ИЗДАТЕЛЬСТВО
РАНОК

А. В. Григорович

ИНТЕРНЕТ-
ПОДДЕРЖКА

ХИМИЯ

7 КЛАСС

УДК [54:37.016](075)
ББК 24.1я721
Г 83

Рекомендовано Министерством образования и науки Украины
(приказ Министерства образования и науки Украины от 20.07.2015 г. № 777)

Рецензенты:

Е. В. Кот, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры биохимии Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина;

С. В. Шкумат, учитель химии Харьковской гимназии № 116 Харьковского городского совета Харьковской области, учитель высшей категории, учитель-методист

Григорович А. В.

Г 83 Химия : учебник для 7 класса общеобразоват. учебн. заведений с обучением на русском языке / А. В. Григорович. — Харьков : Изд-во «Ранок», 2015. — 192 с. : ил.

ISBN 978-617-09-2677-7

Учебник содержит весь теоретический материал, предусмотренный действующей программой по химии для 7 класса, разработки практических работ, лабораторных опытов и домашних экспериментов. К каждому параграфу есть выводы, вопросы для контроля знаний и задания для усвоения материала. Теоретический материал дополнен рубриками с интересной информацией: фактами из истории химии, сведениями о выдающихся ученых и интересными лингвистическими задачами, которые помогут запомнить новые термины. В конце учебника есть словарь терминов, алфавитный указатель, приложения с полезной информацией и ответы к расчетным задачам.

На страницах учебника учащиеся найдут ссылки на сайт interactive.ranok.com.ua, где размещены задания для самоконтроля и демонстрационные видео химических опытов.

Предназначен для учащихся 7 классов общеобразовательных учебных заведений.

УДК [54:37.016](075)
ББК 24.1я721

ІНТЕРНЕТ-ПІДТРИМКА
Для користування електронними додатками до підручника увійдіть на сайт interactive.ranok.com.ua

Служба технічної підтримки:
тел. (098) 037-54-68
(понеділок–п'ятниця з 9.00 до 18.00)
E-mail: interactive@ranok.com.ua

ISBN 978-617-09-2677-7

© Григорович А. В., 2015
© ООО Издательство «Ранок», 2015

www.e-ranok.com.ua

Химики — это люди, которые действительно понимают, как устроен мир.
Лайнус Полинг,
дважды лауреат Нобелевской премии

Знакомство с учебником

Вы начинаете изучать одну из самых удивительных наук — химию. Она дает ключ к познанию множества природных явлений и разгадок тайн природы. Вместе с биологией и физикой химия относится к числу наук, которые изучают природу. Вокруг нас происходит множество химических процессов, в результате которых одни вещества превращаются в другие. Большинство химических реакций почти незаметны, но некоторые из них вы можете наблюдать: как горит костер или газ в печи, как ржавеет железный гвоздь или как осенью желтеют листья на деревьях. Для того чтобы понять суть происходящих процессов и научиться ими управлять, человеку необходимы знания по химии.

Прежде чем приступить к изучению химии, ознакомьтесь со своим учебником. Обратите внимание на его структуру и содержание. Учебник построен таким образом, чтобы вам было легко с ним работать. Весь теоретический материал сгруппирован по четырем разделам, состоящим из параграфов.

Каждый параграф поделен на части. Небольшими порциями легче воспринимать информацию. Заканчивается параграф выводами и практическим блоком, состоящим из контрольных вопросов, заданий для усвоения материала, разработок лабораторных опытов и практических работ. Некоторые вопросы обозначены звездочкой (*). Это задания проблемно-поискового содержания. Возможно, вам будет непросто сразу найти на них ответ. Обдумайте эти вопросы в свободное время, обратитесь к дополнительным источникам информации или обсудите с учителем на уроке.

В параграфах есть дополнительная интересная информация: факты из истории химии, сведения о выдающихся ученых и лингвистические задачи, которые помогут вам запомнить новые термины.

В учебнике вы также найдете разработки лабораторных опытов и практических работ. В них подробно прописан порядок действий, следуя которому вы легко их выполните. Применить теоретические знания в повседневной жизни вам помогут интересные домашние эксперименты. Выполняя их, обязательно соблюдайте правила безопасности.

www.e-ranok.com.ua

В конце учебника есть словарь терминов, алфавитный указатель, приложения с полезной информацией и ответы к расчетным задачам.

Электронное приложение к учебнику

На страницах учебника вы найдете ссылки на сайт, где размещены видеоролики с химическими опытами и тестовые задания для контроля знаний по изученным темам. Тестирование происходит в онлайн-режиме. Сразу после выполнения заданий вы получите результат, который позволит вам оценить свой уровень усвоения знаний.

Для работы с электронным приложением выполните следующие действия:

1. Зайдите на сайт http://interactive.ranok.com.ua.
2. Найдите раздел «Електронні додатки до підручників».
3. Выберите название учебника «Химия. 7 класс».
4. В разделе «Материалы к учебнику» выберите тему и нажмите «Розпочати роботу».
5. Выберите для просмотра видеоролик химического опыта или выполните тестовые задания для проверки знаний.

Условные обозначения

— важная информация, которую нужно запомнить;

— выводы к параграфу;

— контрольные вопросы;

— задания для закрепления знаний;

— интересные факты;

— ссылка на сайт http://interactive.ranok.com.ua.

Искренне надеемся, что этот учебник расширит ваш кругозор, подтолкнет вас к поиску новой информации, а возможно, направит к получению будущей профессии — химика.

Желаем вам успехов в учебе!

www.e-ranok.com.ua

ВВЕДЕНИЕ

В этом разделе вы узнаете…

- где используют знания по химии;
- когда возникла наука химия;
- что означает слово «химия»;
- какую посуду используют химики;
- чего не следует делать в химической лаборатории.

§ 1. Химия — естественная наука

Широко простирает химия
руки свои в дела человеческие.
М. В. Ломоносов

Что изучает химия?

Вы уже знаете, что окружающий нас мир состоит из различных веществ. Мы дышим кислородом воздуха, а выдыхаем углекислый газ. Наша жизнь невозможна без воды, которая наполняет реки и моря, нависает в небе грозовой тучей и мерцает в виде льда на горных вершинах. Мы живем в домах из кирпича и бетона, а на пляже строим замки из песка. Мы пользуемся мылом, зубной пастой, духами, а при простуде принимаем лекарства и витамины. Все это — примеры веществ, которые встречаются в природе или созданы человеком (рис. 1).

а

б

в

Рис. 1. Вещества в природе: *а* — вода; *б* — песок; *в* — камни

www.e-ranok.com.ua

а *б*

Рис. 2. Превращение веществ в природе: *а* — скисание молока; *б* — превращение дров в золу при горении костра

В курсе природоведения вы ознакомились с веществами и некоторыми их свойствами. Вы знаете, что вещества в природе взаимодействуют друг с другом. Они могут изменяться, превращаясь в новые вещества: железо ржавеет на влажном воздухе, покрываясь рыжим налетом; молоко скисает в тепле, образуя простоквашу; дрова горят в печи, превращаясь в золу (рис. 2).

Веществам присущи различные свойства, и нам важно их знать, чтобы применять с пользой для себя и не наносить ущерб окружающей природе. Все разнообразие веществ, их свойства и происходящие с ними явления изучают химики.

Химия — это наука о веществах и их превращениях.

Предметом изучения химии являются вещества и происходящие с ними превращения.

Основная задача химии — изучение свойств, состава и строения веществ, а также условий, при которых вещества могут превращаться в другие вещества.

Основываясь на сведениях о свойствах веществ, ученые предлагают пути их возможного использования в быту или промышленности. Современные химики могут получать вещества с заранее заданными свойствами, например различные лекарства и пластмассы. Использование уже известных веществ, а также получение новых веществ для удовлетворения потребностей человека — еще одна задача химии.

Вещества и их взаимопревращения интересуют не только химиков. Рассмотрим, например, малахит — камень зеленоватого цвета

www.e-ranok.com.ua

а *б* *в*

Рис. 3. Малахит (*а*) и изделия из него:
малахитовая шкатулка (*б*); ювелирные украшения (*в*)

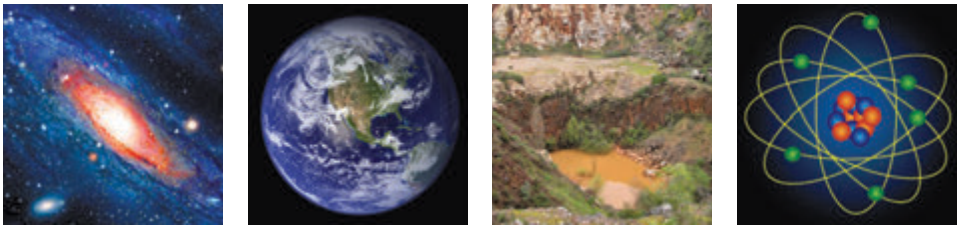
с темными прожилками (рис. 3а). Для химика это одно из соединений химического элемента Купрума. Геолог заинтересуется им потому, что в природе малахит сопровождает месторождения других полезных минералов. А для ювелира малахит является прекрасным поделочным камнем (рис. 3б, 3в). Такие вещества, как пенициллин и гемоглобин, являются объектами изучения не только химиков, но также медиков и биологов. Металлы в качестве проводников электрического тока интересуют физиков и электротехников, а в качестве прочных конструкционных материалов — архитекторов. Строителю важны явления, происходящие при затвердевании бетона, а повару — процессы во время варки или квашения овощей. Представителям многих профессий важно знать свойства веществ, которые они используют, поэтому им нужны знания по химии.

Химия — область естествознания

Химия — одна из наук о природе, или *естественная наука*. Естественными являются и другие дисциплины, которые вы изучаете в школе,— и география, и физика, и биология. Это разные области естествознания.

В природе все взаимосвязано, и изучать ее нужно во всем разнообразии. Комплексный подход к изучению природы очень сложен, он требует знаний в различных областях. Как образуются горные породы? Почему со временем разрушаются подземные трубопроводы? Почему увеличение количества углекислого газа в атмосфере ведет к потеплению климата на планете? Невозможно представить человека, который знал бы ответы на все подобные вопросы. Поэтому уже давно произошло разделение естествознания на отдель-

www.e-ranok.com.ua



а *б* *в* *г*

Рис. 4. Естественные науки и объекты их изучения: *а* — Вселенную, галактики и звезды изучает астрономия; *б* — отдельные планеты изучают как физика, так и биология; *в* — химический состав почв и воды изучает химия; *г* — частицы, из которых состоят вещества,— атомы — изучают химия и ядерная физика

ные области: географию, геологию, биологию, физику, астрономию, химию и др. Каждая из этих наук имеет свои объекты изучения (рис. 4), свои особенности, свои методы исследований и пути применения полученных знаний на практике.

Химия тесно связана с другими науками о природе, особенно с физикой и биологией. На стыке этих дисциплин возникают смежные области науки. Например, физическая химия, изучающая химические процессы с точки зрения физики, или, наоборот, химическая физика, рассматривающая химические основы физических явлений. Изучением процессов, происходящих в живых организмах, занимается биохимия. Известны и другие смежные области химии, которые связывают ее с биологией, медициной и сельским хозяйством,— это фармацевтическая химия (химия лекарств), токсикологическая химия (химия ядов), агрохимия. Химия связана с астрономией (астрохимия и космохимия), с геологией и географией (геохимия). Химия имеет также самостоятельные разделы: органическая химия, неорганическая химия и др. На уроках химии в школе вы в основном будете изучать общую химию, а также химию органических и неорганических веществ.

Химия в промышленности

Химия не только область естествознания, но и сфера производственной деятельности человека. Где бы мы ни были: дома или на заводе, на теплоходе или в поезде, глубоко под землей или далеко в космосе — везде мы сталкиваемся с результатом использования химических знаний, с продуктами химической промышленности.

www.e-ranok.com.ua

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Технический прогресс невозможен без металлов. Но большинство из них не встречаются в природе в чистом виде. Их получают из металлических руд в результате химических превращений.

ХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Нас повсюду окружают материалы, которые не встречаются в природе: резины и пластмассы, клеи, лаки, шампуни, моющие средства и т. д. Если бы не открытия химиков, то эти материалы остались бы для нас неизвестными.

ЛАКОКРАСОЧНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Природа вокруг нас богата яркими красками. И все, что производим, мы также пытаемся украсить. Но краски, устойчивые к стирке, сильному освещению и перепаду температур, без химических знаний создать невозможно.

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Вырастить богатый урожай помогают минеральные удобрения, защитить растения от вредителей — пестициды. Все эти вещества созданы с применением химических знаний.

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

При изготовлении пищевых продуктов сегодня используются различные вещества: вкусовые добавки и эссенции, красители и разрыхлители для теста.

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Без химии не может обойтись и современная медицина. Человеку нужны разные лекарства — от простого аспирина до сложных препаратов против СПИДа и рака.

ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Мы ежедневно сталкиваемся с продукцией целлюлозно-бумажной промышленности: тетради, плакаты, обои, учебник, который вы держите в руках.

www.e-ranok.com.ua

Химия и окружающая среда

Часто люди относятся к химии без должного уважения. Они упоминают не ее достижения, а погибшую рыбу в реке, выжженную растительность возле химических заводов и аллергию на стиральные порошки. Конечно же, наука не виновата в том, что ее достижения часто используют неправильно и наносят ущерб здоровью человека и окружающей среде. Любые знания могут как нанести ущерб, так и принести пользу. Все зависит от того, как этими знаниями пользоваться.

Поэтому еще одной важной задачей химии является рациональное использование веществ человеком. Для этого необходимо знать свойства веществ, возможные области их применения, благоприятное и негативное влияние на организм человека и природу.

Выводы:

1. Химия — наука о веществах и их взаимопревращениях. Основная задача химии — изучение свойств, состава и строения веществ, а также условий, при которых одни вещества могут превращаться в другие.
2. Химия — одна из наук о природе. Вместе с физикой, биологией, географией и другими науками она составляет область науки — естествознание. Все эти науки исследуют природу, но по-разному.
3. Химические знания используются человеком почти во всех сферах деятельности: в промышленности, быту, медицине и т. д.

Контрольные вопросы

1. Что изучает химия?
2. Какие науки относятся к естественным наукам?
3. Назовите основные задачи химии.
4. В каких отраслях промышленности используются знания по химии и что является продуктами этих отраслей?

Задания для усвоения материала

1. Из приведенного перечня выпишите отдельно объекты, которые встречаются в природе, и объекты, изготовленные человеком: вода, мыло, стекло, мел, сметана, нефть, песок, сталь, мрамор, резина, сахар, молоко.

www.e-ranok.com.ua

2. Пользуясь рисунком 4 на с. 8 и знаниями, полученными ранее, назовите, что является объектом изучения: а) астрономии; б) биологии; в) географии; г) физики. В чем проявляется связь между предметами изучения этих наук и тем, что изучает химия?

3. Что, по вашему мнению, изучают биохимия, космохимия, геохимия, агрохимия, кристаллохимия и аналитическая химия?

4. Назовите продукты химических производств, которые используются вами или вашими близкими в повседневной жизни.

5. Приведите примеры неблагоприятного влияния химии на окружающую среду или человека и примеры, когда знания по химии помогают решать сложные проблемы природопользования.

6. Опишите, какой была бы ваша жизнь, если бы в ней не было продуктов химического производства. Охарактеризуйте роль химии в современном мире.

7*. Узнайте у взрослых, есть ли в вашем городе, поселке или области химические предприятия. Какие? Что они производят? Как они влияют на окружающую среду? Может ли человек отказаться от продуктов этих производств? Ответ обоснуйте.

§ 2. Краткие сведения из истории химии

Ремесленная химия

Первые химические знания возникли у самых истоков цивилизации — в те времена, когда человек научился получать и поддерживать огонь, когда зарождались ремесла и искусства. Люди научились применять простейшие химические превращения для удовлетворения своих потребностей в тепле, одежде, пище. Прежде всего, это было

Рис. 5. Такую простую, но очень удобную посуду изготовляли ремесленники еще 5 тыс. лет назад

www.e-ranok.com.ua

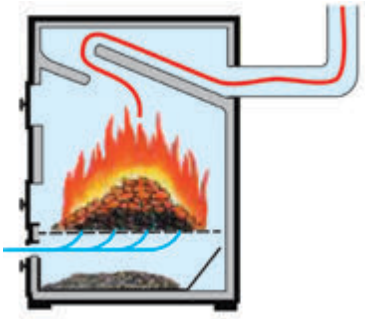


Рис. 6. Печь с нижней подачей воздуха. За счет такой конструкции температура пламени значительно повышается, что позволяет выплавлять металлы и обжигать керамику

связано с использованием огня. Пойманную дичь можно было сварить — и она меняла цвет и вкус. Глиняную посуду можно было обжечь — и она становилась более прочной (рис. 5, с. 11). В оставшейся от костра золе человек находил стеклянные шарики, которые образовались из песка при высокой температуре.

Пламя внутри костра разогревает предметы до температуры 700–800 °С. При такой температуре невозможно было варить стекло, плавить металлы, выпекать керамику. Древнейшие ремесла — крашение тканей, изготовление парфюмерии и лекарств — не требовали сильного нагревания. Изобретение печи с нижней подачей воздуха (рис. 6) позволило получать температуру около 1000–1200 °С. После этого начали активно развиваться металлургия и производство керамики — горшков, ваз (рис. 7), кафеля, кирпича, стекла (рис. 8).

Постепенно, век за веком, накапливались знания и опыт. Люди овладевали ремеслами, что в свою очередь способствовало развитию цивилизации. История человечества неразрывно связана с получением

Рис. 7. Древние изделия из фарфора. Фарфор впервые начали изготавливать китайские ремесленники в III в. до н. э.

Рис. 8. Древние изделия из стекла. Стекло варили в Месопотамии еще в III–IV тыс. до н. э.

www.e-ranok.com.ua

Рис. 9. Изделия трипольской культуры

необходимых человеку вещей — пороха, бумаги, красок, топлива, цемента, стали, стекла и многих других веществ, которые не встречаются в природе в готовом виде.

С появлением ремесел возникла и древнейшая из разновидностей химии — *ремесленная химия*. Она еще не была наукой в современном понимании, а была лишь определенным набором знаний о веществах и их превращениях. Однако ремесленный период можно назвать первым этапом становления химии.

Развитие ремесел происходило и на территории Украины. Около 6 тыс. лет назад в центральной части Украины существовала так называемая трипольская культура, для которой было характерным изготовление изделий из меди, развитие гончарного и кожевенного ремесел (рис. 9).

Химия в античном мире

Значительный вклад в развитие ремесел внесли древние цивилизации — города-государства Междуречья, Древний Египет и Древняя Греция.

Древний Египет считался общепризнанным центром ремесленной химии. Наиболее востребованными химическими ремеслами были изготовление, отбеливание и крашение тканей, изготовление украшений из стеклянных бусин и, конечно же, выплавка металлов: меди, бронзы, железа. В Древнем Египте большое внимание уделяли косметике. Египтянки пользовались мылом и кремами, красили ногти, губы, брови и волосы. Краски, изготовленные в Древнем Египте,

www.e-ranok.com.ua

Рис. 10. Рисунки на стенах египетских дворцов и храмов выполнены красными, желтыми и коричневыми красками. Эти краски до сих пор не утратили своей яркости

сохранились по сей день и поражают своей стойкостью и яркостью (рис. 10). Египетские жрецы собирали, записывали и сохраняли информацию о ремеслах, оберегая ее от посторонних.

Первые попытки дать знаниям ремесленников научное обоснование были предприняты в Древней Греции. Именно там возникла наука *античная философия*. Ее раздел о внутреннем строении вещей и превращении одних веществ в другие иногда называют *античной химией*. Древнегреческие философы первыми предложили теорию строения вещества, согласно которой все предметы состоят из мельчайших неделимых частиц — атомосов.

Возникновение слова «химия»

Поскольку химические знания у древних народов по обыкновению ассоциировались с Египтом, их начали называть египетскими. Возможно, слово «химия» (латин. *khemeia*) происходит от древнего названия Египта (на древнеегипетском языке оно звучало как «хам» — *Kham*), следовательно, оно должно означать «египетское искусство». Однако сегодня более популярным является предположение, что слово

Древнегреческий философ-материалист. Родился в г. Абдера во Фракии. Его подробная биография не известна, согласно некоторым источникам, он много путешествовал (в Египет, Вавилон, Персию, Эфиопию и Индию) и имел энциклопедические познания во многих областях. Демокрит изучал все известные в то время науки: этику, математику, физику, астрономию, медицину, теорию музыки и др. Из многочисленных трудов Демокрита до наших дней сохранилось лишь 300 фрагментов. Эти работы отличаются простотой, ясностью изложения и поэтичностью. Демокрит первым выдвинул гипотезу, что все тела состоят из мельчайших неделимых частиц — атомосов.

Демокрит
(470–360 гг. до н. э.)

www.e-ranok.com.ua

«химия» происходит от греческого «химос», что означает «сок растения». Тогда «химия» означает «искусство выделения соков».

В греческом языке сок, о котором идет речь, мог также означать и расплавленный металл, поэтому «химия» может трактоваться как «искусство металлургии». Также существует версия, что слово «химия» происходит от «Хемес» — имени легендарного мудреца Гермеса Трисмегиста. Согласно легендам, на его могильной плите был записан рецепт изготовления философского камня — вещества, которое превращает любой металл в золото.

Алхимический период

Шли столетия, угасла древнегреческая цивилизация, под давлением варваров пришел в упадок Древний Рим. В Европе начала распространяться новая религия — христианство. В Средние века христианская церковь считала химические знания порождением темных сил. Ученые преследовались священнослужителями и были вынуждены заниматься наукой тайком, а результаты своих работ шифровать или записывать символами (рис. 11).

Рис. 11. Гравюра из трактата известного алхимика Василия Валентина, где зашифрована одна из стадий получения философского камня: девушка с цветком — это медь; старик с горном означает сильное нагревание; лев — ртуть; реторта сзади и амур означают, что льва необходимо «смешать» с девушкой в реторте. (Реторта — круглодонный стеклянный сосуд с длинной изогнутой горловиной.)

www.e-ranok.com.ua

Рис. 12. Ученый и его ученики в средневековой алхимической лаборатории

Но химия не исчезла: знания частично сохранились на Ближнем Востоке и в Средней Азии, где к наукам в те времена относились благосклоннее. В первые века нашей эры восточная цивилизация вступила в стадию расцвета и способствовала дальнейшему развитию наук.

В VIII в. н. э. арабы начали завоевание Европы. Вместе с завоевателями на оккупированные земли пришла их культура и наука, в том числе и химия, но уже под новым названием — *алхимия*. И хотя сегодня слово «алхимия» ассоциируется с обманом и шарлатанством, на самом деле алхимики были очень образованными людьми своего времени. Их вклад в развитие химии, медицины, биологии и других наук сложно переоценить. За 800–900 лет они открыли больше новых веществ, чем все человечество за предыдущие 5 тыс. лет. Алхимики довели до совершенства методы получения и очистки металлов, разработали новые способы изготовления лекарств, изобрели декоративные сорта стекла. Почти вся современная химическая посуда была придумана алхимиками (рис. 12).

Алхимия занималась не только ремесленными проблемами. Ученые-алхимики пытались раскрыть секреты происхождения жизни и человека (теория гомункулуса), изобрести средство от старости (эликсир молодости), изготовить лекарство от всех болезней (панацею), найти универсальный растворитель (алкагест) и даже изобрести вещество, которое превращает все металлы в золото (философский камень). Все эти грандиозные проекты закончились неудачей, но внесли большой вклад в науку и способствовали развитию химии.

www.e-ranok.com.ua

Выдающийся английский ученый, занимался проблемами биологии, медицины, физики, химии, философии и теологии. Бойль первым отбросил префикс *аль-* в слове «алхимия», с тех пор наука начала называться химией. Его труды ознаменовали переход от средневековой алхимии к той химии, которую мы знаем сейчас, следовательно, его можно назвать основателем современной химии. Разработал первую теорию химической связи (сродства́ веществ), предложил использовать некоторые вещества для выявления в растворе кислот и щелочей (кислотно-осно́вные индикаторы).

