадки называют кислотными. Рассмотрим причины их возникновения.

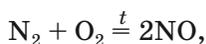
В газовых выбросах промышленных предприятий, теплоэлектростанций, выхлопных газах автомобильных двигателей имеются небольшие количества оксидов Сульфура и Нитрогена. Сернистый газ SO_2 попадает в воздух при обжиге некоторых металлических руд на заводах, сжигании угля, содержащего примеси соединений Сульфура. В результате взаимодействия этого газа с атмосферной влагой образуется сульфитная кислота:



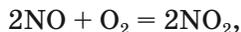
Небольшая ее часть реагирует с кислородом и превращается в сульфатную кислоту:



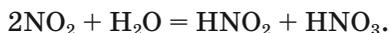
Оксиды Нитрогена появляются в атмосфере в результате реакций с участием главных компонентов воздуха — азота и кислорода. При очень высокой температуре (во время сгорания топлива, горючего) происходит реакция



в которую вступает очень малое количество обоих газов. Продукт реакции — нитроген(II) оксид — быстро взаимодействует с кислородом



а диоксид азота (IV) реагирует с атмосферной влагой с образованием двух кислот — нитритной и нитратной:



Все названные кислоты вместе с дождем или снегом попадают на земную поверхность (рис. 86). Зафиксированы случаи, когда дождевые капли были такими кислыми, как уксус.

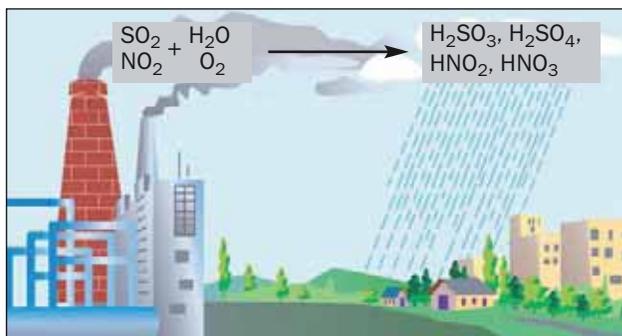


Рис. 86.
Образование
кислотного
дождя

Кислотные осадки негативно влияют на растения, вызывают болезни у животных, людей, разрушают строительные материалы, особенно мрамор и известняк (рис. 87), усиливают коррозию металлов.



Рис. 87.
Скульптура,
поврежденная
кислотными
осадками

Меры, направленные на уменьшение выбросов в атмосферу оксидов Сульфура и Нитрогена, являются одними из важнейших по охране природы. В современной теплоэнергетике отдадут предпочтение топливу, содер-

жащему как можно меньше примесей соединений Сульфура. Образование оксидов Нитрогена уменьшают путем снижения температуры сжигания топлива или горючего. Среди соответствующих мер в транспортной отрасли — изменение конструкций двигателей, режимов их работы, введение специальных добавок к горючему.

ВЫВОДЫ

Вода играет очень важную роль в природе. Она обеспечивает круговорот химических элементов, регулирует климат на планете. Без воды не могут существовать живые организмы.

Воду и водные растворы широко используют в разных отраслях промышленности, других сферах деятельности людей. Значительное количество воды расходуется в быту.

Попадание в воздух оксидов Сульфура и Нитрогена в составе промышленных и транспортных газовых выбросов приводит к образованию кислотных осадков, приносящих ущерб окружающей среде.



215. Назовите важнейшие звенья круговорота воды в природе.
216. Почему, на ваш взгляд, большинство химических заводов размещено вблизи рек?
217. Дайте несколько советов по экономии воды в быту.
218. Преобразуйте схемы реакций, которые происходят при обжиге металлических руд, в химические уравнения:
- а) $\text{ZnS} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{ZnO} + \text{SO}_2$;
- б) $\text{MoS}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{MoO}_3 + \text{SO}_2$.
219. Выведите формулу оксида Нитрогена, который взаимодействует с водой с образованием:
- а) нитритной кислоты HNO_2 ;
- б) нитратной кислоты HNO_3 .

220. Рассчитайте массу сульфур(IV) оксида, образовавшегося при сжигании 1 т угля с массовой долей Сульфура 6 %. Предположите, что соединения Сульфура, имеющиеся в угле, полностью вступили в соответствующие реакции с образованием сульфур(IV) оксида.

31

Проблема чистой воды

Материал параграфа поможет вам:

- выяснить источники загрязнения природной воды различными веществами;
- оценить важность мероприятий по очистке воды.

Загрязнение гидросферы. Вследствие деятельности людей в воду попадают разные вещества. В большинстве своем они пагубно влияют на окружающую среду, живые организмы.

Основным источником химического загрязнения океанической воды является водный транспорт. Большой вред фауне, жителям побережья наносят крушения танкеров, перевозящих нефть и нефтепродукты, аварии на нефтедобывающих платформах. Ежегодно в мировой океан выливается в среднем 10 млн т нефти. Каждая тонна ее растекается на поверхности воды площадью свыше 12 км² и создает пленку, которая изолирует воду от атмосферы, нарушает экологическое равновесие. К счастью, благодаря огромной массе воды в океанах загрязнения постепенно рассеиваются.

Наибольший вред морской воде оказывают стоки портовых городов, промышленных предприятий. Усугубляют загрязнение и реки, впадающие в моря. Из-за неудовлетворительной экологической ситуации периодически закрываются пляжи, зоны отдыха.

Реки также страдают от разнообразных стоков. По происхождению различают производственные стоки (от заводов, других промышленных предприятий) и хозяйственно-бытовые (от жилищных массивов, больниц, заведений питания и т. п.). Главными загрязнителями рек являются химическая, нефтеперерабатывающая, металлургическая, целлюлозно-бумажная, машиностроительная промышленности, а также сельское хозяйство (прежде всего — животноводство).

На окисление остатков органических веществ, попавших в воду, расходуется растворенный в ней кислород. От его недостатка гибнут рыба (рис. 88) и другие живые существа. Негативное воздействие на флору и фауну рек и озер оказывают остатки синтетических моющих средств. В последнее время возросло засорение водоемов отходами полимерных материалов — использованными пластиковыми бутылками, полиэтиленовыми пакетами, шинами, изделиями из резины и т. п.



Рис. 88.
Гибель
рыбы

Состояние рек и морей в Украине. Около 80 % населения нашей страны проживает в бассейнах двух рек — Днепра и Днестра. По мнению специалистов, экосистема Днепра в результате сооружения системы искусственных водохранилищ, масштабной мелиорации полей, функционирования вблизи реки больших промышленных комплексов полностью деградирована. Это касается и Днестра, в воде которого содержатся остатки удобрений, другие вредные вещества, а на дне — различные

техногенные отходы. Десна, воду которой загрязняет ряд промышленных предприятий, также нуждается в помощи.

Азовское море называют зоной экологической катастрофы. Значительная часть загрязнения этого моря приходится на металлургические заводы, другие промышленные предприятия Мариуполя, Керчи, Ростова. Реки выносят в Азовское море производственные стоки многочисленных заводов донецкого региона.

Черное море также загрязняется, но лишь в прибрежной зоне. Благодаря его значительной глубине и площади спустя некоторое время загрязнения рассеиваются.

Проблема чистой воды. От качества воды, которую мы пьем, используем для приготовления пищи, зависит состояние нашего здоровья. Вода, поступающая из водопровода, в основном отвечает утвержденным стандартам и гигиеническим нормам. Но иногда из кранов течет вода с неприятным запахом и привкусом, а в емкостях с ней появляется осадок. В этом случае она требует дополнительной очистки.

Люди часто используют воду из проверенных подземных источников, колодцев. Жители некоторых городов Украины берут воду из бюветов, в которые она поступает из глубины в сотни метров. Удовлетворительное качество имеет бутылированная и привозная питьевая вода (рис. 89).

Рис. 89.
Альтернатива
водопроводной
воде



Заметим, что постоянно пить очень чистую (дистиллированную) воду нельзя. Организм не будет получать в достаточном количестве Кальций, Магний, Сульфур и некоторые другие элементы, имеющиеся в природной воде. К тому же из организма будут «вымываться» нужные вещества, что может привести к размягчению костей, нарушению важных биологических процессов.