Роберт Бойль
(1627–1691)

Современная химия

Химия как наука в современном понимании начала развиваться в XVII в. Многие считают основоположником современной химии английского ученого Роберта Бойля, эксперименты которого положили начало химии как самостоятельной науке.

Становление химии связано с внедрением практики измерений во время экспериментов. Химикам стало важно знать не только, как вещества реагируют, но и какова масса образовавшегося продукта или объем выделившегося газа. Измерения помогли установить количественные законы химии: закон сохранения массы вещества (М. В. Ломоносов, 1748 г. и А. Лавуазье, 1789 г.), закон объемных отношений (Ж. Гей-Люссак, 1808 г.) и др.

Очень бурно развивалась химия в XIX в. В начале столетия английский ученый Джон Дальтон заложил основные принципы, которые со временем были сформулированы в виде атомно-молекулярного учения. Шведский химик Ян Берцелиус разработал систему химических символов. В сфере химии начали работать сотни ученых во всем мире. Они сформулировали десятки законов и принципов. В этот период было открыто вдвое больше химических элементов, чем за предыдущие тысячелетия.

В середине XIX в. выдающимся российским ученым Д. И. Менделеевым был сформулирован периодический закон, который дал толчок развитию неорганической химии. Именно в это время его соотечественник А. М. Бутлеров сформулировал теорию строения органических веществ, которая стала основой развития органической химии.

www.e-ranok.com.ua

Рис. 13. Ученый в современной химической лаборатории

За последние двести лет химия прошла огромный путь и превратилась в развитую науку, которая основана на фундаментальных теоретических принципах и стала могучим орудием в умелых руках ученых (рис. 13).

Конечно же, на страницах учебника невозможно подробно рассказать о становлении и развитии химии со множеством интересных историй и легенд. Но по мере изучения этой науки мы неоднократно будем возвращаться к истории развития отдельных идей или понятий.

Лингвистическая задача

Слово «античная» означает то, что связано с эпохой древних греков и римлян, «фило» — означает люблю, а «софия» — мудрость. Что, по вашему мнению, означает выражение «античная философия»?

Во многих языках применяются специальные части речи — артикли. Химия по-английски — *the chemistry*, по-французски — *la chimie*, по-немецки — *die Chemie*. В арабском языке используется префикс *аль-*. Как будет называться химия по-арабски?

Выводы:

1. Историю развития химии можно разделить на несколько основных этапов — ремесленная и античная химия, алхимический и современный периоды. Смена этих периодов тесно связана с температурой пламени, которую можно было получить и поддерживать продолжительное время.

www.e-ranok.com.ua

2. Для ремесленного периода характерным было применение химических знаний для изготовления необходимых предметов быта: горшков, стекла, фарфора, выплавки металлов и т. п. В античной химии начали появляться первые научные теории, которые продолжали развиваться в алхимическом периоде. Становление современной химии связано в первую очередь с использованием измерений масс и объемов веществ при проведении химических реакций.

Контрольные вопросы

1. Какие основные этапы развития химии как науки вы знаете?
2. Откуда произошло слово «химия»?
3. Какими ремеслами владели люди в древности?
4. В чем заключаются достижения древнегреческих философов, которые развивали химические знания в античный период?
5. В чем состоит заслуга алхимиков?
6. Перечислите известные вам основные законы химии.
7. Каковы основные движущие силы развития химических знаний?
8*. Проект № 1 «Основные химические знания (факты, теории, концепции или привычки), которые были известны человечеству в разные эпохи».

- Человек научился выплавлять медь почти 6 тыс. лет назад, а железо — только 3 тыс. лет назад. Первые металлические зеркала из бронзы и серебра начали изготавливать в III тысячелетии до н. э.
- В современных языках осталось много слов из арабского языка: аль-кали — щелочь (от него происходит слово «алкалоид»), аль-коголь — спирт, аль-иксир — эликсир, аль-нушатир — нашатырь.
- Великий английский физик Исаак Ньютон в свободное время проводил многочисленные химические эксперименты в поисках философского камня.

§ 3. Работа в химической лаборатории. Маркировка опасных веществ. Наблюдение и эксперимент в химии

Лабораторное оборудование и химическая посуда

Работа в химической лаборатории неосведомленным людям иногда напоминает колдовство волшебника, а для других она ничем не отличается от обычных действий хозяйки на кухне. И действительно, химик в лаборатории — это все равно, что повар на кухне. Но химик орудует не обычной посудой, а специальной — химической — и смешивает не продукты питания, а химические реактивы.

www.e-ranok.com.ua

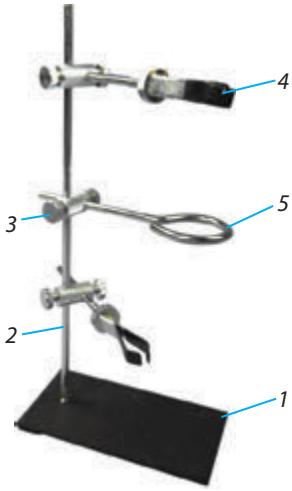


Рис. 14. Лабораторный штатив: 1 — подставка, 2 — стержень, 3 — зажимы (муфты), 4 — держатель, 5 — кольцо

Для того чтобы успешно справиться с выполнением химических экспериментов, необходимо четко знать, какое оборудование есть в химической лаборатории, какая посуда используется химиками и для чего она предназначена. Также необходимо уметь правильно выполнять простые химические действия.

На рисунке 14 изображено наиболее распространенное устройство в химической лаборатории — *лабораторный штатив*. На его стержне с помощью муфты крепятся *кольца* и *держатели*, в которых закрепляется химическая посуда. Таким образом на лабораторном штативе собираются самые разнообразные установки для опытов.

На рисунке 15 изображена химическая посуда, с которой работает каждый химик. Простые опыты проводят в *пробирках* — стеклянных трубках, запаянных с одного

Рис. 15. Химическая посуда и другое лабораторное оборудование

www.e-ranok.com.ua

конца. Если необходимо нагревание, пробирку закрепляют в пробиркодержателе. Для работы с растворами используют химические *стаканы* и *колбы* разной емкости.

Чтобы пробирки и колбы можно было нагревать, их делают из специального тонкого и термостойкого стекла. Но такие тонкостенные сосуды можно легко разбить, поэтому обращаться с ними нужно намного осторожнее, чем с обычной кухонной посудой.

Рис. 16. Измельчение веществ в ступке пестиком

Для определения объемов жидкостей используют специальную измерительную посуду: *мерный цилиндр, мерный стакан, мерную пипетку* и *мерную колбу*.

Если необходимо отобрать небольшое количество порошкообразного вещества, пользуются *шпателем*.

Бывает так, что при хранении сыпучее вещество слежалось и превратилось в твердый ком. Чтобы снова превратить его в порошок, необходимо воспользоваться *ступкой* — толстостенной керамической чашей с шероховатой внутренней поверхностью. Небольшой кусочек твердого вещества помещается на дно ступки и круговыми движениями растирается *пестиком* о внутренние стенки (рис. 16).

Для работы при высоких температурах используют фарфоровую посуду. *Фарфоровая чашка* — это тонкостенная керамическая емкость, предназначенная для выпаривания жидкостей. Ее можно нагреть и не бояться, что она треснет. Если же необходимо очень сильно нагревать вещество в закрытом сосуде, используют *фарфоровый тигель*. Его можно нагреть в специальных печах до температуры 1200 °С. Чтобы передвинуть горячие фарфоровую чашку или фарфоровый тигель, используют *тигельные щипцы*.

Нагревательные приборы. Строение пламени

Многие химические опыты требуют нагревания. В химических лабораториях чаще всего используют *газовые горелки* (рис. 17, с. 22). В них горит природный газ, который смешивается с воздухом в специальной камере. Обычно газ, смешанный с достаточным количеством воздуха, сгорает голубоватым несветящимся пламенем, температура которого может достигать 1500 °С. Если воздуха недостаточно,

www.e-ranok.com.ua

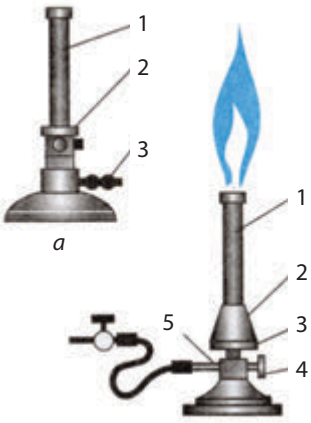


Рис. 17. Газовые горелки:
а — горелка Бунзена:
1 — трубка с отверстиями, 2 — заслонка с отверстиями для поступления воздуха, 3 — трубка для подачи газа;
б — горелка Теклю:
1 — трубка, 2 — смеситель, 3 — диск для регулировки подачи воздуха, 4 — винт для регулировки подачи газа, 5 — трубка для подачи газа

то пламя горелки становится ярко-желтым и коптит.

В школьных лабораториях чаще используют спиртовые горелки — *спиртовки* (рис. 18). В них горит этиловый спирт. Пламя спиртовки «холоднее», чем пламя газовой горелки, его температура не превышает 1200 °С. Иногда для нагревания используют спрессованное сухое горючее — «сухой спирт» (рис. 19). Его пламя еще «холоднее», и к тому же сильно коптит.

Если внимательно посмотреть на пламя, то можно заметить несколько зон, которые отличаются цветом, а следовательно, и температурой (рис. 20). Во внутренней, самой холодной, части пламени воздух только смешивается с газом или парами спирта, там еще не происходит горение. Средняя светящаяся часть пламени — зона неполного сгорания. Самой горячей является внешняя часть пламени — зона полного сгорания горючего, она почти бесцветная.

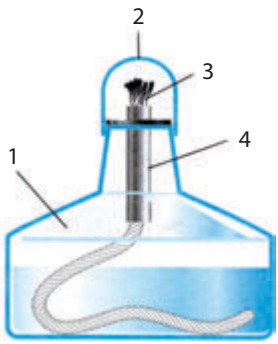


Рис. 18. Спиртовка:
1 — резервуар; 2 — колпачок;
3 — фитиль; 4 — трубка с диском

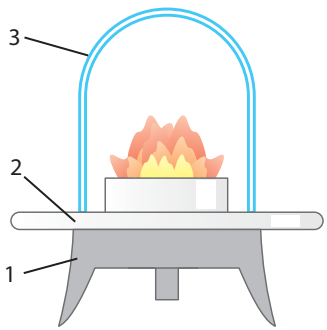


Рис. 19. Устройство для сжигания сухого горючего: 1 — тренога, 2 — подставка;
3 — колпачок для тушения пламени

www.e-ranok.com.ua

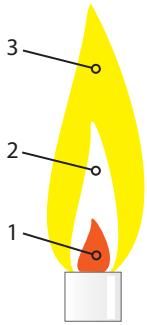
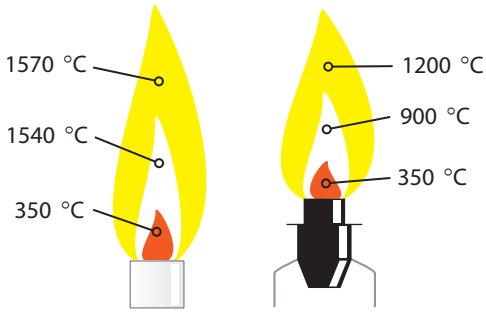


Рис. 20. Строение пламени: 1 — самая холодная зона; 2 — средняя зона; 3 — самая горячая, внешняя зона



а *б*

Рис. 21. Сравнение температуры пламени: *а* — газовая горелка; *б* — спиртовка

Если необходимо нагреть предмет, то его нужно поместить в верхнюю часть пламени — туда, где температура самая высокая.

Легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ) — спирт, бензин, ацетон — ни в коем случае нельзя нагревать на открытом пламени! Они могут загореться. Такие жидкости нагревают только(!) на электрических плитах с закрытой спиралью.

Даже в верхней части пламени невозможно нагреть предмет до температуры пламени. Во-первых, потому что в больших предметах теплота сильно рассеивается, а не концентрируется в одной точке. Например, во время нагревания на газовой горелке температура пробирки с веществом редко превышает 600 °C.

Маркировка опасных веществ. Безопасность во время работы в химической лаборатории

Быстрое развитие химической промышленности способствует появлению большого количества различных веществ для бытовых и промышленных нужд. Некоторые вещества представляют определенную опасность для здоровья и жизни человека. Многие из них, такие как кислоты и щелочи, в случае попадания на кожу или в глаза могут вызвать раздражение и даже химические ожоги. А многие вещества являются очень токсичными, их попадание в дыхательные пути или ротовую полость может вызвать отравление. При определенных

www.e-ranok.com.ua

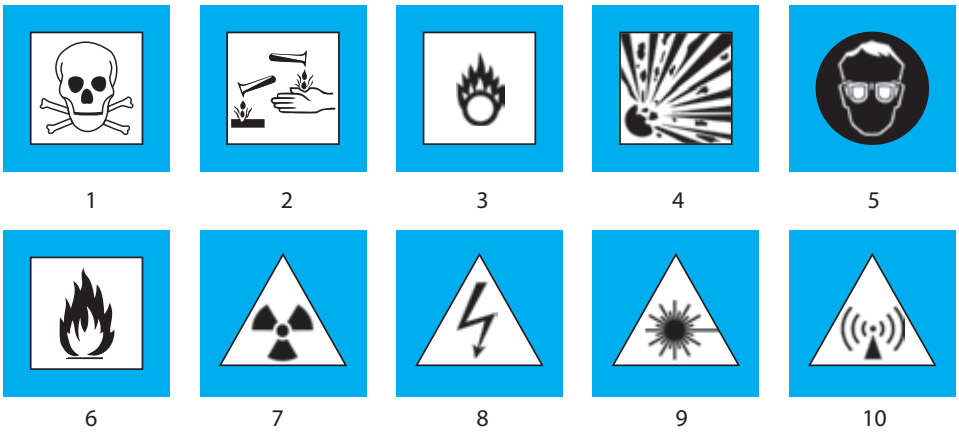


Рис. 22. Основные предупреждающие и запрещающие знаки:
1 — «Опасность»; 2 — «Едкое вещество»; 3 — «Легковоспламеняющееся вещество»; 4 — «Взрывоопасное вещество»; 5 — «Работать в очках»; 6 — «Огнеопасно»; 7 — «Радиоактивность» (повышенная радиация); 8 — «Высокое напряжение»; 9 — «Лазерное излучение», 10 — «Электромагнитное излучение»

условиях опасность представляют химически активные, легковоспламеняющиеся и взрывоопасные вещества.

Для предупреждения об опасности используют маркировку веществ специальными знаками (рис. 22). Их обычно изображают на этикетках и упаковках. Часто знаки дополняются правилами пользования веществом. Их обязательно следует прочитать и соблюдать.

Работа в химической лаборатории всегда связана с определенной опасностью, поэтому во время опытов необходимо очень осторожно обращаться с химическими реактивами и оборудованием.

Особенно осторожными нужно быть при работе с нагревательными приборами. Во избежание ожога при нагревании химической посуды, необходимо использовать специальные приспособления — держатели, щипцы. Помните, что горячая посуда внешне ничем не отличается от холодной! Кроме того, особые меры предосторожности нужно соблюдать при нагревании легковоспламеняющихся веществ.

При выполнении химических опытов очень важно соблюдать технику эксперимента. Это позволит получить верный результат и предотвратит возникновение ситуаций, опасных для здоровья. Внимательно изучите правила безопасности в химической лаборатории и соблюдайте их. Помните, что большинство аварий и пожаров в лабораториях и на производстве происходят тогда, когда пренебрегают этими простыми правилами.

www.e-ranok.com.ua

Наблюдение и эксперимент в химии

Химия занимается поиском, накоплением и систематизацией знаний о веществах. Это невозможно без использования определенных методов познания, среди которых можно выделить наблюдение и эксперимент.

Первым методом познания окружающего мира было наблюдение тел, веществ или явлений. *Наблюдение* — это целенаправленное и сознательное восприятие объекта для получения знаний о его свойствах.

Наблюдение должно быть активным. Что это значит? Вспомните, как вы ехали в автобусе и смотрели в окно. Если спросить вас, что происходило между второй и третьей остановкой, то вы вряд ли дадите точный ответ. Можно ли сказать, что вы проводили наблюдения? Нет. Вы просто созерцали происходящее за окном. Если бы вы целенаправленно наблюдали, то легко ответили бы на вопрос.

Но возможности нашего организма для наблюдений не безграничны: мы не видим микроскопические объекты, электрический ток, ультрафиолетовое излучение и многое другое. Поэтому мы используем разнообразные *приборы* и *устройства*: микроскоп, вольтметр, линейку и др. Эти приборы как бы усиливают наши органы чувств.

Человек всегда задает вопросы: «Как?», «Почему?», «А что будет, если...?». Для ответов на эти вопросы одних наблюдений недостаточно. Мы можем бесконечно долго наблюдать за каплей воды, но узнаем только о способности воды испаряться. Мы не определим, что происходит с водой при высокой температуре, проводит ли она электрический ток. Для того чтобы это узнать,

www.e-ranok.com.ua

необходимо провести *эксперимент* (от латин. *experimentum* проба, опыт). Эксперимент является способом получения знаний и проверки истинности предположений.

Во время проведения экспериментов создаются определенные условия. Объекты исследования нагревают или охлаждают, помещают под пресс, смешивают с другими веществами или действуют на них электрическим током.

Эксперимент неразрывно связан с наблюдением, так как изменения, происходящие с объектом, необходимо наблюдать. Эксперимент должен иметь определенную цель и происходить по заранее составленному плану.

Эксперимент может быть реальным и воображаемым. Кстати, существование мельчайших частиц вещества — атомов — впервые было доказано античным философом Демокритом именно благодаря мысленному эксперименту. Описывая и сравнивая явления, которые мы наблюдали, можно выделить некоторые *закономерности*. Вы, конечно, замечали, что в горячей воде сахар растворяется быстрее, чем в холодной. Вы наблюдали, как ржавеют оставленные под дождем железные изделия. А серебро и золото не «боятся» воды. Подобные наблюдения подводят нас к выводу о том, что в горячей воде вещества растворяются быстрее, а металлы проявляют разную активность при взаимодействии с водой.

Для того чтобы объяснить полученные факты, мы строим предположения, или *гипотезу* (от греч. ηψποτηεσισ — основание, предположение). Любая гипотеза должна быть подтверждена экспериментально. Доказанное предположение перестает быть гипотезой и становится теорией. *Теория* — это комплекс взглядов или мнений, который описывает, объясняет и предсказывает какие-либо явления. Теория может быть создана на основании ряда экспериментов. Но некоторые теории были выдвинуты на теоретической основе и лишь затем подтверждены фактами, как, например, самый важный в химии Периодический закон Д. И. Менделеева.

Во время учебы в школе и далее в своей жизни вам не раз придется наблюдать и экспериментировать. Большинство знаний о свойствах веществ, теории и законы были получены и открыты экспериментально. И вы также свои познания в химии будете получать или подтверждать, проводя эксперименты самостоятельно или наблюдая за действиями учителя.

Умение наблюдать и делать выводы, основываясь на своих наблюдениях, выдвигать гипотезы и отстаивать свои взгляды — важнейшие качества любого человека.

www.e-ranok.com.ua

Выводы:

1. Для проведения химических экспериментов используют специальную посуду, приборы и приспособления. Каждое устройство используют по своему назначению с соблюдением соответствующих правил.
2. Для нагревания используют газовые горелки, спиртовки или сухое горючее. Газовые горелки позволяют нагревать предметы и вещества до большей температуры. При нагревании пробирку или другой объект, который нагревают, нужно держать в верхней части пламени, так как там самая высокая температура.
3. При работе в химической лаборатории нужно строго соблюдать правила безопасности, обращать внимание на предупреждающую маркировку на реактивах и предметах.
4. Для исследования веществ в первую очередь проводят наблюдения (невооруженным глазом либо с использованием специальных приборов). Основываясь на результатах опытов, формулируют гипотезы. Экспериментально доказанные гипотезы становятся основой законов и обобщаются в теории.

Контрольные вопросы

1. Из каких материалов чаще всего изготавливают химическую посуду?
2. Для чего предназначены: 1) пробирки; 2) колбы; 3) мерный цилиндр; 4) фарфоровая чашка; 5) ступка?
3. Назовите основные части лабораторного штатива.
4. Чем химическая посуда отличается от обычной стеклянной кухонной посуды?
5. Какое оборудование используют для нагревания в лаборатории? Какое нагревательное устройство дает наивысшую температуру пламени?
6. Какие части пламени имеют наибольшую и наименьшую температуру?

Задания для усвоения материала

1. Почему в пламени горелки пробирка может треснуть, если снаружи на ней есть капли воды?
2. Если в пламя газовой горелки внести тонкую медную проволоку, то ее кончик оплавится, а если внести большую медную пластинку, то она только нагреется. Как это можно объяснить? (Температура плавления меди составляет 1083 °С.)

3*. В кабинете химии очень важно соблюдать правила безопасности. Но их так тяжело выучить! Проявите изобретательность и творчество — сочините рассказ, стихотворение или сделайте рисунок, которые помогут вам и вашим друзьям легко запомнить эти правила.

www.e-ranok.com.ua

! Правила безопасности при работе в кабинете химии. Приемы работы с химическим оборудованием

Кабинет химии — это небольшая химическая лаборатория. В нем вы будете проводить множество опытов. Работа будет безопасной для вас и окружающих, если соблюдать простые правила.

1. Работу начинайте с изучения описания опытов и только с разрешения учителя. Выполняйте только те опыты, которые приведены в описании.

2. Перед работой наденьте защитный халат, а также перчатки и очки (если они нужны).

3. Во время работы поддерживайте чистоту и порядок на рабочем месте. После работы помойте использованную посуду и вымойте руки с мылом.

4. При выполнении работы не разговаривайте, не занимайтесь посторонними делами и не отвлекайте соседей.

5. Каждая емкость с реактивами обязательно должна иметь этикетку с названием или формулой реактива. Не используйте емкости с реактивами без этикетки.

6. Открыв банку с реактивом, не кладите пробку на стол боком, а кладите ее низом кверху.

7. Реактивы для опытов нужно брать только в количестве, предусмотренном в описании опыта. Излишки взятого реактива нельзя сливать (ссыпать) назад в сосуд, где он хранился, а нужно помещать в специальную банку для отходов.

Рис. 23. Как правильно наливать жидкость

8. Никогда не берите реактивы руками, пользуйтесь для этого специальными ложечками, шпателями или пинцетами.

9. Наливая жидкости, емкость с реактивом берите так, чтобы этикетка была направлена вверх (рис. 23). Снимайте каплю с края горлышка емкости, так как жидкость будет стекать по стеклу и может испортить этикетку или повредить кожу рук. Набирать жидкость из емкости можно также при помощи пипетки.

10. Химические реактивы нельзя пробовать. Это касается даже тех веществ, которые в повседневной жизни употребляются в пищу (поваренная соль, сахар, уксус).

www.e-ranok.com.ua

11. Если вы хотите проверить запах реактива, никогда не подносите емкость к лицу, а, удерживая ее на некотором расстоянии, взмахами руки направьте воздух над емкостью к себе (рис. 24).

Рис. 24. Как правильно проверять запах реактива

12. Для нагревания растворов в пробирке пользуйтесь пробиркодержателем. Внимательно следите за тем, чтобы отверстие пробирки было направлено в сторону от вас и окружающих, поскольку жидкость при перегревании может выплеснуться из пробирки.

13. Нагреваемая в пламени пробирка снаружи должна быть абсолютно сухой. Во избежание перегревания, сначала равномерно прогрейте всю пробирку, перемещая ее в пламени вверх и вниз, а затем нагревайте ее содержимое снизу.