Охрана водоемов от загрязнения. Актуальными задачами человечества являются охрана водных ресурсов планеты и предотвращение их загрязнения (рис. 90).

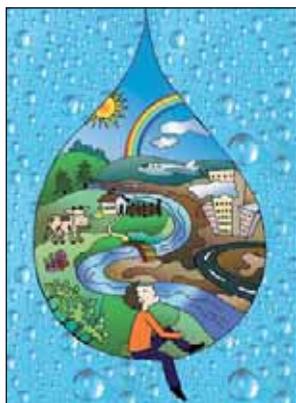


Рис. 90.
Вода — наше богатство

Гидросфера в определенной степени способна к самоочистке. Часть загрязнений со временем выпадает в осадок, некоторые вещества окисляются и превращаются в безопасные. В случае возможного попадания в природную воду растворимых токсичных примесей из стоков различного происхождения возникает острая необходимость в проведении водоохраных мероприятий. Важнейшими из них являются:

- усовершенствование процессов обезвреживания сточных вод;
- внедрение технологий, предусматривающих сокращение объемов стоков;

- возвращение в производство использованной воды после ее очистки.

Специалисты разрабатывают требования относительно необходимой степени очистки промышленных и бытовых стоков, которые гарантируют их безопасность для окружающей среды. Этим требованиям должны придерживаться на производстве, в городском хозяйстве.

Очистка воды на водоочистных станциях. Обезвреживание промышленных и бытовых стоков перед их сбросом в реку или море, а также подготовку воды для подачи в населенные пункты проводят на водоочистных станциях по разным схемам (рис. 91).



Рис. 91.
Сооружение
для очистки
промышленных
стоков

Прежде чем направить природную воду в водопровод, ее подвергают химическому и бактериологическому анализу. При установлении достаточного качества воды ее пропускают через слой песка или мелкого гравия, очищая от нерастворимых примесей — частиц почвы, глины и т. п. Затем в воду добавляют незначительное количество хлора или озона (проводят хлорирование или озонирование) для уничтожения бактерий и микроорганизмов. После этого ее опять анализируют и направляют в водопровод.

Для очистки промышленных стоков предприятий применяют много методов. Их выбирают в зависимости от наличия в стоках тех или иных примесей и их количества. Первым этапом обезвреживания стоков обычно явля-

ется фильтрование, иногда — отстаивание. После этого в сточные воды часто добавляют реагенты, которые взаимодействуют с веществами-загрязнителями. Продукты таких реакций удаляют или оставляют в стоках, если образовавшиеся вещества безопасны для окружающей среды и живых организмов. Кроме химических реакций, для очистки промышленных сточных вод используют физические явления. Например, некоторые вредные вещества, находящиеся в растворенном состоянии, поглощают активированным углем.

Бытовые стоки содержат преимущественно органические вещества. Их направляют в искусственные пруды с колониями бактерий, которые перерабатывают эти вещества в углекислый газ, азот, воду и др.

Очистка воды в домашних условиях. Часто воду перед использованием для питья, приготовления пищи кипятят. При температуре 100 °С в ней погибают микроорганизмы и бактерии, а часть растворенных природных веществ превращается в нерастворимые, которые постепенно оседают на дно сосуда. После отстаивания кипяченую воду сливают с осадка.

Достаточно эффективными для дополнительной очистки воды являются бытовые фильтры (рис. 92). В них содержатся природные или полученные химиками вещества, которые поглощают из воды многие неорганические и органические примеси.



Рис. 92.
Бытовой
фильтр для
очистки воды

ВЫВОДЫ

В гидросферу, как и другие части планеты, попадают недостаточно обезвреженные промышленные и бытовые стоки. Поэтому охрана водных ресурсов является актуальной проблемой.

Природную воду перед направлением в водопровод тщательно очищают от примесей и обеззараживают различными методами. Некоторые из них основаны на химических реакциях определенных реагентов с веществами-загрязнителями.



221. По материалам из интернета или других источников информации подготовьте небольшое сообщение на одну из таких тем:
- а) расходы воды на металлургических заводах, предприятиях химической, легкой, пищевой промышленности;
 - б) влияние остатков моющих средств в сточной воде на состояние природных водоемов;
 - в) вещества, очищающие воду в бытовых фильтрах.
222. Выясните, какие средства бытовой химии используются у вас дома. Какая приблизительная масса этих средств расходуется ежемесячно? Куда попадают остатки от них?
223. Набранная в бювете вода имеет слабый запах. Что вы предпримете, чтобы устранить его?

ДОМАШНИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Очистка воды

Вам известно, что природная вода содержит растворенные вещества. Некоторые из них при кипячении разлагаются с образованием нерастворимых соединений, которые оседают на дно сосуда, а иногда и покрывают его стенки. Смесь таких веществ называют накипью. Очистить воду от накипи можно отстаиванием или фильтрованием.

Налейте в сосуд небольшое количество водопроводной, речной или колодезной воды, прокипятите ее, затем налейте в два стакана и оставьте охлаждаться. Зафиксируйте образование накипи.

В одном стакане оставьте воду с накипью на некоторое время для отстаивания. Когда частицы накипи осядут на дно стакана, осторожно слейте воду в другой сосуд. Из второй порции воды удалите накипь фильтрованием. Для этого используйте хозяйственную воронку, в которую вложите немного ваты.

Проведите также опыт, имитирующий процесс очистки воды в бытовом фильтре. Налейте в два небольших стакана воды. Добавьте в один стакан каплю раствора бриллиантового зеленого (зеленки), а во второй — каплю иодной настойки. Перемешайте содержимое обоих стаканов и поместите в каждый 1—2 таблетки активированного угля (его можно приобрести в аптеке; это вещество используют во многих бытовых фильтрах).

Наблюдайте за изменением цвета жидкостей в стаканах.

Какое вещество быстрее поглощается активированным углем — бриллиантовый зеленый или иод?

Послесловие

Вот и закончился учебный год. Надеемся, вы с интересом изучали новый предмет — химию.

Знакомство с химией расширило ваши представления о природе. Вы узнали, что вещества подвергаются превращениям, которые называют химическими реакциями. Все вещества образованы химическими элементами — определенными видами атомов. В настоящее время известно 115 элементов. Важнейшие сведения о них имеются в периодической системе химических элементов.

В течение учебного года вы провели немало опытов с веществами в школьном химическом кабинете, а возможно, и дома, наблюдали за протеканием химических реакций, научились решать простые химические задачи, составлять химические формулы и химические уравнения.

Уроков химии в 8-м классе будет больше. Вы получите новые знания по этому предмету, приобретете новые умения и навыки.

Желаем вам, теперь уже восьмиклассникам, успехов в изучении химии, незабываемых впечатлений от проведенных химических опытов.

Ответы к задачам и упражнениям

Раздел 1. Первоначальные химические понятия

43. Кофе — растворимый или молотый. **44.** Можно. Нужно выпарить из раствора воду, но не полностью. **53.** В жидкости мог содержаться растворенный газ или вещество, которое при нагревании полностью превратилось в газ (газы). **121.** $m(\text{Ca}) = 19,04$ г; $m(\text{H}) = 0,96$ г. **122.** $m(\text{соединения}) = 200$ г. **123.** $x = 3$. **124.** Образец не является чистым соединением. **125.** 1б, 2а, 3б, 4а, 5а, 6б.

Раздел 2. Кислород

135. в) $w(\text{O}) = 53,3$ %. **137.** $m(\text{O}_2) = 2,99$ г. **142.** б) $2\text{AlBr}_3 + 3\text{Cl}_2 = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{Br}_2$. **152.** Нет. **155.** Учтите, что кислород немного тяжелее воздуха. **162.** а) $n = 1, 2, 3$ и 4 ; б) $n = 1, 3, 5$ и 7 . **163.** $w(\text{O}) = 68,6$ %. **164.** Вакуум образовался в колбе, в которой сожгли магний. **169.** б) $\text{CS}_2 + 3\text{O}_2 \stackrel{t}{=} \text{CO}_2 + 2\text{SO}_2$. **170.** б) $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \stackrel{t}{=} 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$. **172.** $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O} + 6\text{O}_2 \stackrel{t}{=} 4\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$.