14. Не заглядывайте в пробирку, в которой нагревается жидкость. Не наклоняйтесь над емкостью, в которую наливают какую-либо жидкость, так как мелкие капельки могут попасть в глаза. Лучше надеть защитные очки.

15. Горячая посуда по внешнему виду не отличается от холодной. Прежде чем взять емкость рукой, убедитесь, что она остыла.

16. Во время работы с растворами кислот и щелочей следите за тем, чтобы они не попали на кожу и одежду. Если случайно прольете кислоту на руки, немедленно смойте ее водой и протрите руки разбавленным раствором соды. В случае попадания на кожу раствора щелочи, сразу же смойте его водой и протрите это место разбавленным раствором борной кислоты.

17. В случае попадания едких растворов в глаза необходимо немедленно промыть их под струей воды, наклонившись над раковиной.

18. Если вы разбили посуду с химическими реактивами, осколки нужно выбрасывать только в специальный бак для мусора.

www.e-ranok.com.ua

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Правила безопасности при работе в кабинете химии. Приемы обращения с лабораторной посудой, штативом и нагревательными приборами. Строение пламени

Оборудование: спиртовка, спички, лабораторный штатив, набор химической посуды.

1. Правила безопасности

Изучите правила безопасности при работе в кабинете химии (с. 28–29).

2. Ознакомление с лабораторной посудой

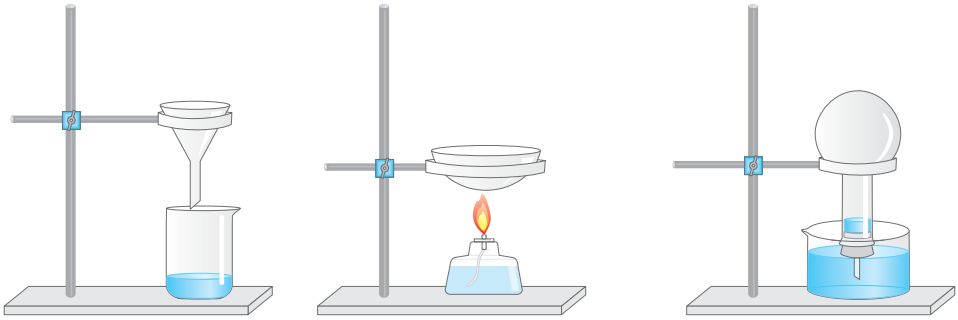
1. Рассмотрите выданную вам лабораторную посуду, вспомните название и назначение каждого предмета.

2. Назовите химическую посуду, которую используют для нагревания реактивов и для измерения объемов жидкостей.

3. Используя соответствующую посуду и реактивы, выполните следующие действия: в пробирку насыпьте шпателем небольшое количество соли, влейте в нее небольшое количество дистиллированной воды и слегка встряхивайте пробирку до полного растворения соли.

3. Работа с лабораторным штативом

Стержневой лабораторный штатив (рис. 14, с. 20) состоит из тяжелой подставки и вертикального стержня, к которому при помощи зажимов крепятся лапки и кольца. Штатив предназначен для собирания различных установок и закрепления приборов. При помощи



а *б* *в*

Рис. 25. Разные способы закрепления предметов на штативе с помощью кольца

www.e-ranok.com.ua

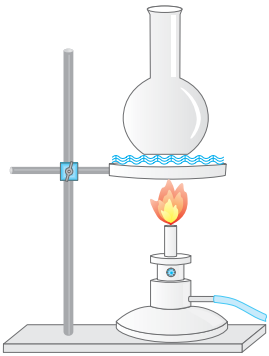


Рис. 26. Нагревание колбы горелкой на металлической сетке

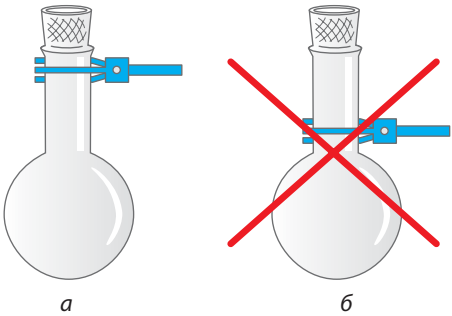


Рис. 27. Закрепление колбы в лапке: *а* — правильно; *б* — неправильно

лапок на штативе крепятся пробирки, колбы, холодильники. На кольцо помещаются воронки, колбы и фарфоровые чашки.

1. Закрепите на стержне штатива кольцо. Кольцо используют для помещения на него предметов с неплоским дном. Закрепите на кольце воронку или фарфоровую чашку, как показано на рисунке 25*а*, *б*. Для некоторых экспериментов предметы в кольце можно закреплять другим способом (рис. 25*в*).

2. Положите на кольцо металлическую сетку, а на нее поставьте плоскодонную колбу, как показано на рисунке 26. Так можно нагревать колбу горелкой. Благодаря металлической сетке при нагревании пламя горелки не касается стенок колбы. Между пламенем и колбой возникает прослойка из горячего воздуха — так называемая воздушная баня. Это способствует более равномерному прогреванию стеклянной посуды. Керамическая посуда (фарфоровая чашка, фарфоровый тигель) более устойчива к нагреванию, поэтому ее устанавливают без сетки.

3. Закрепите лапку на штативе при помощи зажима. Закрепите в лапке штатива пробирку или колбу.

Пробирку нужно зажимать так, чтобы ее можно было провернуть с небольшим усилием. Сильно зажимать пробирку нельзя, поскольку она может лопнуть. Лучше всего при закреплении пробирки сначала сжать лапку пальцами, а потом завинтить на ней винт, пока он не перестанет свободно поворачиваться.

Пробирки и колбы зажимают в лапке около отверстия, но не очень близко к нему (рис. 27). Поворачивая зажим в муфте, можно по-разному ориентировать колбу в зависимости от необходимой конструкции устройства (рис. 28, с. 32).

www.e-ranok.com.ua

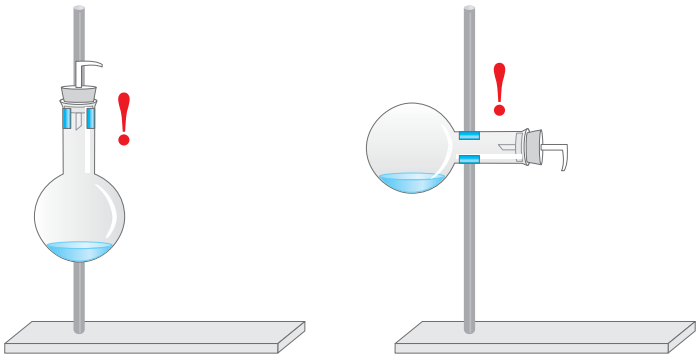


Рис. 28. Закрепленную колбу можна устанавливать по-разному, поворачивая зажим в муфте

4. Зарисуйте в тетради собранные вами устройства, подпишите детали на рисунках.

4. Строение лабораторной спиртовки

Спиртовка (рис. 18, с. 22) — это нагревательный прибор, который чаще всего используется в школе. Она состоит из толстостенного стеклянного резервуара, заполненного спиртом, и колпачка. В спирт погружается фитиль, изготовленный из витых нитей. Фитиль удерживается в отверстии резервуара специальной трубкой с диском. Иногда у спиртовки имеется специальная подставка из толстой проволоки.

Спирт пропитывает фитиль, поднимается по нему вверх и испаряется с его конца. Испарения спирта можно поджечь спичкой или лучиной (рис. 29). Ни в коем случае нельзя зажигать спиртовку от пламени другой спиртовки, так как в этом случае спирт может пролиться и вспыхнуть! Для того чтобы погасить спиртовку, нужно надеть на нее колпачок, который перекрывает доступ воздуха. Дуть на пламя спиртовки нельзя!

Рис. 29. Как правильно зажечь спиртовку

Спиртовка должна быть заполнена спиртом не менее чем на две трети своего объема. Если пламя уменьшается, а фитиль начинает тлеть, нужно погасить спиртовку и долить спирт.

Если горящая спиртовка упала и разбилась, а разлившийся спирт продолжает гореть, пламя нужно потушить, накрыв плотной тканью или засыпав песком.

www.e-ranok.com.ua

Зарисуйте в тетради спиртовку и подпишите ее составные части.

5. Строение пламени

1. Зажгите спиртовку (или сухое горючее, или свечу) спичкой. Для этого поднесите зажженную спичку к фитилю.

2. Рассмотрите пламя, найдите в нем разные зоны (рис. 20, с. 23). В какой зоне температура самая высокая?

3. Зарисуйте строение пламени в тетради, обозначьте его зоны.

4. Внесите в пламя одновременно две лучины: одну — в нижнюю часть, другую — в верхнюю. В каком случае лучина загорелась быстрее? Почему?

5. Погасите спиртовку, накрыв ее колпачком.

6. Формулировка выводов

По результатам практической работы сделайте выводы.

При формулировке выводов используйте ответы на вопросы:

1. Какое вещество горит в спиртовке?
2. Горит ли в спиртовке фитиль и какова его роль?
3. Почему нельзя наклонять спиртовку при поджигании?
4. Почему нельзя поджигать спиртовку от другой, уже подожженной?
5. В какой части пламени необходимо помещать предмет, который нужно нагреть? Почему?
6. Почему нельзя дотрагиваться дном пробирки до фитиля спиртовки?
7. Для чего применяют муфту, зажим, кольцо?
8. Чем грозит слишком сильное и слишком слабое зажатие колбы в зажиме?
9. Почему при нагревании стеклянных емкостей горелкой необходимо использовать металлическую сетку?

www.e-ranok.com.ua

ТЕМА I.
НАЧАЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

В этом разделе вы узнаете…
- в чем заключается отличие между телом и веществом;
- чем отличаются вещества от материалов;
- чем отличается железо от муки;
- можно ли отделить сахар от соли;
- из чего состоят вещества;
- чем отличаются атомы от молекул;
- откуда химики узнали названия элементов;
- какая лучшая шпаргалка на контрольных по химии;
- как можно общаться с химиком из племени тумба-юмба;
- как взвесить атом;
- почему массы атомов относительны;
- какую информацию дает химическая формула;
- чем кислород отличается от озона;
- как составляют формулы веществ;
- как записывают химические процессы;
- много ли металлов в природе.

§ 4. Вещества и их физические свойства

Вещество. Материал. Тело

Все окружающие нас предметы называются *физическими телами* или просто *телами*. Тела могут быть природными, например Солнце, камень, зерно, снежинка, или созданными человеком — книга, мяч, ваза, автомобиль. То, из чего состоит тело, называют *веществом*. Например, гвозди сделаны из железа, мяч — из резины, ваза — из стекла, свечи — из воска или парафина. Железо, резина, стекло, парафин — это вещества.

Иногда, говоря о том, из чего сделано тело, используют термин «материал». *Материал* — это вещество (или смесь веществ), кото-

www.e-ranok.com.ua

Тело	Памятник	Ваза	Игрушка
Материал	Бронза	Фарфор	Стекло
Вещество	Образуется при смешивании и сплавлении меди с оловом	Образуется при смешивании и спекании глины с песком	Образуется при смешивании и сплавлении песка с содой и известняком

Рис. 30. Тела изготавливают из материалов, а материалы — это индивидуальные вещества или их смеси

рое используется человеком для изготовления предметов (рис. 30). Например, фундамент домов (тело) заливают бетоном (материал), а бетон изготовляют из цемента, песка и воды (веществ). Часто названия материалов и веществ совпадают. Например, для изготовления гвоздей используют железо. В таком случае «железо» обозначает и материал, и вещество.

Каждое тело имеет определенные массу, объем, плотность и множество свойств (признаков), по которым оно отличается от других тел или сходно с ними. На рисунке 31 изображены тела, изготовленные из железа. Они отличаются формой и размерами, но имеют целый ряд одинаковых свойств, обусловленных тем, что все они

Рис. 31. Тела, изготовленные из железа. Они отличаются по форме и назначению, но сходны по свойствам: твердые, не растворимые в воде, серого цвета, тугоплавкие, проводят электрический ток и имеют металлический блеск

www.e-ranok.com.ua

пластмасса *стекло* *железо* *древесина* *резина*

Рис. 32. Тела одинакового размера и формы, но изготовленные из разных веществ. Их можно различить по внешнему виду и свойствам

изготовлены из одного и того же вещества. Таким образом, физические тела, образованные одним и тем же веществом, имеют подобные свойства.

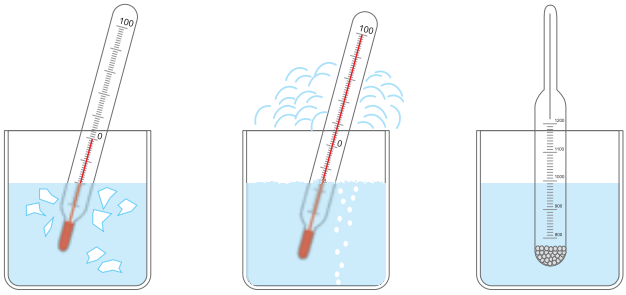
Тела, изображенные на рисунке 32, имеют одинаковые форму и объем, но изготовлены из разных веществ. У них разный цвет, стеклянный шар прозрачный, а железный имеет металлический блеск и притягивается магнитом. Вещества, из которых изготовлены эти шары, имеют разную плотность, поэтому если их поместить в воду, то шар из дерева будет плавать на поверхности, а другие утонут. Резиновый и пластмассовый упругие, поэтому, если их бросить на пол, они подпрыгнут. А стеклянный шар при этом может разбиться. Таким образом, физические тела, образованные разными веществами, могут иметь одинаковую форму, но они обязательно отличаются по своим свойствам.

Физические свойства веществ

Свойства веществ — это признаки, по которым они отличаются друг от друга или сходны между собой. Выделяя главные признаки веществ, мы сможем их описывать, различать и правильно применять. Исследовать вещество — означает узнать о его свойствах. Различают *физические* и *химические* свойства. Физические свойства характеризуют явления (процессы), в которых не происходит превращения веществ из одного в другое.

К *физическим* свойствам веществ относят цвет, запах, вкус, способность изменять агрегатное состояние (она характеризуется температурой плавления и кипения), способность проводить электрический ток и теплоту, растворимость в воде, пластичность и др. Например, при обычных условиях вода — это бесцветная жидкость без вкуса и запаха, которая замерзает при 0 °С, кипит при 100 °С, плохо проводит электрический ток, ее плотность равна 1000 кг/м^3.

www.e-ranok.com.ua



а *б* *в*

Рис. 33. Иллюстрация физических свойств воды: *а* — замерзает при 0 °С; *б* — кипит при 100 °С, температуру замерзания и кипения можно определить термометром; *в* — вода имеет плотность 1000 кг/м^3, ее можно измерить ареометром

Некоторые физические свойства, такие как плотность или температуру плавления, можно измерить (рис. 33). Соответствующие данные для некоторых веществ приведены в справочниках (см. Приложение 1). А такие свойства, как цвет, запах или вкус, определяются только непосредственным наблюдением, поэтому их сложно точно описать. Например, кому-то из нас море кажется синим, а кому-то — зеленым.

Нередко цвет вещества зависит от различных факторов. Так, вещества, кажущиеся бесцветными (например лед, стекло), в результате измельчения становятся белыми. Все видели медь — блестящий металл красноватого цвета, однако если его очень сильно измельчить, то по цвету он не будет отличаться от цвета почвы.

Таким образом, каждому веществу присущ определенный набор свойств. Конечно же, некоторые свойства у разных веществ могут быть сходными. Например, и сахар, и поваренная соль — вещества белого цвета, хорошо растворяются в воде. Однако сахар плавится при температуре 185 °С, а поваренная соль — при 800 °С, и кроме того, они отличаются по вкусу. Два разных вещества не могут быть похожи друг на друга по всем свойствам.

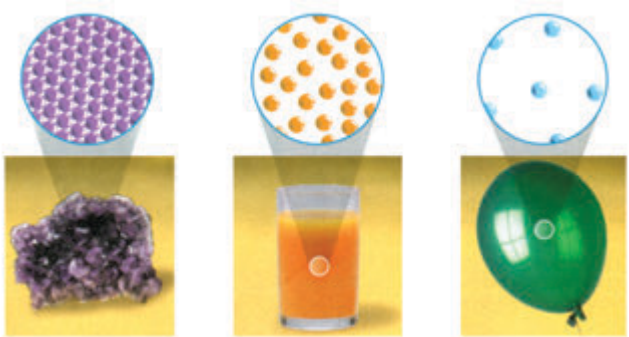
Почему же разные вещества имеют разные свойства? Дело в том, что вещества состоят из очень мелких частиц — атомов или молекул. Именно они определяют все свойства веществ. Каждое вещество имеет свой уникальный набор атомов или молекул. Молекулы разных веществ не подобны, часто они отличаются очень существенно, поэтому и образованные ими вещества отличаются по свойствам.

www.e-ranok.com.ua

Агрегатные состояния веществ

Описывая физические свойства веществ, необходимо указывать их агрегатное состояние при обычных условиях: твердое, жидкое или газообразное. Агрегатное состояние не является в полной мере физическим свойством вещества — это только состояние вещества при определенных условиях. Каждое вещество может находиться в разных агрегатных состояниях. В *твердом состоянии* частички вещества плотно закреплены в определенных положениях, они не могут перемещаться относительно друг друга, а только колеблются вокруг определенного положения (рис. 34*а*). Поэтому твердые вещества почти не сжимаются, не могут течь и сохраняют форму. В *жидком состоянии* молекулы также расположены плотно, но они более свободны и могут перемещаться относительно друг друга. Благодаря этому жидкие вещества также почти не сжимаются, но могут течь и приобретать форму сосуда, в котором хранятся (рис. 34*б*). В *газообразном состоянии* молекулы вещества находятся на значительных расстояниях друг от друга и свободно двигаются. Благодаря этому газообразные вещества легко сжимаются и расширяются и занимают весь объем сосуда, в котором хранятся, приобретая его форму (рис. 34*в*).

При изменении температуры и давления вещество может менять свое агрегатное состояние. Например, когда на улице температура воздуха опускается ниже 0 °С, вода в лужах превращается в лед — замерзает, или, научным языком, *кристаллизируется*. При кипении вода из жидкого состояния переходит в газообразное. Этот процесс называется *испарением*. А когда водяной пар охлаждается на холодной



а *б* *в*

Рис. 34. Строение веществ в разных агрегатных состояниях: *а* — твердое вещество; *б* — жидкость; *в* — газ

www.e-ranok.com.ua

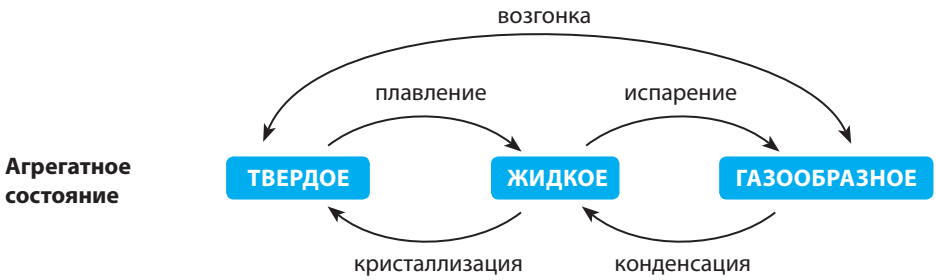


Рис. 35. Названия переходов между агрегатными состояниями веществ

крышке кастрюли, то происходит обратный процесс — переход из газообразного состояния в жидкое — *конденсация* (рис. 35).

Узнайте больше

Когда говорят о веществах в газообразном состоянии, иногда наряду с термином «газ» используют термин «пары́». Пара́ми называют газ, образовавшийся вследствие испарения твердого или жидкого вещества. Так, в воздухе всегда присутствует бесцветный и незаметный для глаз водяной пар. А пар, который выделяется из чайника при кипении, состоит не только из водяного пара, но и из мельчайших капель воды, образующихся в результате конденсации. Таким же образом образуются облака и туман. Большинство веществ в определенном диапазоне температуры и давления могут одновременно находиться во всех трех агрегатных состояниях. Например, вода в условиях нашей планеты одновременно находится в виде твердого вещества (льда), жидкого и газообразного (водяной пар в атмосфере).

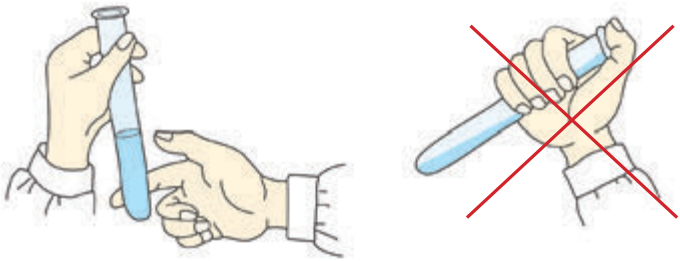
ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ № 1

Ознакомление с физическими свойствами веществ

Оборудование: штатив для пробирок, шпатель, пробирки.
Реактивы: образцы меди, железа, поваренной соли, вода, сахар, песок, алюминий, медный купорос и др.

Правила безопасности:
- при выполнении опытов используйте небольшие количества реактивов;
- остерегайтесь попадания реактивов на одежду, кожу, в глаза.

www.e-ranok.com.ua



а *б*

Рис. 36. Перемешивание жидкости в пробирке:
а — правильно; *б* — неправильно

1. Рассмотрите образцы выданных веществ. Определите, в каком агрегатном состоянии они находятся. Опишите их цвет, запах, отметьте наличие или отсутствие металлического блеска. Основываясь на собственном опыте, сделайте вывод о способности веществ проводить электрический ток и теплоту. Значение плотности, температур кипения и плавления выпишите из справочника (см. Приложение 1).

2. Проверьте, растворимы ли вещества в воде. Для определения способности растворяться в воде небольшую порцию вещества поместите в пробирку, влейте 1 мл воды (в обычной пробирке 1 мл воды соответствует слою жидкости приблизительно в 1 см высотой) и перемешайте, как показано на рисунке 36. Опишите свои наблюдения в тетради.

3. Заполните таблицу и сделайте выводы.

Характеристика вещества	**Вещество**		
Агрегатное состояние			
Металлический блеск			
Цвет			
Запах			
Электропроводность			
Теплопроводность			
Твердость			
Растворимость в воде			
Плотность			
Температура кипения			
Температура плавления			

www.e-ranok.com.ua

Выводы:

1. Все окружающие нас предметы называют телами. Физическое тело — это предмет, который имеет постоянные массу, форму и объем. Тела состоят из веществ. Химическое вещество — это субстанция, которая имеет определенный химический состав и характеризуется определенными физическими и химическими свойствами. Вещества или их смеси, которые человек использует для изготовления тел, называют материалами.
2. Вещества имеют определенные признаки, которые называют свойствами веществ. У каждого вещества есть свой, присущий только ему набор физических свойств. К физическим свойствам веществ относят цвет, запах, вкус, температуру плавления, температуру кипения, плотность, способность проводить электрический ток и теплоту, растворимость в воде, пластичность и др.
3. Физические свойства веществ обусловлены частицами, из которых они состоят и которые являются носителями свойств вещества и минимальной «порцией» данного вещества.
4. Агрегатное состояние — это характеристика вещества при определенных условиях. Различают твердое, жидкое и газообразное агрегатные состояния. Они отличаются возможностью сжатия и способностью течь.

Контрольные вопросы

1. Что означают и чем отличаются термины «физическое тело», «вещество», «материал»?
2. Что понимают под свойствами веществ?
3. Какие свойства веществ относят к физическим?
4. В каких агрегатных состояниях может находиться вещество? Охарактеризуйте каждое из них.
5. Назовите процессы изменения агрегатного состояния: а) из твердого в жидкое; б) из жидкого в газообразное; в) из твердого в газообразное; г) из жидкого в твердое; д) из газообразного в жидкое.