Раздел 3. Вода

198. $m(\text{H}_2\text{O}) = 114$ г. **199.** $m(\text{соли}) = 18$ г; $V(\text{H}_2\text{O}) = 1982$ мл. **200.** $w(\text{вещества}) = 0,24$. **202.** $m(\text{глицерина}) = 8,8$ г. **203.** Необходимо добавить в раствор еще $0,42$ г мочевины. **204.** Необходимо добавить в раствор 10 мл воды. **206.** б) $\text{I}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HIO}_3$. **207.** г) Cl_2O_7 . **208.** а) $w(\text{O}) = 56,3$ %; б) $w(\text{O}) = 65,3$ %. **209.** $m(\text{NaOH}) = 750$ г. **210.** $w(\text{HNO}_3) = 24,4$ %. **214.** Можно, если хотя бы один из оксидов реагирует с водой. **218.** б) $2\text{MoS}_2 + 7\text{O}_2 \stackrel{t}{=} 2\text{MoO}_3 + 4\text{SO}_2$. **220.** $m(\text{SO}_2) = 120$ кг.

Словарь терминов

Атом — наименьшая электронейтральная частица вещества, состоящая из ядра и движущихся вокруг него электронов.

Атомная единица массы (сокращенно — *а. е. м.*) — $1/12$ массы атома Карбона.

Бинарное соединение — соединение, образованное двумя химическими элементами.

Валентность — способность атома соединяться с определенным количеством таких же или других атомов.

Высший оксид химического элемента — оксид, в котором элемент проявляет свое максимальное значение валентности.

Гидроксиды — соединения металлических элементов с общей формулой $M(\text{OH})_n$.

Гидроксильная группа — группа атомов OH .

Горение — химическая реакция, при которой выделяется теплота и появляется пламя.

Графическая формула — формула, в которой с помощью черточек показано, как атомы соединены в молекуле.

Группа (элементов) — столбец в периодической системе.

Дистиллированная вода — вода, очищенная путем перегонки (дистилляции).

Индикатор — вещество, изменяющее свой цвет в растворах щелочей и кислот.

Ион — заряженная частица, образовавшаяся в результате потери атомом или присоединения к нему одного или нескольких электронов.

Катализатор — вещество, которое вызывает реакцию или ускоряет ее, оставаясь после реакции неизменным.

Компонент — вещество, являющееся составной частью смеси.

Массовая доля растворенного вещества в растворе — отношение массы вещества к массе раствора.

Массовая доля элемента в соединении — отношение массы элемента к соответствующей массе соединения.

Материал — вещество или смесь веществ, которые используют в строительстве, для изготовления оборудования, предметов быта, художественных изделий и т. п.

Молекула — частица, состоящая из двух или большего количества соединенных атомов.

Неоднородная смесь — смесь веществ, в которой вещества (компоненты) можно обнаружить наблюдением.

Однородная смесь — смесь веществ, в которой вещества (компоненты) невозможно обнаружить наблюдением.

Окисление — химическое превращение вещества при участии кислорода.

Оксид — соединение, образованное двумя элементами, одним из которых является Кислород.

Органические вещества — соединения Карбона (с некоторыми исключениями).

Основания — гидроксиды многих металлических элементов.

Относительная атомная масса — отношение массы атома к $1/12$ массы атома Карбона.

Относительная молекулярная масса — отношение массы молекулы к $1/12$ массы атома Карбона.

Период — строка или две смежных строки в периодической системе.

Периодическая система химических элементов — таблица, в которой элементы размещены по возрастанию заряда ядер атомов.

Порядковый номер химического элемента — номер клетки периодической системы, в которой находится элемент.

Простое вещество — вещество, образованное одним химическим элементом.

Раствор — однородная смесь веществ.

Растворитель — компонент раствора, который находится в таком же агрегатном состоянии, что и раствор.

Реагент — вещество, вступающее в химическую реакцию.