Задания для усвоения материала

1. Выберите правильное утверждение о воде: а) жидкость с плотностью 1 г/см^3, плохо проводит электрический ток; б) жидкость с характерным запахом и плотностью 0,9 г/см^3; в) твердое вещество желтого цвета с температурой плавления 0 °С.
2. Выпишите отдельно названия веществ и тел: а) ножницы; б) стекло; в) вода; г) тетрадь; д) железо; е) ложка; ж) алюминий.

www.e-ranok.com.ua

3. Чем отличаются: а) тела одинаковой формы, изготовленные из разных веществ; б) тела разной формы, изготовленные из одного вещества?

4. Опишите физические свойства алюминия, сахара, поваренной соли по таким же признакам, как в лабораторном опыте. Для ответа воспользуйтесь данными из таблицы Приложения 1.

5. По каким признакам можно распознать железо среди других металлов?

6. Сравните физические свойства: а) воды и уксусной кислоты; б) мела и графита; в) меди и алюминия. Отметьте сходство и отличия в свойствах этих веществ. Для ответа воспользуйтесь данными из таблицы Приложения 1.

7. По каким свойствам можно отличить: а) соль от сахара; б) медь от золота; в) песок от железа?

8. Заполните таблицу по приведенному образцу, распределив названия тел и соответствующих им веществ и материалов по столбикам: стакан, целлюлоза, сковорода, железо, стул, тетрадь, стекло, авторучка, бумага, чугун, дерево, пластмасса.

Тело	Материал	Вещество
Памятник	Бронза	Медь и олово

9. Назовите типы агрегатных переходов: а) кубик льда в стакане превратился в жидкую воду; б) при высоком давлении воздух становится жидким; в) если кусочек «сухого льда» оставить на воздухе, то через какое-то время он бесследно исчезнет; г) если капля расплавленного металла падает на землю, то она становится твердой; д) если кожу протереть одеколоном, то в скором времени на ней не останется и следа жидкости.

10. Объясните, на каких свойствах веществ основано их использование: а) из меди изготавливают электрические провода; б) из золота делают ювелирные украшения; в) ванилин добавляют в кондитерские изделия; г) из алюминия изготавливают фольгу; д) из графита изготавливают стержни для карандашей.

11. Объясните, почему гвозди изготавливают из железа, а не из свинца. Почему памятники изготавливают из бронзы или гранита, а не из стекла?

12*. Почему вещества имеют разные свойства? Почему свойства некоторых веществ сходны? Могут ли два вещества иметь одинаковые температуры плавления, одинаковую плотность, одинаковый цвет? Выскажите свои предположения.

www.e-ranok.com.ua

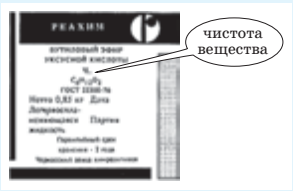
§ 5. Чистые вещества и смеси

Вспомните: вещества состоят из мельчайших частиц — атомов и молекул, каждому веществу соответствует определенный набор атомов или молекул.

Смеси и чистые вещества в природе

В природе вещества в индивидуальном состоянии — *чистые вещества* — почти не встречаются (рис. 37, с. 44). Чаще вещества в природе смешаны друг с другом и образуют *смеси*. Смесями является морская и газированная вода, молоко и сок, гранит и сталь.

Узнайте больше



Обозначение степени чистоты химических реактивов

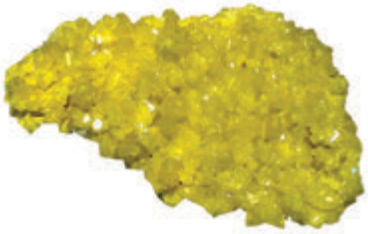
Обычно химикам не требуются абсолютно чистые вещества, но иногда посторонние примеси могут влиять на результаты опытов. Поэтому на банках с химическими реактивами обязательно указывается степень чистоты вещества. Этикетка с надписью «Техн.» (техническое) указывает на высокое, до нескольких процентов, содержание примесей. Для химических опытов такие вещества не используют, но в строительстве и на заводах такой степени чистоты достаточно. Степень чистоты «Ч» (чистое) или «ХЧ» (химически чистое) обозначает, что в веществе примесей мало, менее одного процента. Чистые вещества уже можно использовать для производства лекарств, а химически чистые — для проведения научных опытов. В некоторых случаях нужны очень чистые вещества. Такие реактивы обозначаются «ОСЧ» (особо чистые), в них содержится меньше чем 10^{-6} процента примесей. Такие вещества нужны для проведения очень точных экспериментов, а также используются в производстве микросхем для компьютеров. Очистка веществ — это дорогой процесс, поэтому чем чище вещество, тем оно дороже. Например, особо чистые медь и железо стоят значительно дороже обычного золота.

Понятие о смесях и чистых веществах существовало еще у древнегреческих ученых. Согласно их представлениям, чистое вещество состоит из частиц одного вида, а смесь — из частиц разных видов.

Когда химики говорят о каком-либо веществе, имеется в виду, что оно чистое и состоит из частиц одного вида. Однако на практике идеально чистое вещество получить почти невозможно. Среди частиц одного вещества обязательно попадется несколько частиц другого.

www.e-ranok.com.ua

а



б

Рис. 37. Редкие примеры чистых веществ в природе:
а — самородное золото; *б* — самородная сера

Даже те вещества, которые называют чистыми, содержат посторонние частицы других веществ — *примеси*.

Однородные и неоднородные смеси

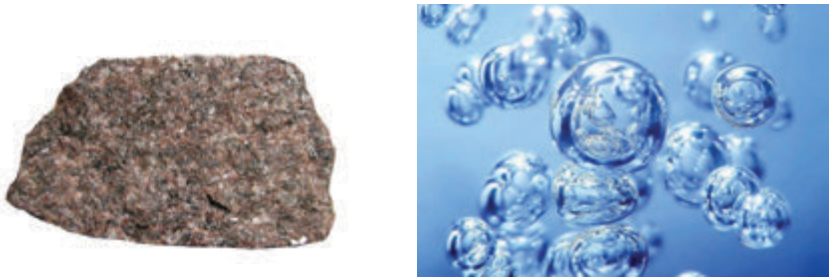
Во многих случаях мы не можем различить отдельные вещества в составе смеси. Так, мы не замечаем, что воздух — это смесь нескольких газообразных веществ. Внешне нельзя определить, что молоко — это смесь разных веществ, что большинство металлических предметов сделаны из сплавов, а не из чистых металлов. Такие смеси называют *однородными*. В них частицы, образующие смесь, настолько малы, что их невозможно рассмотреть невооруженным глазом (рис. 38).

а

б

Рис. 38. Однородные смеси:
а — морская вода; *б* — пряжка ремня из латуни — смеси меди и цинка

www.e-ranok.com.ua



а *б*

Рис. 39. Неоднородные смеси:
а — в граните можна увидеть вкрапления различных минералов;
б — в газированной воде видны пузырьки углекислого газа

Когда мы пьем чай, кофе или другие напитки, мы имеем дело с *водными растворами* разных веществ. Отдельные частицы сахара или другие соединения в них увидеть невозможно, поэтому все растворы являются однородными смесями.

Рассматривая гранит (рис. 39*а*), можно заметить в нем розовые зерна и прозрачные кристаллы. Это пример *неоднородной смеси*. В таких смесях отдельные вещества заметны невооруженным глазом.

Свойства чистых веществ и смесей

На рисунке 40 частицы двух чистых веществ схематически изображены в виде шариков разного цвета. Перемешаем эти шарики. Изменились ли они после этого? Нет, они просто перемешались. Ни форма, ни размер, ни цвет шариков в результате перемешивания не изменились. Так же и в смеси все вещества — компоненты — сохраняют свои свойства. Поэтому, основываясь на индивидуальных свойствах, смеси можно разделить на отдельные компоненты.

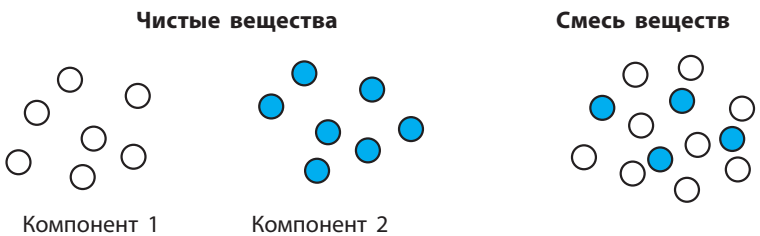
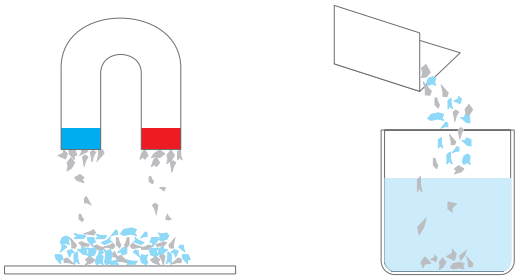


Рис. 40. В смеси свойства веществ не меняются

www.e-ranok.com.ua



а *б*

Рис. 41. Железо из смеси с солью притягивается магнитом (*а*), а соль не теряет способности растворяться (*б*)

Например, если поднести магнит к смеси железного порошка и поваренной соли, то железо к нему притянется, а соль — нет (рис. 41). Если эту смесь поместить в воду, то соль растворится, а железо — нет.

Сахар имеет сладкий вкус, а лимонная кислота — кислый. Попробуйте растворить в воде небольшое количество сахара и лимонной кислоты. Какой вкус будет иметь эта смесь? Кислый плюс сладкий равняется кисло-сладкому. Следовательно, каждое вещество в смеси не меняет своих свойств и придает некоторые свои свойства всей смеси.

На принципе сохранения свойств веществ в смеси основано изготовление материалов, ведь большинство материалов являются смесями. Например, чистое золото является очень мягким металлом и изготовленные из него предметы могут испортиться даже от слабого удара. Поэтому для изготовления ювелирных изделий в золото обязательно добавляют определенное количество меди или серебра. Конечно же, цвет такой смеси (сплава) немного отличается от цвета чистого золота, однако изделия из нее получаются более стойкими.

Как отличить чистое вещество от смеси?

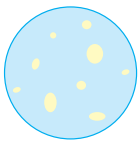


Рис. 42. Изображение капли молока под микроскопом

Это легко сделать, если смесь неоднородная и ее отдельные компоненты хорошо видны, как, например, песчинки в воде. Чистое вещество всегда однородное, поэтому даже при сильном увеличении его изображения под микроскопом все частицы, из которых оно состоит, будут иметь одинаковый вид.

Иногда, чтобы отличить смесь от чистого вещества, можно воспользоваться микроскопом.

www.e-ranok.com.ua

Молоко имеет вид однородной жидкости, но под микроскопом в нем видны капельки жира, плавающие в жидкости (рис. 42). Но даже микроскоп не поможет нам увидеть отдельные частицы в водном растворе сахара. Раствор, конечно, приобретет сладкий вкус, но в химической лаборатории пробовать вещества нельзя!

В этом случае нам помогут знания о физических свойствах веществ. Хотя каждое вещество передает свои свойства смеси, но никогда смесь не имеет таких же свойств, как чистые вещества по отдельности. Например, температура, при которой плавится сплав олова и свинца, ниже, чем температура плавления чистого олова или чистого свинца. Морская вода или раствор соли в воде замерзает при более низкой, а кипит при более высокой температуре, чем чистая вода. В этом случае достаточно измерить температуру плавления или кипения смеси (рис. 43) и сравнить результат с данными справочника для чистых веществ. Если есть отклонения от справочных данных, то исследуемое вещество не чистое, а является смесью.

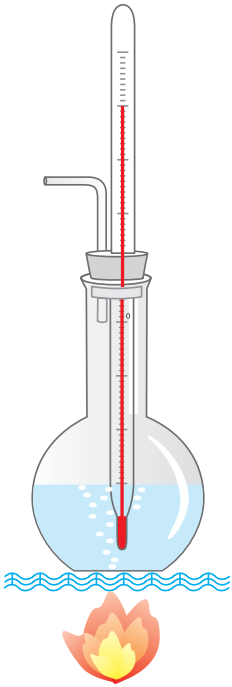


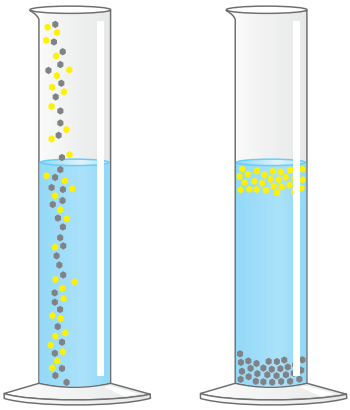
Рис. 43. Измерение температуры кипения: жидкость внутри колбы нагревается на горелке, а термометр покажет температуру, при которой жидкость закипит

Разделение смесей

Смесь можно разделить на отдельные компоненты, если знать их физические свойства. Смесь, компоненты которой существенно отличаются по свойствам, разделить легко. Но если свойства веществ подобны, этот процесс затрудняется. Современные химики научились разделять почти любые смеси, даже те, которые содержат большое количество компонентов.

В воде, зачерпнутой из реки, есть примеси ила, песка и растворенных солей. Песок от воды можно отделить отстаиванием — тяжелые песчинки быстро осядут на дне. Этот метод называют *отстаиванием*. Он основан на том, что более легкие вещества всплывают на поверхность, а более тяжелые — оседают на дно сосуда (рис. 44, с. 48).

www.e-ranok.com.ua



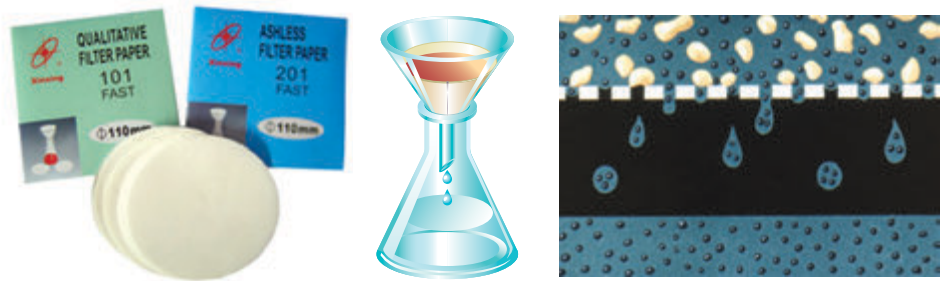
а *б*

Рис. 44. Если смесь серы с железом попадает в воду (*а*), то частицы серы всплывают, а железа — тонут (*б*)

Этим методом можно отделить, например, сливки от свежего молока, так как капельки жира легче воды и всплывают на поверхность, образуя сливки.

Если частицы в жидкости слишком мелкие и почти не оседают, то их можно отделить *фильтрованием*. Например, для очистки речной воды от речного ила ее можно пропустить через фильтр. В химических лабораториях используют специальную фильтровальную бумагу (рис. 45*а*). Это обычная бумага с очень маленькими порами (отверстиями). Для фильтрования смесь воды с илом наливают в воронку с бумажным фильтром (рис. 45*б*). Молекулы воды очень маленькие, намного мельче, чем любые частицы, которые видно невооруженным глазом. Они легко проходят сквозь поры в фильтре, а большие частицы, размер которых больше, чем размер пор, задерживаются фильтром (рис. 45*в*).

Фильтрованием можно разделить только неоднородные смеси. В однородных смесях с водой (растворах) растворенные частицы по размеру подобны молекулам воды и легко проходят через фильтр. Но такие смеси можно разделить *выпариванием* или *перегонкой*.



а *б* *в*

Рис. 45. Для разделения смесей фильтрованием используют фильтровальную бумагу (*а*), через которую пропускают неоднородную смесь с водой (*б*). При этом большие частицы, размер которых больше, чем поры фильтра, задерживаются, а вода и более мелкие частицы просачиваются (*в*)

www.e-ranok.com.ua

Если необходимо разделить растворенные вещества, раствор наливают в фарфоровую чашку и выпаривают (рис. 46). Вода испарится, а растворенные вещества останутся на дне чашки. Выпариванием можно разделить смесь нелетучего вещества с летучим.

Для разделения смесей двух летучих веществ выпаривание применять нельзя. Смесь таких веществ можно разделить перегонкой (рис. 47). Для этого смесь помещают в колбу и нагревают. Жидкость, которая кипит при более низкой температуре, испаряется первой, и ее пары́ попадают в холодильник. В холодильнике они конденсируются (превращаются в жидкость), и в приемник по каплям стекает чистая жидкость. Этот метод разделения смесей называют также *дистилляцией*, поэтому воду, очищенную таким способом, называют *дистиллированной*.

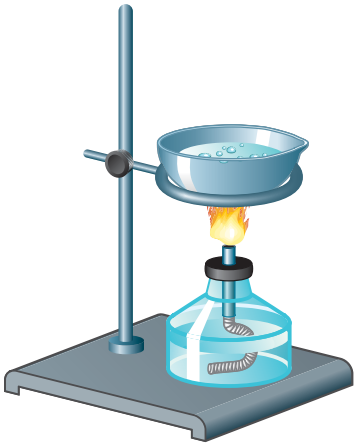


Рис. 46. При выпаривании раствор нелетучего вещества в воде нагревают до полного испарения воды

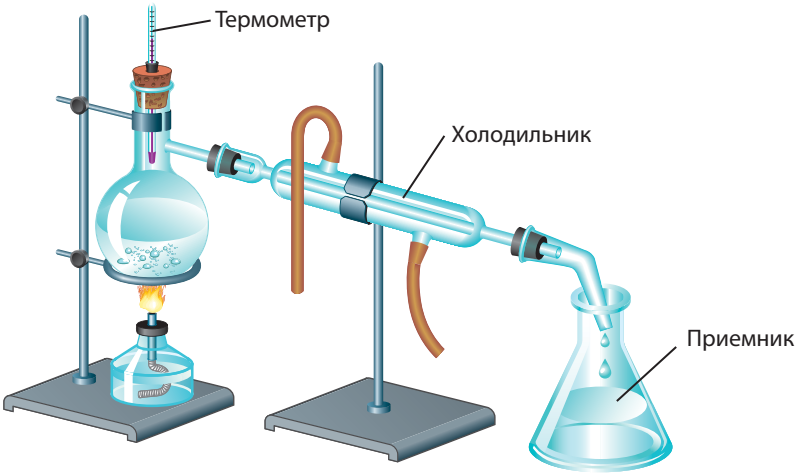


Рис. 47. Приспособление для перегонки состоит из колбы с термометром для контроля температуры паров, холодильника, в котором охлаждаются пары́, и приемника, в котором собирается очищенная жидкость

www.e-ranok.com.ua

Перегонкой можно разделить однородную смесь двух жидкостей, которые кипят при разных температурах, например смесь спирта с водой. При нагревании такой смеси сначала испаряется и собирается в приемнике жидкость с более низкой температурой кипения — спирт. Когда весь спирт выкипит, жидкость в колбе продолжит нагреваться, а при температуре 100 °С начнет испаряться вода.

Действием магнита можно выделить из неоднородной смеси вещество, имеющее магнитные свойства (рис. 41, с. 46).

Используя описанные методы, можно разделить большинство смесей на чистые вещества.

Лингвистическая задача

На греческом языке смеси называют словом «миксис». Какое значение, по вашему мнению, имеют слова «микстура», «миксер»?

В переводе с латинского *distille* означает «капля». Как вы считаете, почему перегонка жидкостей получила название «дистилляция»?

Выводы:

1. Чистые вещества образованы одинаковыми частицами, а смеси — разными. Чистые вещества, входящие в состав смесей, называют компонентами смеси. В неоднородных смесях частицы компонентов видны невооруженным глазом, а в однородных смесях отдельных компонентов не видно, и на вид они кажутся чистыми веществами.
2. В смесях вещества сохраняют свои свойства и передают их смеси. На этом основана возможность разделения смеси веществ на чистые вещества. Для разделения смесей чаще всего используют фильтрование, отстаивание, выпаривание, перегонку и действие магнитом.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение смеси. Какие смеси называются однородными, а какие — неоднородными? Приведите примеры.
2. Существуют ли в природе абсолютно чистые вещества?
3. Меняются ли свойства веществ в смеси? Почему?
4. Как отличить чистое вещество от смеси веществ?

Задания для усвоения материала

1. Чем отличаются смеси от чистых веществ? Выберите правильные ответы: а) чистые вещества состоят из одинаковых молекул, а смеси — из разных; б) чистые вещества состоят из разных молекул, а смеси — из одинаковых; в) в смеси вещества изменяют свои свойства; г) при

www.e-ranok.com.ua

смешивании свойства компонентов смеси не меняются; д) в свойствах смеси проявляются свойства ее отдельных компонентов.

2. Выпишите отдельно названия смесей и чистых веществ: кислород, речная вода, водопроводная вода, минеральная вода, дистиллированная вода, поваренная соль, воздух, сахар, бензин, кровь, зубная паста, золото, зола.

3. Однородная или неоднородная смесь образуется при смешивании: а) одеколона и воды; б) муки и воды; в) меда и чая; г) песка и камней; д) бензина и воды?

4. Почему не удается выделить жир из свежего молока фильтрованием?

5. Приведите не менее пяти примеров однородных и неоднородных смесей, с которыми вы сталкиваетесь в повседневной жизни.

6. Какие методы разделения смесей вам известны? На каких свойствах веществ они основаны? Приведите примеры смесей, которые можно разделить этими методами. Свой ответ оформите в виде таблицы:

Тип смеси	Метод разделения	Краткое описание метода	На каких свойствах веществ основан метод	Пример смесей
Однородная	1. 2.			
Неоднородная	1. 2. 3. 4.			

7. Каким способом можно разделить смеси: а) воды и бензина; б) сахара и песка; в) песка и опилок; г) муки и железных опилок; д) крахмала и сахара?

8. Приведите пример использования метода отстаивания в быту.

9*. Что представляет собой питьевая вода? Узнайте, как вода попадает в ваш дом. Можно ли считать водопроводную воду чистой? Может ли в природе существовать чистая вода? Поговорите со взрослыми и узнайте, какие меры позволят улучшить качество питьевой воды.

- Особо чистые вещества необходимо правильно хранить. Так, особо чистую воду можно хранить только в емкостях из кварца и без доступа воздуха. Обычное стекло и воздух очень слабо, но все же растворяются в воде и «загрязняют» ее.
- В древние времена торговцы, для того чтобы отличить золотую монету от медной или другой желтого цвета, пробовали ее «на зуб». Если зубы оставляли след на поверхности монеты, это означало, что монета сделана из чистого золота. Именно поэтому большинство древних золотых монет, сохранившихся до наших дней, изогнуты или покусаны.

www.e-ranok.com.ua

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Разделение неоднородной смеси

Оборудование: нагревательный прибор, спички, лабораторный штатив с кольцом и муфтой, стеклянная палочка, химические стаканы, мерный цилиндр, воронка, фарфоровая чашка, шпатель или ложечка, фильтровальная бумага.

Реактивы: поваренная соль, песок, вода.

Правила безопасности:
- вспомните правила работы с нагревательными приборами;
- вспомните правила безопасности при нагревании.

1. В химический стакан шпателем поместите немного смеси поваренной соли с песком и добавьте мерным цилиндром 10–20 мл воды. Стеклянной палочкой тщательно перемешайте смесь до полного растворения соли.

2. Сложите фильтр из фильтровальной бумаги, как показано на рисунке 48, и отфильтруйте песок.

3. Соберите устройство для выпаривания (рис. 25*б*, с. 30). Используя стеклянную палочку, перелейте фильтрат (жидкость, которая прошла сквозь фильтр) в фарфоровую чашку. Зажгите спиртовку и выпаривайте воду. На дне чашки останется чистая соль.

4. По результатам практической работы сделайте выводы.

При формулировании выводов дайте ответы на вопросы:

1. Какие методы разделения смесей использовали в этой работе?
2. Какие свойства соли и песка позволяют использовать именно эти методы для разделения смеси?