Реакция разложения — реакция, при которой из одного вещества образуется несколько других веществ.

Реакция соединения — реакция, при которой из нескольких веществ образуется одно вещество.

Свойства вещества — признаки, по которым вещество отличается от другого вещества или подобно ему.

Сложное вещество, или химическое соединение, — вещество, образованное несколькими химическими элементами.

Схема химической реакции — запись реакции с помощью химических формул реагентов и продуктов.

Физические свойства вещества — свойства, которые определяют наблюдением или измерениями, без превращения вещества в другое вещество.

Физическое явление — явление, при котором вещество не превращается в другое вещество.

Химическая формула — обозначение атома, молекулы, вещества с помощью символов химических элементов и индексов.

Химические свойства вещества — свойства, которые характеризуют способность вещества вступать в определенные химические реакции.

Химический элемент — вид атомов с определенным зарядом ядра.

Химическое уравнение — запись химической реакции с помощью формул реагентов и продуктов, отвечающая закону сохранения массы веществ.

Химическое явление, или *химическая реакция*, — явление, при котором вещество (несколько веществ) превращается в другое (другие).

Химия — наука о веществах и их превращениях.

Щелочь — растворимое или малорастворимое в воде основание.

Электрон — отрицательно заряженная частица, составная часть атома.

Ядро атома — положительно заряженная составная часть атома.

Предметный указатель

А

Агрегатное состояние 38
Алхимия 13
Атом 39, 62
Атомная единица массы 72
Аэрозоль 51

Б

Бинарное соединение 90

В

Валентность 88
Вещество
 аморфное 38
 кристаллическое 38
 неорганическое 82
 органическое 82
 простое 75
 сложное 80
Вода
 очистка 191
 распространенность
 в природе 157
 строение молекулы 157
 физические свойства 158
 химические свойства 107, 171
Воздух 115

Г

Гидроксид (гидрат оксида) 172
Гидроксильная группа 173
Горение 141

Графическая формула 89
Группа элементов
(в периодической системе) 66

Д

Дистилляция *см.* Перегонка

З

Закон сохранения массы
веществ при химической
реакции 120

И

Индикатор 177
Ионы 63

К

Катализатор 128
Кислород 115
 биологическая роль 150
 открытие 125
 получение 125
 применение 151
 распространенность
 в природе 114
 собираение 128
 физические свойства 116
 химические
 свойства 134, 140
Кислотные осадки 184
Кислоты 174
Кристалл 38