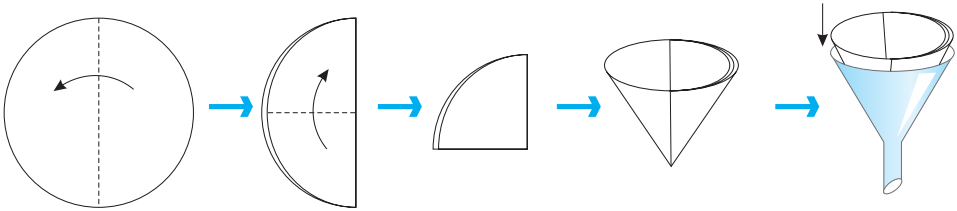


Рис. 48. Складывание бумажного фильтра

www.e-ranok.com.ua

§ 6. Атомы. Молекулы

Атомы

Уже более двух тысяч лет назад ученые задумывались над тем, из чего состоят вещества. Размышляя над этим вопросом, известный древнегреческий философ Демокрит предположил, что все вещества должны состоять из некоторых частиц с очень маленькими массами. Он назвал их атомами, что в переводе с греческого означает «неделимый».

Существование атомов было доказано сравнительно недавно, лишь в XIX в., и вместе с этим ученые установили, что атом не является неделимой частицей. Атом состоит из *ядра*, вокруг которого движутся *электроны*. Ядро любого атома заряжено положительно, а электроны имеют отрицательный заряд. Благодаря этому электроны притягиваются к ядрам и вращаются вокруг них на некоторых расстояниях. Таким образом образуется атом.

Заряд электронов очень мал. Частиц с меньшим зарядом в природе не существует, поэтому заряд электрона принимают за единицу. Так как он отрицательный, то заряд электрона равен −1. Заряд ядер атомов также измеряется в условных единицах, но со знаком «+».

В атомах положительный заряд ядер нейтрализуется отрицательным зарядом электронов, благодаря чему атом не имеет электрического заряда. Если заряд ядра атома равен +1, то такой атом содержит один электрон (в сумме $+1-1=0$), а если +3, то атом содержит три электрона.

Атомы — это мельчайшие электронейтральные частицы вещества, состоящие из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов, которые движутся вокруг ядра.

В начале XX в. датский физик Эрнест Резерфорд предложил одну из первых моделей строения атома. Он сравнивал атом с Солнечной системой (рис. 49, с. 54). Но это сравнение очень условное, так как атом имеет более сложное строение, с которым вы познакомитесь в следующем классе.

Размеры атомов очень малы — около 10^{-10} м (0,0000000001 м), а ядро атома еще меньше: его диаметр составляет около 10^{-15} м (0,000000000000001 м), т. е. в сто тысяч раз меньше, чем диаметр атома.

www.e-ranok.com.ua

Рис. 49. Строение Солнечной системы. Планеты вращаются вокруг Солнца

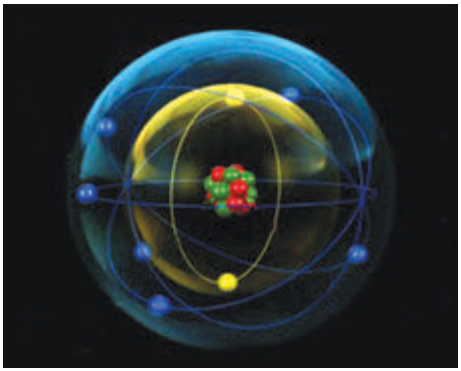


Рис. 50. Строение атома. Электроны вращаются вокруг ядра атома

Узнайте больше

В природе электронейтральные атомы встречаются довольно редко. Чаще всего в результате определенных процессов (по большей части в химических реакциях) атомы отдают или присоединяют электроны. В этом случае заряд ядра уже не компенсируется зарядом электронов, и атом превращается в электрически заряженную частицу. Такие частицы называют *ионами*.

Если атом присоединяет электроны, то у него появляется избыточный отрицательный заряд и он превращается в *отрицательно заряженный* ион с зарядом –1:

$$0 + (-1) = -1$$

Соответственно, если атом присоединяет два электрона, то заряд иона равен –2:

$$0 + 2 \cdot (-1) = -2$$

Если же атом отдает электроны, то он превращается в *положительно заряженный ион*. Заряд иона, который образуется вследствие потери атомом одного электрона, равен +1:

$$0 - (-1) = +1$$

Если же атом теряет два или три электрона, заряд его иона равен соответственно +2 или +3:

$$0 - 2 \cdot (-1) = +2$$
$$\text{или } 0 - 3 \cdot (-1) = +3$$

Множество веществ состоит из противоположно заряженных ионов, в частности поваренная соль или сода.

Обычная поваренная соль состоит из ионов, т. е. является веществом ионного строения

www.e-ranok.com.ua

Молекулы

Из разных атомов могут «собираться» различные молекулы. Атомы соединяются друг с другом в определенном порядке посредством особых химических связей.

В одной молекуле может объединяться разное число атомов, причем атомы могут соединяться в разном порядке. В этом случае образуются молекулы разных веществ. Например, молекула кислорода состоит из двух атомов, молекула воды — из трех, а молекула сахарозы — из сорока пяти. Если атомы условно представить в виде маленьких шариков, то молекулы будут иметь вид набора разных шариков определенной формы и размеров (рис. 51).

Состав и строение молекул веществ предопределяют их свойства. Разные вещества имеют разные молекулы, а следовательно, и разные свойства.

Молекулы — это наименьшие частицы вещества, которые способны существовать самостоятельно и являются носителями химических свойств веществ.

Свойства молекул существенно влияют не только на химические, но и на физические свойства веществ. Если молекулы тяжелые и очень плотно расположены, то у такого вещества будет большая плотность. Если молекулы сильно притягиваются друг к другу, то такое вещество сложно расплавить или испарить. Каждая молекула имеет определенную форму и размер, от чего зависит, имеет ли вещество запах. А способность молекул поглощать видимый свет определяет цвет вещества.

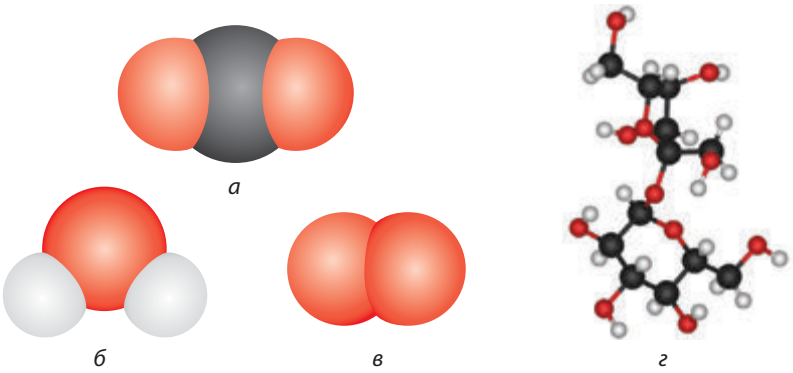


Рис. 51. Модели молекул: *а* — углекислого газа; *б* — воды; *в* — кислорода, *г* — сахарозы. Модели можно изображать в виде перекрывающихся шариков или шариков, соединенных связями в одну молекулу

www.e-ranok.com.ua

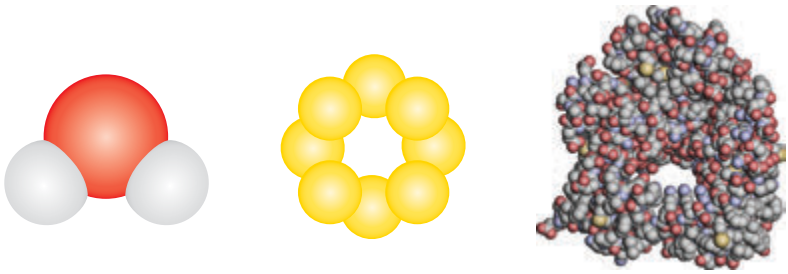
Несмотря на то, что понятие о мельчайших частицах вещества и термин «атом» существуют еще с античных времен, термин «молекула» в химическом языке появился сравнительно недавно. Одним из первых ученых современной химии был Роберт Бойль. Мельчайшие частицы вещества он назвал «корпускулами», что на латыни означает «маленькое тело», «тельце», или «частица». Через полвека эти частицы стали называть «массовыми частицами» или «масс-корпускулами». А поскольку на латыни слово «масса» звучит как «молес», то «молес-корпускулы» со временем сокращенно превратились в «молекулы».

Атомы и молекулы в веществах

Молекулы и атомы — это частицы, из которых состоят вещества. Когда мы говорим о мельчайших частицах вещества, то почти всегда имеем в виду молекулы. Молекулы бывают самыми разными. Например, молекула кислорода состоит из двух атомов, а молекула серы немного больше — она состоит из восьми атомов. Молекулы белков, которые входят в состав всех живых организмов, намного больше, в них насчитывается сотни тысяч, а иногда и миллионы атомов (рис. 52).

Но есть вещества, молекулы которых состоят лишь из одного атома. К ним относится, например, гелий (газ, которым наполняют воздушные шары), а также некоторые другие вещества. О веществах, которые состоят из молекул, говорят, что они имеют *молекулярное строение*.

У многих веществ вообще сложно выделить отдельные молекулы. Например, алмазы состоят из атомов, очень прочно связанных друг с другом (рис. 53). Можно сказать, что каждый алмаз — это



а *б* *в*

Рис. 52. Молекулы веществ молекулярного строения:
а — молекула воды состоит из трех атомов; *б* — серы — из восьми;
в — белка — из сотен тысяч

www.e-ranok.com.ua

Рис. 53. Алмаз состоит из огромного множества атомов, соединенных друг с другом в определенном порядке. Он имеет атомное строение

одна огромная молекула (супермолекула), которая состоит из сотен тысяч миллиардов атомов. Таких веществ довольно много, и по отношению к ним термин «молекула» обычно не применяют. О таких веществах говорят, что они состоят из атомов и имеют *атомное строение*. Атомное строение имеют металлы, кварц, графит и много других веществ.

Узнайте больше

Структура веществ оказывает значительное влияние на их физические свойства. Между отдельными молекулами взаимодействие значительно более слабое, чем между атомами или ионами, поэтому вещества молекулярного строения очень хрупкие и характеризуются низкими температурами плавления и кипения. Если вещество при обычных условиях находится в жидком или газообразном состоянии, то оно однозначно имеет молекулярное строение. Твердые вещества молекулярного строения при нагревании обычно довольно легкоплавки. К веществам с молекулярным строением относятся вода, кислород, азот, углекислый газ, сера, полиэтилен, спирт и др.

Вещества немолекулярного строения при обычных условиях всегда находятся в твердом агрегатном состоянии. Благодаря сильному взаимодействию между атомами и ионами они имеют высокие температуры плавления и кипения.

Выводы:

1. Вещества могут состоять из атомов и молекул. Наименьшая неделимая частица вещества — это атом. Атом состоит из положительно заряженного ядра, вокруг которого вращаются электроны с зарядом –1.

www.e-ranok.com.ua

2. Число электронов в атоме равно заряду ядра атома. В результате этого атом — элекронейтральная частица.
3. Атомы соединяются друг с другом, образуя молекулы. В молекуле может соединяться разное число атомов: от двух до миллионов.
4. Молекула — наименьшая частица вещества, являющаяся носителем его свойств. Состав и строение молекул обусловливает как химические, так и физические свойства веществ.

Контрольные вопросы

1. Из каких частиц могут состоять вещества?
2. Какие частицы называют атомами, молекулами?
3. Из чего состоят атомы?
4. Какой заряд имеют атомные ядра и электроны?
5. Чем отличаются атомы от молекул?

Задания для усвоения материала

1. В составе атомов есть заряженные частицы, однако атомы электронейтральны. Почему?
2. Как изменяется заряд атомов, если они отдают или присоединяют электроны?
3. Сколько электронов содержится в составе атома, если заряд его ядра равен +8?
4. Отличаются ли размеры атомов и молекул? Почему? Какая частица меньше?
5. Чем отличаются по составу и свойствам вещества молекулярного и немолекулярного строения?
6. У протонов — частиц в ядре атома — и электронов заряды равны по величине, но противоположны по знаку. Если в атоме содержится 15 протонов, то сколько электронов будет в этом атоме?
7. Сколько атомов будет входить в молекулу, если она образовалась объединением одной молекулы воды и одной молекулы углекислого газа?
8. Каков будет заряд частицы, если она содержит: а) ядро с зарядом +26 и 26 электронов; б) ядро с зарядом +8 и 10 электронов; в) ядро с зарядом +11 и 10 электронов; г) ядро с зарядом +6 и 6 электронов; д) ядро с зарядом +9 и 10 электронов; е) ядро с зарядом +12 и 10 электронов?
9. Сера состоит из молекул, которые содержат по 8 атомов, а в графите отдельных молекул выделить невозможно. Какое из этих веществ легче расплавить?
10*. Найдите в дополнительных источниках информацию о свойствах молекул и их влиянии на свойства веществ.

www.e-ranok.com.ua

- Если атом увеличить до размеров яблока, то в этом случае яблоко увеличится до размеров земного шара.
- В чайной ложке воды атомов в восемь раз больше, чем чайных ложек воды в Атлантическом океане.
- Платон считал, что мельчайшие частицы вещества (материи) имеют вид правильных многогранников.

§ 7. Химические элементы

Другого ничего в природе нет
ни здесь, ни там, в космических глубинах:
все — от песчинок малых до планет —
из элементов состоит единых.

С. Щипачов «Читая Менделеева»

Понятие о химических элементах

Все вещества состоят из молекул или атомов. Молекулы и ионы образуются из атомов. Таким образом, все в природе состоит из атомов. Всего на Земле и в космическом пространстве обнаружено 89 различных видов атомов, еще около 29 видов получены учеными искусственно. Они очень неустойчивы и существуют только в лабораториях в виде отдельных атомов в течение лишь нескольких секунд с момента получения.

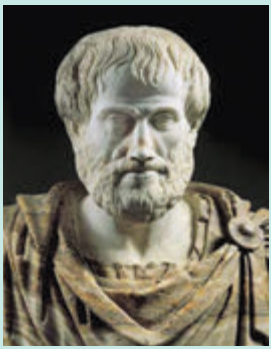
Атомы разных видов отличаются массой, размерами, строением и зарядом атомных ядер. Атомы одного вида одинаковы по размерам, имеют приблизительно одинаковую массу и сходное строение, но обязательно — одинаковый заряд ядра. Атомы определенного вида называют химическим элементом.

Химический элемент — это разновидность атомов с одинаковым зарядом ядра.

Заряд ядра атома — это важнейшая характеристика химического элемента, по которой можно многое узнать о свойствах атомов и образованных ими веществ. Например, по заряду ядра можно определить число электронов в атоме химического элемента, а их число, в свою очередь, определяет химические свойства веществ, образованных этим элементом.

www.e-ranok.com.ua

Античный философ, ученик Платона, наставник Александра Македонского. Учился в Академии у Платона в городе Афины. Основал собственную школу — Ликей, где разработал уникальную для Греции систему образования — когда учитель не просто разговаривает с учениками, а читает им заранее подготовленные и записанные на свитках лекции. Его изобретением также является разделение лекций на разные курсы — научные дисциплины — логику, физику, астрономию, метеорологию, зоологию, политику, этику, риторику и др. Аристотель — один из самых разносторонних древнегреческих ученых. Произведения Аристотеля охватывают все области знаний того времени.



Аристотель
(384–322 гг. до н. э.)

Самое давнее понятие об элементах связано с античным философом Аристотелем, который создал первую научную картину мира. В соответствии с ней все тела состоят из различных комбинаций пяти элементов: земли, воды, воздуха, огня и эфира.

Названия и символы химических элементов

У всех химических элементов есть названия и условные обозначения — химические символы. За основу украинских названий элементов взяты их латинские названия. Названия химических элементов пишут с прописной буквы. В качестве символов химических элементов используются первые буквы их латинских названий.

Например, химический элемент с зарядом атомного ядра +1 называется Гидрогеном, его символ **H** соответствует первой букве латинского названия *Hydrogenium*. Химический элемент с зарядом ядра +8 называется Оксигеном (от латин. *Oxygenium*) и обозначается символом **O**.

Если первая буква в названии элемента уже используется для обозначения другого элемента, то к ней прибавляется одна из последующих букв, например символ Гелия — **He**, Меркурия — **Hg** (от латин. *Hydrargyrum*).

Все открытые на сегодняшний день химические элементы сведены в таблицу — *Периодическую систему химических элементов Д. И. Менделеева*.

Символы и названия элементов — это буквы химического языка. На этом языке разговаривают все химики мира. И вам также нужно выучить «алфавит» химического языка. Символы химических элементов, которые часто используются на уроках химии, приведены в таблице 1.

www.e-ranok.com.ua

Таблица 1. Названия и символы химических элементов

Украинское название элемента	Латинское название элемента	Химический символ	Произношение в формуле
Алюминий	Aluminium	Al	Алюминий
Аурум	Aurum	Au	Аурум
Аргентум	Argentum	Ag	Аргентум
Арсен	Arsenicum	As	Арсен
Барий	Barium	Ba	Барий
Бор	Borum	B	Бор
Бром	Bromium	Br	Бром
Гидроген	Hydrogenium	H	Аш
Йод	Iodum	I	Йод
Калий	Kalium	K	Калий
Кальций	Calcium	Ca	Кальций
Карбон	Carboneum	C	Це
Купрум	Cuprum	Cu	Купрум
Магний	Magnesium	Mg	Магний
Манган	Manganum	Mn	Манган
Меркурий	Hydrargyrum	Hg	Гидраргирум
Натрий	Natrium	Na	Натрий
Нитроген	Nitrogenium	N	Эн
Оксиген	Oxygenium	O	О
Плюмбум	Plumbum	Pb	Плюмбум
Силиций	Silicium	Si	Силиций
Станум	Stannum	Sn	Станум
Сульфур	Sulfur	S	Эс
Феррум	Ferrum	Fe	Феррум
Флуор	Fluorum	F	Флуор
Фосфор	Phosphorus	P	Пэ
Хлор	Chlorum	Cl	Хлор
Цинк	Zincum	Zn	Цинк

www.e-ranok.com.ua

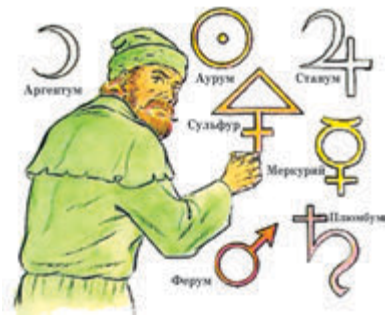


Рис. 54. Алхимические обозначения химических элементов

Названия химическим элементам преимущественно давали ученые, которые впервые их открывали. Только элементы, известные издавна, имеют названия, сложившиеся исторически.

Многие элементы назывались с учетом их свойств или свойств веществ, которые они образуют: Оксиген — от *оксос* — кислый и *геннео* — рождаю, т. е. «рождающий кислоты», Гидроген — от *гидро* — вода и *геннео* — рождаю, т. е. «рождающий воду».

Алхимики обозначали элементы с использованием астрологических символов. К тому времени было известно семь планет и семь металлов: золото, серебро, медь, железо, олово, свинец и ртуть. Почему бы не объединить их парами? Именно тогда золото начали соотносить с Солнцем, серебро — с Луной, медь — с Венерой, ртуть — с Меркурием (рис. 54). А химические превращения пояснялись мифологическими сюжетами.

Элементы называли в честь богов (Титан, Прометий) и ученых (Эйнштейний, Менделевий, Нобелий). В названиях некоторых элементов звучат названия космических тел (Гелий, Уран, Теллур, Селен), стран и континентов (Франций, Германий, Америций).

Некоторым недавно открытым элементам еще не дали названий, поэтому их временно обозначают с использованием порядкового номера в Периодической системе. Например, элемент с номером 117 называют Унунсептий (*ун* — с латыни «один», а *септа* — «семь») и обозначают Uus, а элемент № 118 — Унуноктий (*окта* — с латыни «восемь») и обозначают Uuo.

Распространенность химических элементов в природе

Атомы элементов, которые встречаются в природе, распределены в ней очень неравномерно. В космосе наиболее распространенным элементом является Гидроген — первый элемент Периодической системы. На его долю приходится около 93 % всех атомов Вселенной (рис. 55*а*). Около 6,9 % составляют атомы Гелия — второго элемента Периодической системы. Остальные 0,1 % приходятся на все другие элементы.

Распространенность химических элементов в земной коре значительно отличается от их распространенности во Вселенной (рис. 55*б*). В земной коре больше всего атомов Оксигена и Силиция. Наряду

www.e-ranok.com.ua

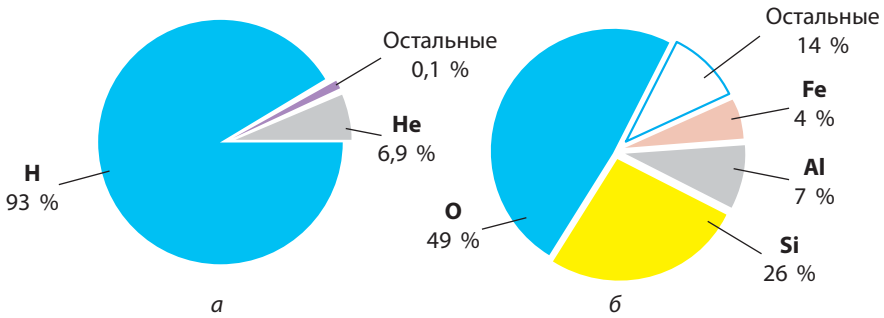


Рис. 55. Распространенность химических элементов: *а* — во Вселенной (в процентах от общего числа атомов); *б* — в земной коре (в процентах от общей массы)

с Алюминием и Феррумом они формируют основные соединения земной коры. А Феррум и Никол — основные элементы, из которых образовано ядро нашей планеты.

Живые организмы также состоят из атомов различных химических элементов. В организме человека больше всего содержится атомов Карбона, Гидрогена, Оксигена и Нитрогена.

Выводы:

1. Атомы бывают разных видов. Атомы одного вида называют химическим элементом. Атомы одного химического элемента имеют одинаковый заряд атомного ядра.
2. Химические элементы обозначают буквами латинского алфавита по латинскому названию элемента.
3. Наиболее распространенным элементом во Вселенной является Гидроген. В земной коре больше всего содержится атомов Оксигена.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение химического элемента.
2. Чем отличаются атомы разных химических элементов?
3. Сколько химических элементов обнаружено в природе? Сколько всего элементов открыто учеными?
4. По какому признаку атом относят к тому или иному химическому элементу? Выберите правильный ответ: а) размер атома; б) масса атома; в) заряд ядра атома; г) число электронов в оболочке атома.
5. Какой элемент является самым распространенным во Вселенной? Выберите правильный ответ: а) Гидроген; б) Оксиген; в) Силиций; г) Гелий.

www.e-ranok.com.ua

6. Какой элемент наиболее распространен в земной коре? Выберите правильный ответ: а) Гидроген; б) Оксиген; в) Силиций; г) Гелий.
7. Почему символы одних элементов состоят из одной буквы, а символы других — из двух?

Задания для усвоения материала

1. Запишите символы, которыми обозначают следующие элементы: Купрум, Меркурий, Гидроген, Фосфор, Натрий, Оксиген.
2. Запишите названия элементов, которые обозначаются следующими символами: Mg, Na, Si, Ag, P, Hg, N. Как произносятся эти символы?
3. Выпишите из таблицы 1 все символы химических элементов, которые начинаются на букву С.
4. Найдите в Периодической системе по три примера химических элементов, которые названы в честь: а) ученых; б) планет; в) географических объектов.
5. Какие элементы занимают три первых места по распространенности в земной коре? Какая доля от общей массы приходится на остальные элементы?
6. Чем отличаются понятия «атом» и «химический элемент»?
7. В одном издании по химии было представлено определение: «Химический элемент — это вещество, все атомы которого имеют один и тот же заряд ядра». В чем ошибочность определения?
8. Как вы считаете, почему распространенность элементов в земной коре значительно отличается от их распространенности во Вселенной?
9*. Найдите в дополнительной литературе информацию об истории открытия и происхождении названия одного из химических элементов, приведенных в таблице 1. Представьте эту информацию в любом удобном для вас виде (сообщение, рисунок, схема, стихотворение и т. д.).

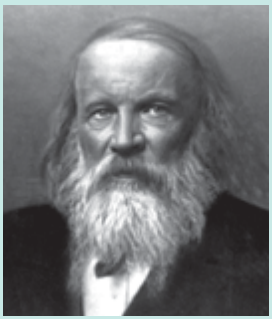
§ 8. Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева

Периодическая система — перечень известных элементов

Мы уже упоминали о Периодической системе химических элементов, а сейчас ознакомимся с ней подробнее. Периодическую систему можно представить как своеобразный перечень химических элементов. Однако это не просто перечень. Периодическая система отображает классификацию химических элементов, которая основана на особенностях строения их атомов. В ней существует множество закономерностей и зависимостей, с которыми вы ознакомитесь при изучении химии.

www.e-ranok.com.ua

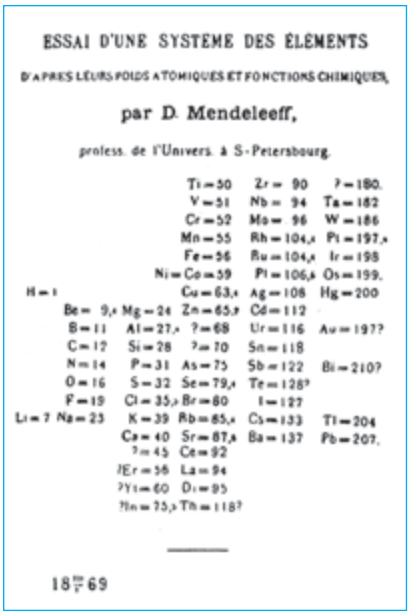
Выдающийся российский ученый. Родился в семье директора Тобольской гимназии. Закончил Петербургский педагогический институт, где позднее преподавал химию. Его труды посвящены не только химии, но и физике, технологии, экономике и географии. Самое значительное его достижение — открытие периодического закона. Создал в России первую палату мер и весов. В 1887 году сам осуществил полет на воздушном шаре для наблюдения солнечной короны во время затмения, пролетел 100 км на высоте около 4 км. Выдвигался на соискание Нобелевской премии, но так и не получил ее: Нобелевскую премию ввели лишь в 1901 году и давали только за открытия, совершенные в год присуждения.



Дмитрий Иванович Менделеев
(1834–1907)

Периодическая система была составлена на основе периодического закона, открытого в 1869 г. Д. И. Менделеевым. Периодический закон мы рассмотрим чуть позже, а к Периодической системе будем обращаться в течение всего курса изучения химии. На момент своего создания Периодическая система содержала только 63 элемента — именно столько их было открыто к тому времени (рис. 56). По мере открытия новых элементов она дополнялась новыми данными. В честь Д. И. Менделеева химики называют Периодическую систему его именем. Гениальность Д. И. Менделеева заключалась в том, что он предусмотрел существование неоткрытых на тот момент элементов и оставил для них свободные места в таблице.

На сегодняшний день в Периодическую систему внесены 118 элементов. Она пополняется новыми элементами, и пока ученые не могут однозначно утверждать, сколько всего элементов существует.



ESSAI D'UNE SYSTÈME DES ÉLEMENTS

D'APRÈS LEURS POIDS ATOMIQUES ET FONCTIONS CHIMIQUES,

par D. Mendeleeff,

profess. de l'Univers. à S.-Petersbourg.

			Ti = 50	Zr = 90	? = 180.	
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182	
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186	
			Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,4	
			Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198	
			Ni = Co = 59	Pl = 106,6	Os = 199.	
H = 1			Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200	
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112		
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	Ur = 116	Au = 197?	
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118		
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?	
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?		
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	I = 127		
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204	
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207.	
		? = 45	Ce = 92			
		?Er = 56	La = 94			
		?Yt = 60	Di = 95			
		?In = 75,6	Th = 118?			

1871 69

Рис. 56. Изображение первой Периодической системы, составленной Д. И. Менделеевым. В первой Периодической системе было только 63 элемента. По внешнему виду она отличалась от современной

www.e-ranok.com.ua

Структура Периодической системы

Периодическая система химических элементов имеет вид таблицы. Элементы в ней расположены в определенном порядке — по мере увеличения массы их атомов. Каждый элемент имеет свой порядковый номер, и этот номер равен заряду ядра атомов этого элемента.

Существует множество вариантов изображения Периодической системы: круговые, спиральные, пирамидальные, с расположением элементов сверху вниз и слева направо. Общепринятым является изображение в виде таблицы с расположением элементов слева направо.

В Периодической системе все элементы объединены в *периоды* — горизонтальные ряды элементов, и *группы* — вертикальные столбцы элементов. В *длинном* варианте Периодической системы элементы объединены в 7 периодов и 18 групп, а в *коротком* — тоже в 7 периодов, но в 8 групп (см. форзацы).

В нашей стране традиционно пользуются короткопериодным вариантом. Международное сообщество IUPAC* рекомендует для использования длиннопериодный вариант Периодической системы.

Первые три периода называют малыми, так как в них содержится небольшое число элементов: первый период состоит из 2 элементов (Гидроген и Гелий), а второй и третий — из 8 элементов. Остальные периоды называют большими: четвертый и пятый периоды состоят из 18 элементов, а шестой и седьмой — из 32 элементов.

Группы объединяют элементы со схожими свойствами. Некоторые группы элементов имеют названия, например группа *щелочных элементов* или группа *инертных элементов*.

В нижней части таблицы расположены семейства элементов — *лантаноиды* и *актиноиды*. Эти элементы идут после Лантана (№ 57) и Актиния (№ 89) и формально относятся к третьей группе. Однако размещение этих элементов в таблице сделало бы ее громоздкой и неудобной, поэтому их обычно выносят за ее границы.

Каждый элемент имеет свой «адрес» в Периодической системе. *Чтобы описать положение элемента в Периодической системе, нужно назвать его порядковый номер, а также номер группы и периода*. Например: элемент Оксиген имеет порядковый номер 8, расположен во втором периоде, шестой группе.

* **IUPAC** (International Union of Pure and Applied Chemistry) — международное сообщество по фундаментальной и прикладной химии. Это сообщество принимает решения о присвоении названий новым элементам, а также о правилах составления названий веществ.

www.e-ranok.com.ua

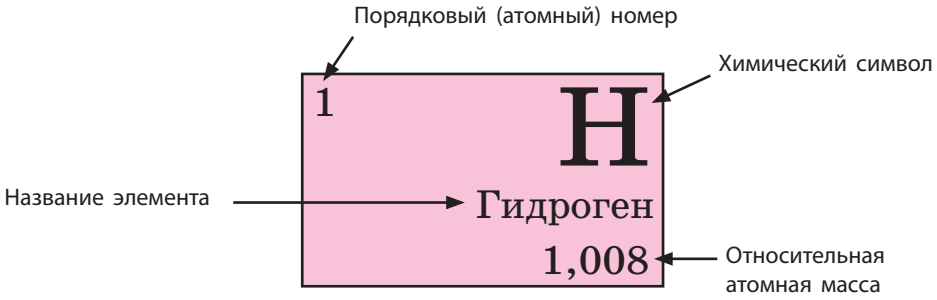


Рис. 57. Описание характеристик элементов в таблице Периодической системы

Элементы, так же как вещества или молекулы, имеют определенные свойства. Самые важные характеристики элементов приведены в Периодической системе — это порядковый номер, относительная атомная масса и т. п. (рис. 57).

Выводы:

1. Периодическая система содержит все известные на сегодня химические элементы. Она состоит из семи периодов — горизонтальных рядов, и восьми групп (короткий вариант) — вертикальных рядов.
2. Первые три периода называют малыми, они состоят из 2 или 8 элементов, а другие — большими, они состоят из 18 и более элементов. Некоторые группы элементов также имеют собственные названия.

Контрольные вопросы

1. Из скольких периодов и групп состоит современная Периодическая система?
2. Что называют периодом и группой Периодической системы?
3. Какие периоды Периодической системы называют малыми, а какие — большими?
4. Приведите примеры групповых названий химических элементов.
5. Сколько элементов содержится в первых трех периодах Периодической системы? Выберите правильный ответ: а) 10; б) 18; в) 24; г) 63.

Задания для усвоения материала

1. Запишите символы и названия элементов, которые входят во второй период Периодической системы.
2. Сколько элементов содержится: а) в третьем периоде; б) пятом периоде?

www.e-ranok.com.ua

3. Запишите символы приведенных элементов и опишите их положение в Периодической системе: Гидроген, Карбон, Фосфор, Феррум, Аргентум.

4. Как с помощью Периодической системы определить заряд ядра атома? Определите заряд ядер у атомов Карбона, Нитрогена, Хлора и Кальция.

5. Найдите в Периодической системе элемент с зарядом ядра +79. Запишите его символ, название. В каком периоде (большом или малом) он расположен? Сколько электронов содержится в атоме этого элемента?

6*. Найдите в дополнительной литературе примеры элементов, которые получены учеными искусственно и не существуют в природе. Укажите их порядковые номера и названия.

7*. Как вы считаете, почему из всех открытых химических элементов в природе встречается только 89? Как ученые открыли другие элементы?

§ 9. Химические формулы веществ

С тех пор, как химические знания изображались в виде мифических сюжетов на гравюрах (рис. 11, с. 15), прошло несколько столетий. За это время химический язык очень изменился. Вы уже познакомились с «буквами» химического языка — символами химических элементов. Эти «буквы» могут складываться в «слова» — химические формулы.

Химическая формула — это условная запись состава вещества посредством символов химических элементов и индексов.

С помощью химических формул записывают состав веществ. Запишем химическую формулу воды. Молекула воды состоит из двух атомов Гидрогена H и одного атома Оксигена O (рис. 58). С помощью химической формулы состав воды записывается так: H_2O.

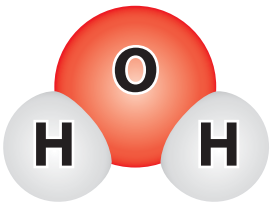
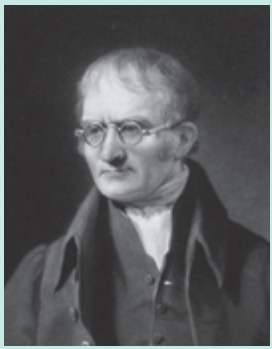


Рис. 58. Молекула воды состоит из одного атома Оксигена и двух соединенных с ним атомов Гидрогена

Цифра 2 в этой формуле называется *индексом* и показывает число атомов Гидрогена в молекуле воды. Индекс записывается маленькой цифрой справа от символа элемента, к которому он относится. В составе молекулы воды есть также один атом Оксигена, но индекс 1 обычно не пишут. Поэтому если справа от символа элемента индекса нет, то подразумевается, что в составе молекулы есть только один атом этого элемента.

www.e-ranok.com.ua

Выдающийся английский химик. Сын бедного ткача из Кемберленда. Самостоятельно освоил химию, физику и математику. Всю жизнь работал простым школьным учителем, не имея специального образования. Изучал процессы в атмосфере, разработал атомную теорию. Ввел символы химических элементов. При этом атомы разных химических элементов он изображал различными графическими символами. Поскольку придумывать новые символы становилось все сложнее, Дальтон начал использовать начальные буквы английских названий элементов. Он также исследовал и описал дефект зрения, заключающийся в неспособности различать некоторые цвета, позже названный в его честь дальтонизмом.



Джон Дальтон
(1766–1844)

Составим формулу сахарозы — основного компонента сахара. Известно, что в молекулу сахарозы входят двенадцать атомов Карбона, двадцать два атома Гидрогена и одиннадцать атомов Оксигена. Запишем символы перечисленных элементов и поставим соответствующие индексы:

$$C_{12}H_{22}O_{11}$$

Для того чтобы правильно читать химические формулы, необходимо запомнить произношение символов элементов (табл. 1, с. 61). С учетом этого, формулы необходимо читать таким образом:

H_2O — аш два о;
CO_2 — це о два;
$NaHCO_3$ — натрий аш це о три;
H_2SO_4 — аш два эс о четыре;
$FeCl_2$ — феррум хлор два.

Часто в составе веществ содержатся группы атомов, которые повторяются несколько раз. Для удобства в химических формулах эти группы записывают в скобках, а число групп указывают индексом за скобками. Например, формула мочевины, состоящая из одного атома Карбона, одного атома Оксигена и двух групп NH_2, записывается так:

$$CO(NH_2)_2$$

Индекс за скобками относится ко всем атомам, взятым в скобки, т. е. кроме одного атома Карбона и одного атома Оксигена в молекуле мочевины содержатся два атома Нитрогена и четыре атома Гидрогена.

www.e-ranok.com.ua

Выдающийся шведский ученый, профессор. Начинал учиться на врача, но свою жизнь посвятил химии. В 29 лет был избран членом Шведской академии наук, а позднее — ее президентом. Берцелиус первым ввел понятие и определил атомные массы известных на тот момент элементов. Предложил систему записи химических формул с использованием индексов. Поэтому Берцелиуса можно назвать создателем современного химического языка. Автор главных открытий в области неорганической, аналитической и физической химии, выдающийся систематик химической науки. Открыл химические элементы Силиций, Церий, Селен, Торий.

Йенс-Якоб Берцелиус
(1770–1848)

Такие формулы читаются с указанием числа групп, например:

$CO(NH_2)_2$ — це о эн аш два дважды;
$(NH_4)_2SO_4$ — эн аш четыре дважды эс о четыре;
$Fe(NO_3)_3$ — феррум эн о три трижды;
$Ca_3(PO_4)_2$ — кальций три пэ о четыре дважды;
$NaAl(OH)_4$ — натрий алюминий о аш четырежды.

Узнайте больше

С помощью химических формул записывается состав не только молекул. У веществ атомного и ионного строения молекул не существует (см. § 6). Но у этих веществ можно выделить отдельный повторяющийся фрагмент. Химическими формулами у таких веществ записывают состав наименьшего фрагмента, который повторяется много раз,— *структурной* (*формульной*) *единицы*.

Например, железо, как и другие металлы, состоит из атомов (рис. 59), поэтому структурная единица этого вещества — атом Феррума. Таким образом, формула железа — Fe. Алмаз состоит из атомов Карбона (рис. 53, с. 57), следовательно, его формула — C. Кварц состоит из химически связанных атомов Силиция и Оксигена, причем на один атом Силиция приходится два атома Оксигена (рис. 60*а*). Формула кварца — SiO_2. Поваренная соль состоит из положительно заряженных ионов Натрия Na^+ и отрицательно заряженных ионов Хлора Cl^-. В составе соли на один ион Натрия приходится один ион Хлора (рис. 60*б*), таким образом, формула поваренной соли — NaCl.

Химическая формула вещества отображает его *качественный* и *количественный* состав, т. е. показывает, атомы каких элементов

www.e-ranok.com.ua

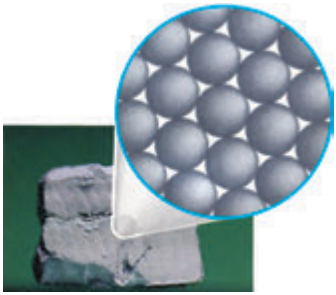
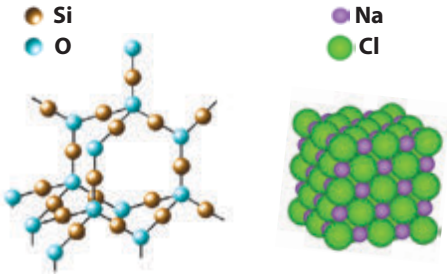


Рис. 59. Металлы состоят из атомов, поэтому их формулы записывают, указывая символ данного элемента



а *б*

Рис. 60. Состав: кварца — вещества атомного строения (*а*) и поваренной соли — вещества ионного строения (*б*)

и в каком количестве содержатся в составе вещества. Каждое вещество имеет свою, присущую только ему, формулу. Она неизменна независимо от того, каким образом это вещество получено. Другими словами, углекислый газ, который выделяется при сжигании угля или в результате дыхания живых организмов, имеет один и тот же состав, одну и ту же химическую формулу CO_2.

Выводы:

1. Состав химических веществ записывается посредством химических формул. Химические формулы записывают с помощью символов химических элементов и индексов. Индекс — это цифра, которую записывают внизу и справа от символа элемента, он показывает число атомов элемента, рядом с которым он записан.
2. Химическая формула отображает качественный и количественный состав вещества. Если вещество состоит из молекул, то его формула отображает состав молекулы. Для других веществ — соотношение числа атомов в них.

Контрольные вопросы

1. Какую запись называют химической формулой? Для чего нужны химические формулы?
2. Что означает индекс в химической формуле?
3. Какую информацию содержит химическая формула?
4. Какую информацию о качественном и количественном составе веществ отображает химическая формула?

www.e-ranok.com.ua

Задания для усвоения материала

1. Какое вещество обозначается химической формулой CO_2? Выберите правильный ответ: а) вода; б) угарный газ; в) углекислый газ; г) кварц.
2. Прочитайте формулы следующих веществ: O_2 (кислород), H_2 (водород), Fe (железо), $CaCO_3$ (мел, мрамор), $NaNO_3$ (натриевая селитра), Na_2CO_3 (сода), H_2O_2 (перекись водорода), H_2SO_4 (сульфатная кислота), $CaSO_4$ (гипс), $H_2C_2O_4$ (щавелевая кислота), $C_6H_{12}O_6$ (глюкоза), $KMNO_4$ (марганцовка), K_2CO_3 (поташ), $Ca(OH)_2$ (гашеная известь).
3. Запишите химические формулы: а) азота, если известно, что его молекула состоит из двух атомов Нитрогена; б) серы, если известно, что ее молекула состоит из восьми атомов Сульфура; в) природного газа, если известно, что его молекула состоит из одного атома Карбона и четырех атомов Гидрогена; г) питьевой соды, если известно, что в ее составе на один атом Натрия приходится один атом Гидрогена, один атом Карбона и три атома Оксигена.
4. Запишите химическую формулу вещества, из которого состоит канцелярский (силикатный) клей, если известно, что в этом веществе на один атом Силиция приходится два атома Натрия и три атома Оксигена.
5. Запишите формулы веществ, которые произносятся таким образом: а) аш два эс о четыре; б) купрум о; в) плюмбум це о три; г) купрум о аш дважды; д) аргентум два о; е) алюминий два эс о четыре трижды.
6. Найдите в тексте учебника и выпишите формулы следующих веществ: воды, сахарозы, мочевины, поваренной соли, кварца, углекислого газа.
7. Опишите качественный и количественный состав следующих веществ: а) H_2S; б) $KClO_3$; в) H_3PO_4; г) Al_2O_3; д) $CuSO_4$; е) $Fe(OH)_3$.
8. Сколько атомов каждого элемента записано в формулах следующих веществ: а) Fe_3O_4; б) $Ca_3(PO_4)_2$; в) $Al(OH)_3$; г) $Fe_2(SO_4)_3$; д) $CaSO_4$; е) NH_4NO_3? Сколько всего атомов входит в состав структурной единицы каждого из веществ?
9. Какая информация о качественном и количественном составе глюкозы содержится в ее формуле $C_6H_{12}O_6$? Сколько атомов Гидрогена и Оксигена приходится на один атом Карбона?
10. Запишите формулу структурной единицы хлористого кальция (кальций хлорида) — вещества, раствор которого используют в качестве противоаллергического средства, если известно, что в этом веществе на каждые 125 атомов Кальция приходится 250 атомов Хлора.
11. Во скольких молекулах угарного газа CO содержится такое же количество атомов, как и в четырех структурных единицах Fe_2O_3?

12*. Найдите в дополнительной литературе сведения о составе молекул озона, глицерола, уксусной кислоты и запишите формулы этих веществ. Узнайте, какие физические свойства имеют эти вещества и для чего они используются.

www.e-ranok.com.ua

§ 10. Относительная атомная масса. Относительная молекулярная масса

Вспомните: определить, какое тело тяжелее, можно, сравнивая их массы. Масса тел измеряется в килограммах, граммах, тоннах и других единицах.

Относительная атомная масса

Одной из самых важных характеристик химического элемента является его относительная атомная масса. Масса атомов настолько мала, что выражать ее в граммах или килограммах очень неудобно. Масса даже самых тяжелых атомов составляет около 10^{-22} г, т. е. 0,00000000000000000000001 г. Удобнее выражать массу атомов, сравнивая ее с какой-нибудь маленькой величиной.

Рис. 61. Одна атомная единица массы — это масса 1/12 атома Карбона

Раньше массу атомов сравнивали с массой самого легкого атома — атома Гидрогена. Сегодня массы атомов сравнивают с 1/12 массы атома Карбона. Эту единицу измерения называют *атомной единицей массы*, сокращенно *а. е. м.* (рис. 61). Масса атома Карбона равна $1{,}99 \cdot 10^{-23}$ г, следовательно, атомная единица массы равна:

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

Зная значение а. е. м., можно сравнить с ней массы других атомов и узнать, насколько они тяжелее 1/12 массы атома Карбона. Массу атома, определенную путем сравнения с атомной единицей массы, называют *относительной атомной массой* и обозначают A_r (индекс r — от англ. *relative* — относительный).

Относительная атомная масса — это отношение массы атома данного элемента к 1/12 массы атома Карбона.

Таким образом, для химического элемента Е:

$$A_r(\text{E}) = \frac{m_{\text{атома}}(\text{E})}{\frac{1}{12} \cdot m_{\text{атома}}(\text{C})} = \frac{m_{\text{атома}}(\text{E})}{1\,\text{а. е. м.}}$$

Относительная атомная масса — безразмерная величина, так как она является отношением двух величин с одинаковой размерностью.

www.e-ranok.com.ua

Рис. 62. Один атом Сульфура в 32 раза тяжелее 1/12 массы атома Карбона, следовательно, его относительная атомная масса равна 32

Относительные атомные массы легко вычислить, зная массы атомов в граммах. Например, масса атома Сульфура равна $5{,}312 \cdot 10^{-23}$ г, следовательно, его относительная атомная масса равна (рис. 62):

$$A_r(\mathrm{S}) = \frac{m(\mathrm{S})}{\frac{1}{12} \cdot m(\mathrm{C})} = \frac{5{,}312 \cdot 10^{-23}\ \text{г}}{1{,}66 \cdot 10^{-24}\ \text{г}} = 32$$

Относительная атомная масса Карбона, вычисленная аналогичным путем, равна 12. Относительная атомная масса показывает, во сколько раз масса любого атома больше 1/12 массы атома Карбона. Например, относительная атомная масса Оксигена $A_r(\mathrm{O}) = 16$, следовательно, атом Оксигена в 16 раз тяжелее 1/12 массы атома Карбона.

Относительные атомные массы почти всех элементов определены с высокой точностью и приведены в Периодической системе (рис. 57, с. 67). Обычно точные значения относительных атомных масс округляют до целых чисел. Только значение относительной атомной массы для Хлора округляют с точностью до десятых: $A_r(\mathrm{Cl}) = 35{,}5$.

Относительная молекулярная масса

Относительная масса применяется не только для атомов, но и для молекул.

Относительная молекулярная масса M_r показывает, во сколько раз масса молекулы больше 1/12 массы атома Карбона.

Таким образом, для вещества X:

$$M_r(\mathrm{X}) = \frac{m_{\text{молекулы}}(\mathrm{X})}{\frac{1}{12} \cdot m_{\text{атома}}(\mathrm{C})}$$

Относительная молекулярная масса равна сумме относительных атомных масс всех химических элементов, которые входят в состав молекулы, с учетом числа атомов каждого элемента.