Круговорот химического
элемента 140

М

Массовая доля
растворенного вещества 164

Массовая доля элемента
в соединении 98

Материал 37

Металлические элементы 78

Металлы 75

Молекула 40

Н

Неметаллические элементы 78

Неметаллы 76

О

Озон 152

Окисление 142

Оксиды 138

названия 138

химические

свойства 140, 172, 173

Основания 174

Относительная
атомная масса 72

Относительная
молекулярная масса 95

Относительная
формульная масса 96

П

Пена 50

Перегонка 56

Период (в периодической
системе) 66

Периодическая система
химических элементов 66

Порядковый номер
химического элемента 66

Р

Распространенность
химических элементов 69, 114

Раствор 49

Растворитель 161

Реагент 103

Реакция

разложения 127

соединения 135

С

Свойства вещества
физические 42

химические 106

Смеси

неоднородные 50

однородные 48

Соединение *см.* Вещество
сложное

Состав вещества

качественный 86

количественный 86

Суспензия 51

Схема химической реакции 118

Ф

Физическое явление 102

Фотосинтез 150

Х

Химическая реакция 103

Химическая формула 84

Химический элемент 63

Химическое уравнение 122

Химическое явление *см.*

Химическая реакция

Химия 5

Щ

Щелочи 74

Э

Электрон 39, 63

Эмульсия 51

Я

Ядро атома 39, 63

Литература для учащихся

1. Аликберова Л. Ю. Занимательная химия: Книга для учащихся, учителей и родителей / Л. Ю. Аликберова. — М. : АСТ-ПРЕСС, 2002. — 560 с.
2. Большая детская энциклопедия: Химия / сост. К. Люцис. — М. : Русское энциклопедическое товарищество, 2001. — 640 с.
3. Василега М. Д. Цікава хімія / М. Д. Василега. — К. : Рад. шк., 1989. — 188 с.
4. Карцова А. А. Химия без формул / А. А. Карцова. — СПб. : Авалон; Азбука-классика, 2005. — 112 с.
5. Крикля Л. С. Хімія: задачі та вправи. 8 клас / Л. С. Крикля, П. П. Попель. — К. : ВЦ «Академія», 2002. — 232 с.
6. Левицкий М. М. Увлекательная химия. Просто о сложном, забавно о серьезном / М. М. Левицкий. — М. : АСТ ; Астрель, 2008. — 448 с.
7. Леенсон И. А. 100 вопросов и ответов по химии : учеб. пособие / И. А. Леенсон. — М. : АСТ ; Астрель, 2002. — 347 с.
8. Леенсон І. А. Дивовижна хімія / І. А. Леенсон. — Х. : Ранок, 2011. — 176 с.
9. Мур Дж. Химия для «чайников» : пер. с англ./ Дж. Мур. — М. : Вильямс, 2007. — 320 с.
10. Попель П. П. Хімія. 7 клас. Задачі та вправи / П. П. Попель, Л. С. Крикля. — К. : ВЦ «Академія», 2015. — 72 с.
11. Степин Б. Д. Занимательные задания и эффектные опыты по химии / Б. Д. Степин, Л. Ю. Аликберова. — М. : Дрофа, 2002. — 432 с.
12. Степин Б. Д. Книга по химии для домашнего чтения / Б. Д. Степин, Л. Ю. Аликберова. — М. : Химия, 1995. — 400 с.
13. Химия: Иллюстрированная энциклопедия школьника. — М. : Мир энциклопедий, 2006. — 96 с.
14. Химия: Школьный иллюстрированный справочник : пер. с англ. — М. : РОСМЭН, 1998. — 128 с.

15. Химия: Энциклопедия химических элементов / под ред. проф. А. М. Смолеговского. — М. : Дрофа, 2000. — 432 с.
16. Энциклопедический словарь юного химика / сост. В. А. Крицман, В. В. Станцо. — М. : Педагогика, 1990. — 319 с.
17. Энциклопедия для детей. Т. 17. : Химия / глав. ред. В. А. Володин. — М. : Аванта+, 2000. — 640 с.
18. Яковішин Л. О. Цікаві досліді з хімії: у школі та вдома / Л. О. Яковішин. — Севастополь : Біблекс, 2006. — 176 с.

Интернет-сайты, которые содержат интересный материал по химии

1. <http://www.alhimik.ru>
2. <http://chemistry-chemists.com>
3. <http://chemworld.narod.ru>
4. <http://www.hemi.nsu.ru>
5. <http://www.hij.ru>
6. <http://www.xumuk.ru>

Содержание

Уважаемые семиклассники	3
-------------------------------	---

Введение

§ 1. Химия — естественная наука	5
§ 2. Как возникла и развивалась наука химия.....	12
§ 3. Правила работы в химическом кабинете. Лабораторная посуда и оборудование.....	17
§ 4. Простейшие операции в химическом эксперименте. Правила безопасности в химическом кабинете	25
Практическая работа № 1. Правила безопасности во время работы в химическом кабинете. Приемы обращения с лабораторной посудой, штативом и нагревательными приборами. Строение пламени	31

Раздел 1

Первоначальные химические понятия

§ 5. Вещества. Атомы, молекулы.....	35
§ 6. Физические свойства веществ. Как изучают вещества	42
<i>На досуге.</i> Свойства некоторых веществ	47
§ 7. Чистые вещества и смеси.....	47
§ 8. Методы разделения смесей	53
<i>Для любознательных.</i> Разделение смесей при добыче полезных ископаемых	58