Для определения относительной молекулярной массы вещества с формулой $\mathrm{E}_x\mathrm{D}_y$ необходимо относительные атомные массы элементов E и D умножить на число их атомов, соответственно на x и y, и затем сложить:

www.e-ranok.com.ua

$$M_r(E_xD_y) = x \cdot A_r(E) + y \cdot A_r(D)$$

Например, молекула воды H_2O состоит из двух атомов Гидрогена и одного атома Оксигена. Следовательно, относительная молекулярная масса воды равна сумме двух относительных атомных масс Гидрогена и одной относительной атомной массы Оксигена:

$$M_r(H_2O) = 2 \cdot A_r(H) + A_r(O) = 2 \cdot 1 + 16 = 18$$

Аналогично можно вычислить относительную молекулярную массу любого вещества, если известна его химическая формула. Например, определим относительные молекулярные массы азота N_2 и углекислого газа CO_2:

$$M_r(N_2) = 2 \cdot A_r(N) = 2 \cdot 14 = 28$$

$$M_r(CO_2) = A_r(C) + 2 \cdot A_r(O) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$$

Если в химической формуле вещества есть скобки, то перед вычислениями их необходимо раскрыть, например:

$$M_r(Ca(OH)_2) = A_r(Ca) + 2 \cdot A_r(O) + 2 \cdot A_r(H) = 40 + 2 \cdot 16 + 2 \cdot 1 = 74$$

Относительные молекулярные массы веществ, в состав которых входят атомы только одного химического элемента, принято считать равными их относительной атомной массе, например:

$$M_r(Fe) = A_r(Fe) = 56$$

Зная относительную молекулярную массу, можно вычислить абсолютную массу молекулы вещества X (в граммах).

Если $M_r(X) = \dfrac{m_{\text{молекулы}}(X)}{\frac{1}{12} \cdot m_{\text{атома}}(C)}$, то $m_{\text{молекулы}}(X) = M_r(X) \cdot \dfrac{1}{12} m(C)$

Если относительная молекулярная масса воды равна 18, то масса молекулы воды равна:

$$m_{\text{молекулы}}(H_2O) = M_r(H_2O) \cdot \frac{1}{12} m(C) = 18 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-24} \text{ г} = 2{,}99 \cdot 10^{-23} \text{ г}$$

Для веществ немолекулярного строения часто используют термин «относительная формульная масса», но ее обозначение и вычисление такое же, как и для относительной молекулярной массы.

www.e-ranok.com.ua

Выводы:

1. Относительная атомная масса — это отношение массы атома к 1/12 массы атома Карбона. Используя относительную атомную массу, сравнивают массы атомов. Относительные атомные массы элементов приведены в Периодической системе.
2. Массу молекул определяют, также сравнивая с 1/12 массы атома Карбона. Молекулярную массу вычисляют как сумму относительных атомных масс элементов, которые входят в состав молекулы.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятиям «относительная атомная масса», «относительная молекулярная масса». Что в данном случае означает слово «относительная»?
2. Выберите правильный ответ. Атомную единицу массы используют: а) для вычисления относительной атомной массы элементов; б) как единицу измерения атомной и молекулярной массы; в) для вычисления масс всех маленьких частиц; г) для вычисления масс больших тел.
3. Выберите правильный ответ. Атомная единица массы равна: а) 1/12 массы атома Оксигена; б) 1/12 массы атома Карбона; в) массе электрона, умноженной на 12; г) $1{,}66 \cdot 10^{-24}$ г.
4. Почему массу атомов редко выражают в граммах?
5. Что общего и чем отличаются следующие понятия: а) «масса атома» и «относительная атомная масса»; б) «относительная молекулярная масса» и «масса молекулы»; в) «относительная молекулярная масса» и «относительная атомная масса»?

Задания для усвоения материала

1. Найдите в Периодической системе и выпишите символы и относительные атомные массы (с округлением до целых чисел) химических элементов: Алюминия, Флуора, Цинка, Аргентума, Станума.
2. Вычислите, атом какого элемента тяжелее и во сколько раз: а) Нитроген и Гелий; б) Оксиген и Сульфур; в) Феррум и Силиций.
3. Вычислите, сколько атомных единиц массы содержится в 1 г вещества.
4. Сколько атомов Оксигена имеют такую же массу, как один атом Купрума?
5. Вычислите относительные молекулярные массы следующих веществ: хлор Cl_2, сульфатная кислота H_2SO_4, сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$, медь Cu, гипс $CaSO_4$, мел $CaCO_3$, малахит $(CuOH)_2CO_3$.
6. Вычислите, что больше: масса пяти молекул воды H_2O или трех молекул углекислого газа CO_2.
7. В перекиси водорода (гидроген пероксиде) на один атом Оксигена приходится один атом Гидрогена. Определите химическую формулу перекиси водорода, если ее молекулярная масса равна 34.

www.e-ranok.com.ua

8. Вещество пирит состоит из атомов Феррума и Сульфура и имеет относительную формульную массу 120. Определите химическую формулу этого вещества.

9. Определите относительные атомные массы следующих элементов, используя массы их атомов: а) Платины, если масса ее атомов $3{,}24 \cdot 10^{-25}$ кг; б) Урана, если масса его атомов $3{,}95 \cdot 10^{-22}$ г. Ответ сравните со значениями, указанными в Периодической системе.

10. Формула жасмоналя, имеющего запах цветков жасмина, $C_6H_5CHC(C_5H_{11})CHO$. Вычислите его относительную молекулярную массу.

11. Вычислите массу молекулы сахарозы $C_{12}H_{22}O_{11}$ в граммах, определите, сколько молекул сахарозы содержится в образце сахара массой 1 г.

12*. Как в XVII–XIX вв. определяли относительную атомную массу (атомный вес)? Массы каких элементов были взяты за основу для определения относительных атомных масс? Почему в современной химии для определения относительных атомных масс используется карбоновая единица?

§ 11. Массовая доля элемента в веществе

Химическая формула вещества содержит определенную информацию. Она не только отображает качественный состав вещества (т. е. информацию о химических элементах, из которых она состоит), но и его количественный состав.

Например, в молекуле воды на два атома Гидрогена приходится один атом Оксигена. Суммарная относительная атомная масса атомов Гидрогена равна 2 ($2 \cdot A_r(\text{H}) = 2 \cdot 1 = 2$), а относительная атомная масса атома Оксигена равна 16 ($A_r(\text{O}) = 16$). Следовательно, на 2 массовые части Гидрогена в воде приходится 16 массовых частей Оксигена.

Чтобы описать количественный состав веществ, используют массовую долю элемента в соединении, которую можно вычислить по химической формуле. *Массовая доля элемента* показывает, какая часть массы вещества приходится на атомы данного элемента. Ее вычисляют как отношение атомной массы данного элемента с учетом числа его атомов в молекуле к относительной молекулярной массе вещества:

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

где $w(\text{E})$ — массовая доля химического элемента E, выраженная в долях единицы;

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

A_r — относительная атомная масса элемента E;

M_r — относительная молекулярная масса вещества.

www.e-ranok.com.ua

Физическая суть массовой доли заключается в том, что она показывает массу атомов данного элемента в 100 г вещества. Массовая доля может выражаться в долях единицы или процентах. Чтобы перевести доли единицы в проценты, необходимо полученные по формуле значения умножить на 100 %. Сумма массовых долей всех элементов, которые входят в состав соединения, должна быть равна 1 или 100 %.

Пример 1. Вычислите массовые доли химических элементов в углекислом газе CO_2.

Решение:

Вычислим относительную молекулярную массу углекислого газа:

$$M_r(CO_2) = A_r(C) + 2 \cdot A_r(O) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$$

Вычислим массовые доли Карбона и Оксигена:

$$w(C) = \frac{A_r(C)}{M_r(CO_2)} = \frac{12}{44} = 0{,}273 \text{ или } 27{,}3\ \%$$

Сумма массовых долей Карбона и Оксигена в углекислом газе должна быть равна 1, поэтому массовую долю Оксигена можно определить, вычитая из единицы массовую долю Карбона:

$$w(O) = 1 - w(C) = 1 - 0{,}273 = 0{,}727$$

Ответ: $w(C) = 27{,}3\ \%$, $w(O) = 72{,}7\ \%$

Пример 2. Вычислите массу атомов Оксигена, содержащихся в воде массой 1 кг.

Решение:

Вычислим массовую долю Оксигена в воде:

$$w(O) = \frac{A_r(O)}{M_r(H_2O)} = \frac{16}{18} = 0{,}889 \text{ или } 88{,}9\ \%$$

Массовая доля элемента показывает часть массы вещества, приходящуюся на данный элемент. Вычислим массу атомов Оксигена в воде массой 1 кг:

$$m(O) = w(O) \cdot m(H_2O) = 0{,}889 \cdot 1000 \text{ г} = 889 \text{ г}$$

Ответ: $m(O) = 889$ г.

Законы Пруста и Дальтона

До начала XIX в. измерениям масс веществ не придавали особого значения и в науке бытовала мысль, что состав вещества может изменяться в зависимости от способа его получения.

www.e-ranok.com.ua

Выдающийся французский химик, сын аптекаря. С 11 лет изучал аптекарское дело. В лаборатории своего отца в одиночестве любил смешивать реактивы, в результате чего чуть не отравился ядовитым газом. С 14 лет изучал химию в Париже. Был руководителем кафедры химии в университете Мадрида. Пруст проводил исследования в различных областях химии — минералогии, фармации, аналитической химии, изучал пороховые смеси. Он изобрел лекарство от цинги и некоторые пищевые добавки, разработал технологию выделения сахара из винограда и свеклы. Открыл закон постоянства состава веществ.

Жозеф Луи Пруст
(1754–1826)

И действительно, почему соединение всегда должно содержать, скажем, 4 г элемента X и 1 г элемента Y? Почему оно не может содержать 4,1 или 3,9 г X? Но если материя состоит из атомов, то соединение образуется в результате соединения одного атома X с одним атомом Y в одну молекулу, и никак иначе. В таком случае соотношения масс атомов X и Y должны быть постоянными и ни от чего не зависеть.

Проведя многочисленные опыты, французский химик Ж. Л. Пруст доказал постоянство соотношений масс элементов в различных веществах. На основании своих экспериментов он сформулировал *закон постоянства состава вещества*, который утверждает, что любое вещество имеет постоянный состав независимо от способа его получения. Например, кислород можно получить разложением разных веществ, но его формула всегда будет одинаковой — O_2.

Позднее Дж. Дальтон определил, что атомы разных элементов могут соединяться в разных соотношениях, но эти соотношения всегда кратны относительным атомным массам элементов. Например, атомы Карбона и Оксигена могут образовывать молекулы CO (угарный газ) и CO_2 (углекислый газ). Но в этом случае образуются разные вещества, для каждого из которых характерно постоянство состава. Эти исследования Дальтона со временем оформились в *закон кратных соотношений*.

Выводы:

1. Химическая формула содержит информацию о количественном составе вещества. По химической формуле можно определить соотношение масс атомов разных химических элементов в веществе.

www.e-ranok.com.ua

2. По химической формуле вычисляют массовую долю элемента в веществе как отношение массы атомов данного элемента к относительной молекулярной массе вещества. Массовая доля элемента показывает, какая часть массы вещества приходится на данный химический элемент.

Контрольные вопросы

1. Каким способом можно определить количественный состав веществ?
2. Как определяется массовая доля элемента в веществе? Приведите формулу для ее вычисления.
3. Какова физическая суть понятия «массовая доля элемента в веществе»?
4. Выберите правильные утверждения: а) по химической формуле можно узнать, какие химические элементы входят в состав вещества; б) по химической формуле можно узнать соотношение атомов разных элементов в веществе; в) по химической формуле можно узнать, сколько атомов каждого элемента входит в состав молекулы вещества; г) по химической формуле можно узнать форму молекулы вещества.
5. Выберите правильный ответ. Массовая доля элемента в веществе показывает: а) во сколько раз масса одного атома больше массы молекулы; б) массу атомов данного химического элемента в 100 г вещества; в) отношение массы атомов данного химического элемента к молекулярной массе; г) сколько атомов каждого элемента входит в состав молекулы.

Задания для усвоения материала

1. Вычислите массовые доли всех элементов в соединениях со следующими химическими формулами: а) NO_2; б) $PbCl_2$; в) Na_2CO_3; г) H_2SO_4; д) $Ba_3(PO_4)_2$.
2. Формула глюкозы $C_6H_{12}O_6$, формула сахарозы $C_{12}H_{22}O_{11}$. В каком веществе массовая доля Оксигена больше?
3. Вычислите массу атомов Гидрогена, которые содержатся в аммиаке NH_3 массой 10 г.
4. Масса воды на Земле оценивается приблизительно в $1{,}45 \cdot 10^{18}$ тонн. Вычислите, какая масса атомов Гидрогена и Оксигена содержится в этой массе воды.

По соотношениям масс атомов в XIX в. были определены химические формулы почти всех известных к тому времени веществ. Возможность выражения состава вещества простыми соотношениями стала одним из доказательств существования атомов.

www.e-ranok.com.ua

§ 12. Простые и сложные вещества

Вспомните: смеси состоят из молекул разных веществ; в смеси вещества сохраняют свои химические и физические свойства; смеси можно разделить на чистые вещества определенными методами.

Простые вещества

В природе существует огромное многообразие веществ, и все они отличаются по составу и строению. Вещества могут состоять как из одинаковых, так и из разных атомов. Соответственно, все чистые вещества по составу разделяют на *простые* и *сложные*.

Вещество, образованное одним химическим элементом, является простым.

Например, вещество железо состоит только из атомов Феррума, его формула Fe (рис. 59, с. 71). Газ кислород состоит из молекул, образованных только атомами Оксигена (рис. 63), его формула O_2. Часто название простого вещества отличается от названия химического элемента, который его образует, однако нередко названия простых веществ и химических элементов совпадают. По правилам современной украинской химической номенклатуры названия элементов пишутся с прописной буквы, а названия веществ — со строчной. Например: «вещество алюминий состоит из атомов Алюминия», «вещество бром состоит из молекул, образованных двумя атомами Брома».

В таблице 2 (с. 82) приведены названия простых веществ, которые образованы известными вам химическими элементами.

Следует различать понятия «простое вещество» и «химический элемент». Вещества и элементы характеризуются разными свойствами. Для веществ характерны агрегатное состояние, цвет, плотность и т. п. А свойства химических элементов — это свойства их атомов: строение (размеры), способность отдавать или присоединять электроны и др.

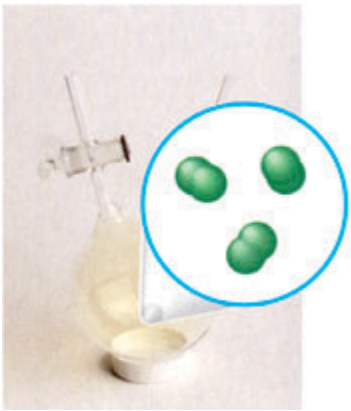


Рис. 63. Газ кислород — простое вещество, его молекулы состоят из двух атомов Оксигена

www.e-ranok.com.ua

Таблица 2. Химические элементы и образованные ими простые вещества

Название химического элемента	Название простого вещества	Формула простого вещества	Агрегатное состояние*	Металл или неметалл
Алюминий	алюминий	Al	Твердый	Металл
Аргентум	серебро	Ag	Твердый	Металл
Арсен	арсен	As	Твердый	Неметалл
Аурум	золото	Au	Твердый	Металл
Барий	барий	Ba	Твердый	Металл
Бор	бор	B	Твердый	Неметалл
Бром	бром	Br_2	Жидкий	Неметалл
Гидроген	водород	H_2	Газообразный	Неметалл
Иод	йод	I_2	Твердый	Неметалл
Калий	калий	K	Твердый	Металл
Кальций	кальций	Ca	Твердый	Металл
Карбон	алмаз	C	Твердый	Неметалл
	графит	C	Твердый	Неметалл
Купрум	медь	Cu	Твердый	Металл
Магний	магний	Mg	Твердый	Металл
Манган	манган	Mn	Твердый	Металл
Меркурий	ртуть	Hg	Жидкий	Металл
Натрий	натрий	Na	Твердый	Металл
Нитроген	азот	N_2	Газообразный	Неметалл
Оксиген	кислород	O_2	Газообразный	Неметалл
	озон	O_3	Газообразный	Неметалл
Плюмбум	свинец	Pb	Твердый	Металл
Силиций	силиций	Si	Твердый	Неметалл
Станум	олово	Sn	Твердый	Металл
Сульфур	сера	S_8	Твердый	Неметалл
Феррум	железо	Fe	Твердый	Металл
Фосфор	фосфор	P_4	Твердый	Неметалл
Флуор	фтор	F_2	Газообразный	Неметалл
Хлор	хлор	Cl_2	Газообразный	Неметалл
Цинк	цинк	Zn	Твердый	Металл

* В обычных условиях.

www.e-ranok.com.ua

Когда мы говорим о материале или компоненте смеси — например, банка наполнена газообразным хлором, приготовим раствор брома, возьмем небольшой кусочек фосфора,— то в данном случае речь идет о простом веществе. Если же мы говорим, что заряд ядра атома Хлора равен +17, вещество содержит Фосфор, молекула состоит из двух атомов Брома, то имеем в виду химический элемент.

Многие химические элементы могут образовывать не одно, а несколько простых веществ. Это явление называют аллотропия, а простые вещества, образованные данным химическим элементом,— аллотропными модификациями. Аллотропные модификации отличаются друг от друга строением или составом молекул. Например, атомы Карбона образуют несколько простых веществ: алмаз, графит, карбин, фулерен. Они отличаются расположением атомов относительно друг друга. Атомы Оксигена образуют две аллотропные модификации: кислород (O_2) и озон (O_3). Эти два вещества отличаются составом молекул. Аллотропные модификации — это разные простые вещества со своими собственными физическими и химическими свойствами.

Металлы и неметаллы

Металлы — железо, хром, цинк, магний, золото, свинец и другие — отличаются от неметаллов характерным металлическим блеском и ковкостью, они хорошо проводят электрический ток и теплоту (рис. 64). В обычных условиях все металлы (за исключением ртути) находятся в твердом агрегатном состоянии. Свойства металлов

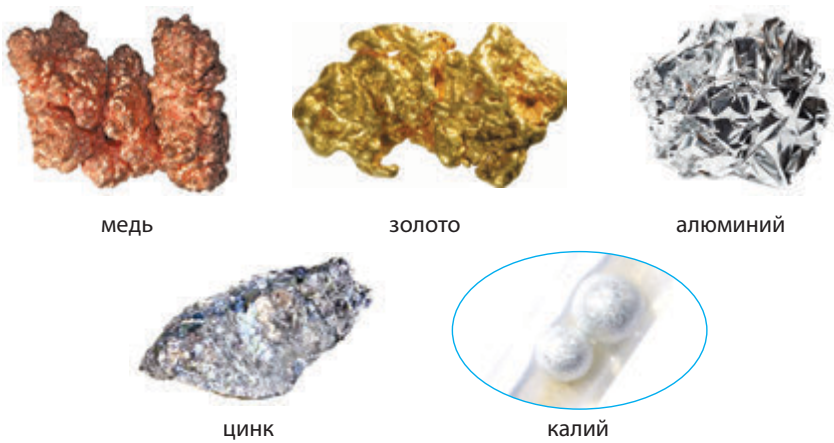


Рис. 64. Простые вещества металлы

www.e-ranok.com.ua

Рис. 65. Простые вещества неметаллы

обусловлены их внутренней структурой. Металлы являются веществами атомного строения.

Неметаллы, в отличие от металлов, не имеют металлического блеска (кроме йода и графита) (рис. 65). Они хрупкие и разрушаются от удара, плохо проводят электрический ток и теплоту. Неметаллы могут быть твердыми, жидкими и газообразными (см. табл. 2, с. 82).

Четкой границы между металлами и неметаллами не существует. Например, йод и графит являются неметаллами, но оба имеют металлический блеск, а графит хоть слабо, но проводит электрический ток. Для отнесения веществ к металлам или неметаллам следует принимать во внимание все их физические свойства в совокупности, а также их внутреннее строение и химические свойства.

Как и простые вещества, химические элементы разделяют на *металлические* и *неметаллические*. Металлы образованы металлическими элементами, а неметаллы — неметаллическими.

Если провести условную линию от Бора до Астата, то в длинном варианте Периодической системы над этой линией будут расположены неметаллические элементы, а под ней — металлические (рис. 66, см. также последний форзац). В коротком варианте Периодической системы под линией также будут расположены металлические элементы, а над нею — как металлические, так и неметаллические элементы (см. первый форзац). Таким образом, определять, является ли элемент металлическим или неметаллическим, удобнее по длинному варианту Периодической системы. Это разделение условно, так как все элементы в той или иной степени проявляют как металлические, так и неметаллические свойства, но в большинстве случаев такое распределение соответствует действительности.

www.e-ranok.com.ua

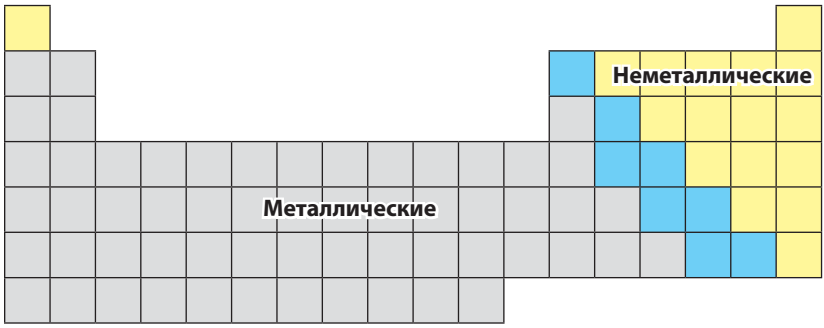


Рис. 66. Расположение металлических и неметаллических элементов в Периодической системе элементов (длинный вариант)

Классификация элементов на металлические и неметаллические основана на способности атомов отдавать или принимать электроны в химических реакциях. Атомы металлических элементов преимущественно отдают электроны и превращаются в положительно заряженные ионы. Атомы неметаллических элементов преимущественно присоединяют электроны и превращаются в отрицательно заряженные ионы.

Сложные вещества

Вещество, образованное несколькими химическими элементами, является сложным.

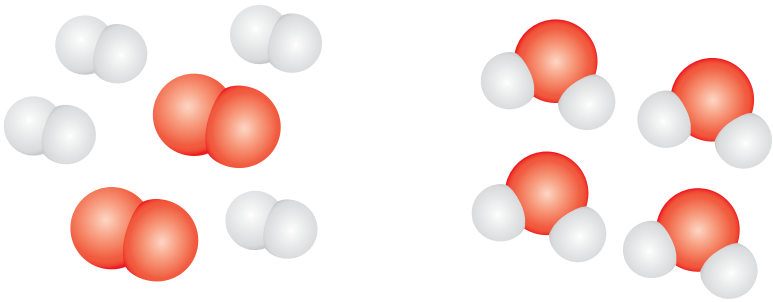
Сложные вещества также называют *химическими соединениями*. К ним относятся поваренная соль, сода, глюкоза, вода, уксусная кислота и множество других. Сложных веществ в природе значительно больше, чем простых.

Сложные вещества могут быть образованы разным числом элементов:

- двумя (метан CH_4, кварц SiO_2, углекислый газ CO_2);
- тремя (сода Na_2CO_3, мрамор $CaCO_3$, сульфатная кислота H_2SO_4);
- четырьмя (малахит $(CuOH)_2CO_3$);
- пятью (соль Мора $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$).

Сложные вещества необходимо отличать от смесей простых веществ (рис. 67, с. 86), которые также состоят из атомов разных элементов. Для этого необходимо вспомнить отличительные особенности смесей и чистых веществ (см. § 5). Количественное соотношение компонентов смеси может быть разным, а химические соединения

www.e-ranok.com.ua



а *б*

Рис. 67. Модель смеси водорода и кислорода, состоящих из атомов Оксигена (красные шарики) и Гидрогена (белые шарики) (*а*). В составе воды также содержатся атомы Оксигена и Гидрогена, но в молекулах воды они химически связаны (*б*)

имеют постоянный состав. Например, можно приготовить смесь 100 г воды с одной ложкой сахара, а можно и с двумя или полуторами ложками. А в соединении FeS на каждый атом Феррума приходится только один атом Сульфура, а не полтора или три.