Практическая работа № 2.	
Разделение неоднородной смеси.....	59
§ 9. Атомы. Химические элементы	62
<i>Для любознательных.</i> Распространенность	
химических элементов	69
§ 10. Масса атома. Относительная атомная масса	71
§ 11. Простые вещества. Металлы и неметаллы	75
§ 12. Сложные вещества	80
§ 13. Химические формулы	84
§ 14. Валентность химических элементов.....	88
<i>Для любознательных.</i> Валентность	
химического элемента и его размещение	
в периодической системе.....	93
<i>На досуге.</i> «Изготавливаем» молекулы	94
§ 15. Относительная молекулярная масса.....	94
§ 16. Массовая доля элемента в сложном веществе	97
§ 17. Физические и химические явления	
(химические реакции).	
Химические свойства веществ.....	102
<i>На досуге.</i> Изменение цвета	
при химической реакции	109
<i>Домашний эксперимент.</i> Взаимодействие	
питьевой соды с лимонной кислотой,	
соком квашеной капусты, кефиром	109
Практическая работа № 3.	
Исследование физических и химических явлений.....	109
<i>Для любознательных.</i> Физические	
и химические явления при выведении пятен	111

Раздел 2

Кислород

§ 18. Оксиген. Кислород.....	113
§ 19. Схема химической реакции. Закон сохранения	
массы веществ при химической реакции.	
Химическое уравнение.....	117
§ 20. Получение кислорода	125
Практическая работа № 4.	
Получение кислорода разложением гидроген	
пероксида, сборание и подтверждение его наличия	131

<i>На досуге.</i> Каталитическое действие веществ, содержащихся в овощах, на разложение водорода пероксида	133
§ 21. Химические свойства кислорода: реакции с простыми веществами. Оксиды	134
§ 22. Химические свойства кислорода: реакции со сложными веществами. Процессы окисления	140
<i>На досуге.</i> Гашение пламени	144
§ 23. Опасные вещества и их маркировка	145
§ 24. Круговорот Кислорода в природе. Биологическая роль и применение кислорода	148

Раздел 3

Вода

§ 25. Вода	156
§ 26. Раствор и его компоненты. Вода как растворитель	160
§ 27. Количественный состав раствора. Массовая доля растворенного вещества	163
<i>Домашний эксперимент.</i> Приготовление водного раствора поваренной соли	171
§ 28. Реакции воды с оксидами	171
§ 29. Обнаружение щелочей и кислот в растворах с помощью индикаторов	177
<i>На досуге.</i> Индикаторы в растениях	180
§ 30. Значение воды и водных растворов. Кислотные осадки	181
§ 31. Проблема чистой воды	187
<i>Домашний эксперимент.</i> Очистка воды	193
Послесловие	195
Ответы к задачам и упражнениям	196
Словарь терминов	197
Предметный указатель	200
Литература для учащихся	202

Навчальне видання

ПОПЕЛЬ Павло Петрович
КРИКЛЯ Людмила Сергіївна

ХІМІЯ

Підручник для 7 класу
загальноосвітніх навчальних закладів
з навчанням російською мовою

Переклад з української мови П. П. Попеля

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Редактор Г. Т. Сенькович
Коректор Н. А. Ганжа
Художнє оформлення В. М. Штогриня
Комп'ютерна верстка Є. М. Байдюка

Формат 60×90/16. Ум. друк. арк. 12. Зам.

Видавничий центр «Академія»,
м. Київ, вул. Дегтярівська, 38—44.
Тел./факс: (044) 483-12-11; 456-84-63.
E-mail: academia.book@gmail.com
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 555 від 03.08.2001 р.

Попель П. П.
П57 Химия : учеб. для 7 кл. общеобраз. учебн. завед. с обучением на рус. яз. / П. П. Попель, Л. С. Крикля ; пер. с укр. П. П. Попеля. — К. : ИЦ «Академия», 2015. — 208 с. : ил.

Учебник подготовлен в соответствии с программой по химии для 7—9 классов общеобразовательных учебных заведений. Он содержит теоретический материал разделов «Первоначальные химические понятия», «Кислород», «Вода», практические работы, лабораторные опыты, упражнения, задачи, задания для домашнего эксперимента, дополнительный материал для любознательных, а также словарь терминов, предметный указатель, список литературы и интернет-сайтов для использования учениками.

УДК 547(075.3)
ББК 24.2я721