Это значит, что состав соединений можно описать одной химической формулой, а состав смесей — нет.

Кроме того, компоненты смеси сохраняют свои физические и химические свойства. Например, если смешать железный порошок с серой, то образуется смесь двух веществ. И сера, и железо в ее составе сохраняют свои свойства: железо притягивается магнитом, а сера не тонет в воде. Из этой смеси с помощью магнита можно выделить железо. Если же железо и сера прореагируют друг с другом, то образуется новое соединение с формулой FeS. Это соединение уже не проявляет свойств ни железа, ни серы, оно обладает своими свойствами. Никаким методом разделения смесей мы не сможем выделить атомы Феррума из соединения FeS.

Классификация сложных веществ

Сложные вещества разделяют на две большие группы: неорганические и органические. Неорганические вещества могут состоять из атомов любых элементов. В состав органических соединений обязательно входят атомы Карбона, поэтому большинство из них при нагревании обугливаются. В подавляющее большинство органических веществ входят также атомы Гидрогена. Примерами органических веществ являются: метан CH_4, сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$, этиловый спирт

www.e-ranok.com.ua

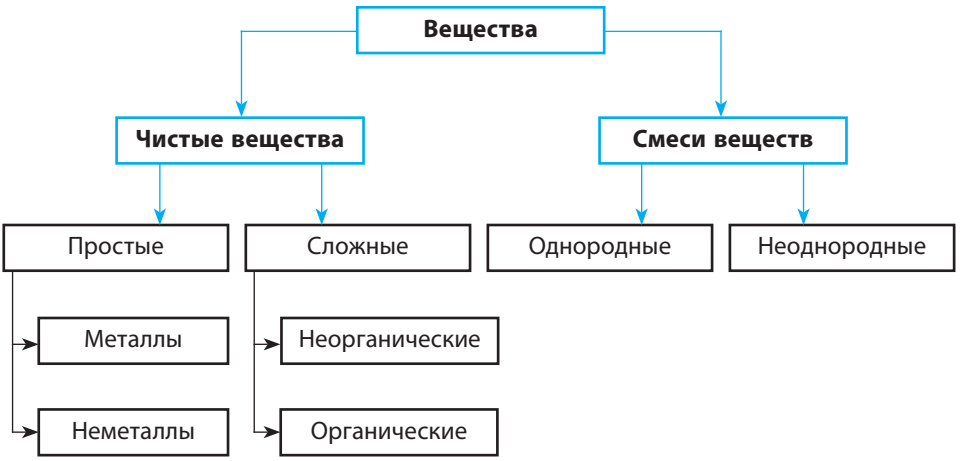
Иранский ученый-энциклопедист, врач, алхимик и философ. Получил разностороннее образование — изучал медицину, философию, метафизику, поэзию, магию и алхимию. Прославился как искусный врач. Именно он сформулировал основную задачу алхимии как превращение металлов с помощью «эликсира» в золото, а также получение из обычных камней (кварца и стекла) драгоценных. Ар-Рази первым предложил классификацию всех известных веществ на землистые (минеральные), растительные и животные. Минеральные вещества, в свою очередь, он распределял на шесть групп: «духи» (спирты), «тела» (металлы), «камни», купоросы, «бораки» и соли.

Абу Бакр Мухаммед ибн Закария Ар-Рази (Разес) (865–925)

C_2H_5OH, уксусная кислота CH_3COOH. Органических веществ существует значительно больше, чем неорганических.

Неорганические и органические вещества, в свою очередь, делятся еще на ряд групп. Но в седьмом классе вы подробно ознакомитесь лишь с некоторыми неорганическими веществами, а другие будете изучать в дальнейшем.

Распределение веществ на разные группы по их признакам и свойствам называется *классификацией*. В этом параграфе мы рассмотрели основную *классификацию веществ*, которую можно изобразить такой схемой:



www.e-ranok.com.ua

ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ № 2

Ознакомление с образцами простых и сложных веществ

Оборудование: штатив с пробирками, пробиркодержатель, нагревательный прибор.

Реактивы: медный купорос, железо, цинк, алюминий, медь, сера, сахар, мел, графит, пищевая сода, поваренная соль.

Правила безопасности:

• при выполнении опытов используйте небольшие количества реактивов;

• остерегайтесь попадания реактивов на одежду, кожу, в глаза.

1. Внимательно рассмотрите выданные вам образцы веществ.

2. Для каждого образца отметьте наличие металлического блеска, цвет, твердость.

3. По формулам веществ распределите их на простые и сложные. Среди простых веществ найдите металлы и неметаллы.

4. На основании каких признаков можно отличить металлы?

5. Можно ли по каким-либо признакам отличить простые вещества от сложных?

6. Свои наблюдения запишите в тетради и сделайте выводы.

Выводы:

1. Простые вещества состоят из одного химического элемента. Простые вещества разделяют на металлы и неметаллы. Для металлов характерны металлический блеск, ковкость, электро- и теплопроводность. Металлы образованы преимущественно металлическими элементами, а неметаллы — неметаллическими.
2. Сложные вещества состоят из нескольких химических элементов, их также называют химическими соединениями. Сложные вещества разделяют на органические и неорганические. В составе неорганических могут содержаться любые химические элементы, а в органические соединения обязательно входят атомы Карбона и Гидрогена.

Контрольные вопросы

1. Дайте определения простым и сложным веществам.
2. На какие группы веществ разделяют простые и сложные вещества? По каким физическим свойствам они отличаются?
3. Какими элементами образованы металлы, а какими — неметаллы?

www.e-ranok.com.ua

4. В чем заключается различие между понятиями: а) «химический элемент» и «простое вещество»; б) «простое вещество» и «сложное вещество»; в) «сложное вещество» и «смесь веществ»?
5. Какие вещества относят к органическим, а какие — к неорганическим? Приведите примеры.

Задания для усвоения материала

1. Какие физические свойства характерны для алюминия: а) твердый; б) газообразный; в) блестящий; г) хрупкий; д) пластичный; е) хорошо проводит электрический ток; ж) не проводит электрический ток; з) быстро нагревается?
2. Из приведенного перечня выпишите названия неметаллических элементов: Гидроген, Аурум, Йод, Плюмбум, Аргентум, Сульфур, Меркурий.
3. Выпишите отдельно формулы простых и сложных веществ: Fe_2O_3, Mg, H_2, $NaHCO_3$, Au, Cl_2, Na, $Cu(OH)_2$, He, Cu, NaCl, S_8. Подчеркните символы, которые обозначают простые вещества — металлы.
4. Приведите по пять примеров металлических и неметаллических элементов.
5. Вычислите массовую долю Натрия в поваренной соли (NaCl) и пищевой соде ($NaHCO_3$). В каком из этих сложных веществ содержание Натрия больше?
6. Как можно доказать, что целлюлоза (основное вещество, из которого состоит древесина) и сахароза являются органическими веществами?
7. На рисунке 68 изображены модели простых и сложных веществ, а также их смесей. Для каждого случая а) — е) определите, модели каких веществ (простых или сложных) изображены, запишите химические формулы этих веществ. Определите, в каком случае изображена смесь веществ, составьте химические формулы веществ в смеси.

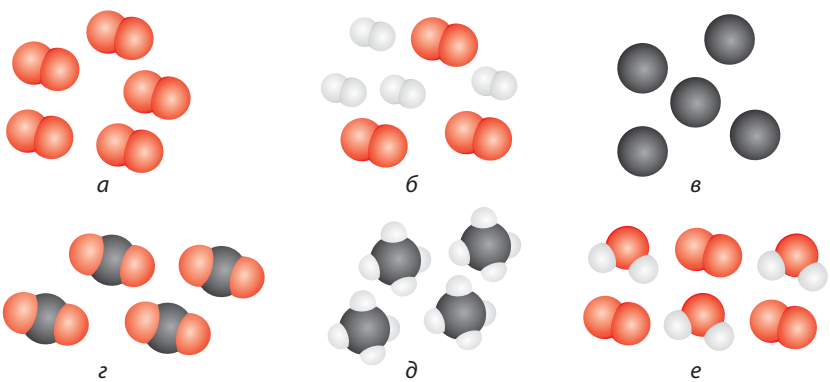


Рис. 68. Модели некоторых веществ и смесей (черными шариками обозначены атомы Карбона, красными — атомы Оксигена, белыми — Гидрогена)

www.e-ranok.com.ua

8. Малахит (вещество зеленого цвета) при нагревании разлагается на купрум(II) оксид CuO (порошок черного цвета), воду H_2O и углекислый газ CO_2. Является ли малахит смесью купрум(II) оксида, воды и углекислого газа? Из каких химических элементов состоит малахит?

9. Вещество хлор Cl_2 является очень ядовитым газом, но вместе с тем атомы Хлора входят в состав поваренной соли NaCl, которую мы употребляем каждый день. Нет ли в этом противоречия? Ответ обоснуйте.

10*. В природе встречается 89 химических элементов, однако простых веществ насчитывается около 600. Как можно объяснить этот факт? Ответ подтвердите примерами. Чем можно объяснить существование значительно большего количества сложных веществ по сравнению с количеством простых веществ?

Существование аллотропных модификаций Станума объясняет так называемую «оловянную чуму». Обычное белое олово на сильном морозе превращается в другую аллотропную модификацию — очень хрупкое серое олово. Из-за этого оловянные изделия на морозе рассыпаются в порошок.

§ 13. Валентность

Понятие о валентности

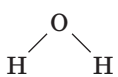
При образовании молекул атомы соединяются не беспорядочно, а в определенной последовательности особыми химическими связями. Каждый атом может образовать не бесконечное, а только определенное число таких связей. В XIX в. ученые установили, что атомы разных элементов имеют разную способность присоединять к себе другие атомы. Так, например, было подмечено, что атом Гидрогена может присоединить только один атом другого химического элемента (HCl, HF, NaH), атом Оксигена — два атома Гидрогена (H_2O), атом Нитрогена — три атома Гидрогена (NH_3).

Это свойство атомов было названо *валентностью*.

Валентность — это число связей, которые данный атом может образовать с другими атомами.

Чтобы показать, как атомы соединены в молекуле, используют *графические* (*структурные*) *формулы*. Они показывают не только число атомов в молекуле, но и последовательность их соединения.

Графическая формула молекулы воды H_2O имеет вид:



www.e-ranok.com.ua

Из этой формулы видно, что в молекуле воды атом Оксигена соединен с двумя атомами Гидрогена, причем атомы Гидрогена друг с другом не связаны. Каждая связь в графической формуле обозначается черточкой. Атом Оксигена образует две связи, следовательно, валентность Оксигена равна двум (Оксиген двухвалентен), а атомы Гидрогена образуют по одной связи — валентность Гидрогена равна единице (Гидроген одновалентен).

Рассмотрим графическую формулу молекулы углекислого газа CO_2:

$$O{=}C{=}O$$

В молекуле углекислого газа атомы Оксигена образуют по две связи с атомом Карбона (такую связь называют двойной), а Карбон в этом случае образует четыре связи (или две двойные связи). В этом соединении валентность Карбона равна четырем.

Некоторые элементы проявляют *постоянную валентность* — во всех соединениях им присуще только одно определенное значение валентности. Так, Гидроген всегда одновалентен, а Оксиген всегда двухвалентен. Другие элементы могут проявлять различную валентность в разных соединениях. Например, валентность Сульфура может быть равна двум, четырем и шести. О таких элементах говорят, что они проявляют *переменную валентность*. Для обозначения валентности используют римские цифры.

Таблица 3. Валентность некоторых химических элементов

Элементы с постоянной валентностью	Элементы с переменной валентностью
Одновалентные: H, K, Na, F, Li	Fe, Co — II, III Pb, Sn, C — II, IV Cu — I, II S — II, IV, VI As, P — III, V Cl, Br, I — I, III, V, VII
Двухвалентные: O, Ba, Ca, Mg, Zn, Be	
Трехвалентные: Al, B	

По известной валентности одного химического элемента можно определить валентность других элементов в соединении. Определим, например, валентность элементов в молекуле хлороводорода HCl. Атомы Гидрогена всегда одновалентны, следовательно, валентность атомов Хлора также равна единице, поскольку атом Хлора связан только с атомом Гидрогена и не может образовать с ним более одной связи. В молекуле аммиака NH_3 атом Нитрогена связан с тремя

www.e-ranok.com.ua

одновалентными атомами Гидрогена, следовательно, Нитроген трехвалентен, так как он образует три связи. Исходя из этого, можно изобразить графические формулы хлороводорода и аммониака:

хлороводород аммиак

В химических формулах валентность записывают над символом соответствующего элемента:

$$\overset{I\ I}{H Cl},\ \overset{I\ \ II}{H_2 O},\ \overset{III\ I}{N H_3},\ \overset{IV\ II}{C O_2}.$$

Валентность химических элементов можно определить по Периодической системе. Высшая (максимальная) валентность химического элемента в большинстве случаев равна номеру группы Периодической системы, в которой расположен данный элемент. Чтобы определить и другие возможные валентности, необходимо из значения высшей валентности вычесть 2, 4 или 6 (табл. 4).

Таблица 4. Определение валентности по Периодической системе*

Группа Периодической системы	I	II	III	IV	V	VI	VII
Высшая валентность	I	II	III	IV	V	VI	VII
Возможные валентности				II	III	II, IV	I, III, V

* Для короткого варианта Периодической системы.

Приведенный в таблице 4 принцип определения валентности с помощью Периодической системы не всегда точен. Из него есть исключения. Например, Оксиген (шестая группа) проявляет только валентность II, а для Феррума (восьмая группа) характерны валентности II и III. Однако для большинства элементов, с которыми вы будете сталкиваться в школьном курсе, этот принцип справедлив.

Определение валентности химических элементов по формулам бинарных соединений

Соединения, состоящие из двух химических элементов, называют бинарными. Для определения валентности элементов в бинарном

www.e-ranok.com.ua

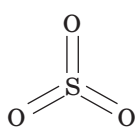
соединении не обязательно составлять структурные формулы. Суммарное число связей атомов одного элемента в бинарном соединении всегда равно суммарному числу связей всех атомов другого элемента. Например, в молекуле углекислого газа CO_2 Карбон четырехвалентен (общее число связей равно $1 \cdot IV = 4$), а Оксиген двухвалентен (общее число связей равно $2 \cdot II = 4$). Для всех элементов в бинарном соединении произведение числа атомов на валентность будет одинаковым.

Для определения валентности в бинарных соединениях можно использовать следующий алгоритм:

Порядок действий	Примеры вычислений		
1. Указываем валентность элемента с известной (постоянной) валентностью	$\overset{II}{Fe_2}\,\overset{}{O_3}$	$\overset{II}{C}\,\overset{}{O_2}$	$\overset{I}{C}\,\overset{}{H_4}$
2. Умножаем число атомов данного элемента на его валентность	$3 \cdot II = 6$	$2 \cdot II = 4$	$4 \cdot I = 4$
3. Делим полученное значение на число атомов другого элемента	$6 : 2 = III$	$4 : 1 = IV$	$4 : 1 = IV$
4. Записываем значение валентности над символом данного элемента	$\overset{III}{Fe_2}\,\overset{II}{O_3}$	$\overset{IV}{C}\,\overset{II}{O_2}$	$\overset{IV}{C}\,\overset{I}{H_4}$

Составление формулы бинарного соединения по валентности элементов

Зная значения валентностей элементов, можно составить формулу бинарного соединения. Составим, например, формулу соединения, которое состоит из атомов шестивалентного Сульфура — S(VI) и двухвалентного Оксигена — O(II). Каждый атом Оксигена образует только две связи, поэтому для образования шести связей с атомом Сульфура понадобится три атома Оксигена. Таким образом, формула этого соединения — SO_3, а его графическая формула:



www.e-ranok.com.ua

Составляя химические формулы, необходимо учитывать порядок написания символов элементов в формуле. На первом месте в химической формуле записывается символ того элемента, который в Периодической системе расположен левее или ниже. Так, если соединение состоит из атомов Нитрогена и Оксигена, то на первом месте записывается символ Нитрогена, а если соединение состоит из атомов Калия и Брома, то на первом месте — символ Калия.

Для составления формул бинарных соединений также можно воспользоваться следующим алгоритмом:

Порядок действий	Примеры вычислений		
1. Записываем символы элементов в нужном порядке и обозначаем их валентность	III II Al O	VI I S F	IV II C S
2. Находим наименьшее общее кратное (НОК) для значений валентностей элементов	НОК (III і II) = 6	НОК (VI і I) = 6	НОК (IV і II) = 4
3. Число атомов данного элемента равно отношению НОК к валентности этого элемента	6 : III = 2 (Al) 6 : II = 3 (O)	6 : VI = 1 (S) 6 : I = 6 (F)	4 : IV = 1 (C) 4 : II = 2 (S)
4. Записываем полученные индексы после символов элементов	III II $Al_2 O_3$	VI I $S F_6$	IV II $C S_2$

Понятие валентности возникло более двухсот лет назад и сегодня вызывает множество нареканий от многих химиков. Так, по приведенным правилам сложно определить валентность элементов в простых веществах, а также в веществах немолекулярного строения. Например, в железе каждый атом Феррума окружен восемью соседними атомами. В поваренной соли — натрий хлориде — каждый ион Натрия взаимодействует с шестью ионами Хлора, а каждый ион Хлора — с шестью ионами Натрия (рис. 60*б*, с. 71). Вместе с тем Натрий и Хлор в этом соединении принято считать одновалентными. Понятие валентности имеет реальный смысл только в случае молекулярных веществ.

Лингвистическая задача

Во многих европейских языках слово «валентность» имеет множество однокоренных слов. Так, в испанском языке *valencia* означает «цена». Французское слово *valable* и английское *valid* означают «способность» (соответственно, invalable и *invalid* — «неспособный»). Также есть слова *value* — «значение» и *valeur* — «стоимость». У древних римлян слово *valentia* означало «сила». Как вы считаете, что означает слово «валентность»?

www.e-ranok.com.ua

Выводы:

1. Валентность равна числу связей, которые определенный атом может образовать с другими атомами. При составлении графических формул связи обозначают черточками.
2. Некоторые элементы проявляют постоянную валентность во всех соединениях: Гидроген всегда одновалентен, Оксиген — двухвалентен и т. д. Некоторые элементы проявляют переменную валентность, валентность таких элементов обязательно указывают в названиях соединений.
3. Для определения валентности по химической формуле или при составлении формул по валентности необходимо придерживаться принципа, что общее число связей всех атомов одного элемента в соединении равно общему числу связей всех атомов другого элемента.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение валентности.
2. Какие элементы проявляют постоянную валентность, а какие — переменную?
3. Рассмотрите алгоритм определения валентности элементов в бинарных соединениях на примере углекислого газа CO_2.
4. Рассмотрите алгоритм составления формул бинарных соединений по валентности элементов на примере сульфур(VI) флуорида.

Задания для усвоения материала

1. Укажите ряд, в котором приведены символы элементов, способных проявлять валентность II: а) Fe, Cl, P, S; б) H, F, K, Na; в) Mg, Ba, Ca, O.
2. Модели молекул можно представлять по-разному: шаростержневые модели (рис. 69*а*) и шариковые (рис. 69*б*). Рассмотрите модели молекул, определите валентности всех химических элементов и составьте химические формулы приведенных соединений.

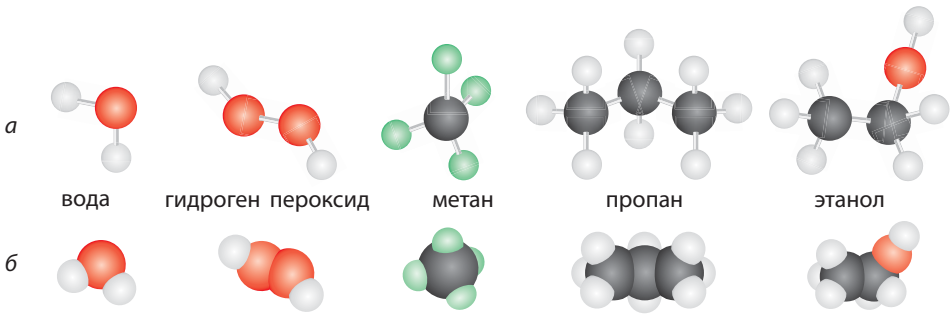
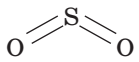
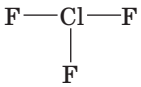


Рис. 69. Шаростержневые (*а*) и шариковые модели (*б*) некоторых молекул. Белыми шариками обозначены атомы Гидрогена, красными — Оксигена, зелеными — Хлора, черными — Карбона

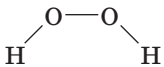
www.e-ranok.com.ua



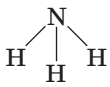
сульфур(IV) оксид
(сернистый газ)



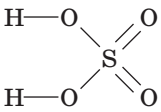
хлор(III) флуорид



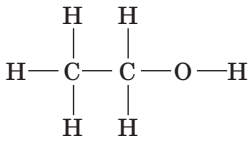
гидроген пероксид
(перекись водорода)



аммиак



сульфатная кислота



этанол (этиловый спирт)

Рис. 70. Структурные формулы молекул некоторых веществ

3. Определите валентность всех элементов по графическим формулам, изображенным на рисунке 70. Составьте химические формулы приведенных соединений.

4. Определите валентности элементов в следующих соединениях: а) P_2O_5; б) H_2S; в) $SnCl_4$; г) PH_3; д) Mn_2O_7; е) Na_2O.

5. С помощью Периодической системы определите все возможные валентности, которые могут проявлять элементы: а) Кальций; б) Сульфур; в) Бром; г) Фосфор; д) Аргентум; е) Бор. У элементов с переменной валентностью обозначьте высшую и низшую валентности.

6. Составьте формулы соединений, образованных элементами: а) H и Al(III); б) C(IV) и S(II); в) Pb(IV) и O; г) Br(I) и Zn(II); д) C(IV) и F(I); е) O и Fe(II); ж) Cl(IV) и O; з) Cu(I) и O; и) Cl(I) и Au(III). В скобках указана валентность, которую проявляет элемент в данном соединении.

7. По рисунку 60*а* на с. 71, определите валентности атомов Силиция и Оксигена в кварце.

8. Составьте графические формулы соединений со следующими формулами: а) SO_3; б) SO_2; в) NO; г) H_2S.

9. Феррум в соединениях с Оксигеном может проявлять валентность II и III. Составьте формулы этих соединений и определите, в какой из них содержание Феррума больше (по массовой доле).

Первые высказывания о химической связи принадлежат Роберту Бойлю. Он представлял атомы в виде шариков, на поверхности которых есть крючки. Этими крючками атомы цепляются друг за друга, как колючие головки репейника. Наличием и числом крючков на поверхности атомов Бойль также объяснял кислый, горький или жгучий вкус некоторых веществ.

www.e-ranok.com.ua

§ 14. Физические и химические явления

Физические явления

В окружающем нас мире постоянно происходят изменения. Смена времен года, движение воды в реке, рост растений, кипение воды в чайнике — все это примеры процессов, происходящих вокруг нас. Эти процессы называют *явлениями*. В зависимости от того, в какой сфере жизни происходят явления, их можно разделить на политические, социальные, геологические, биологические, а также на физические и химические.

Сравним действия двух ремесленников: кузнеца и металлурга. Кузнец берет железный брусок, нагревает его, бьет по нему молотом и в результате получает изделие, например подкову или шлем. Изменяется ли в данном случае железо — вещество, из которого состоит брусок? Нет. Под ударами молота частицы (атомы) в железе движутся, смещаются, но сами не меняются (рис. 71). Такое явление относится к *физическим*.

Явления, при которых изменяется форма предмета или агрегатное состояние вещества, но не меняется его состав, называют физическими.

В результате протекания физических явлений частицы в веществе не изменяются, следовательно, не изменяются и свойства веществ.

Кипение воды, появление капель воды или льда в холодильнике, замерзание рек, отливание изделий из расплавленного металла, измельчение веществ — все это примеры физических явлений.

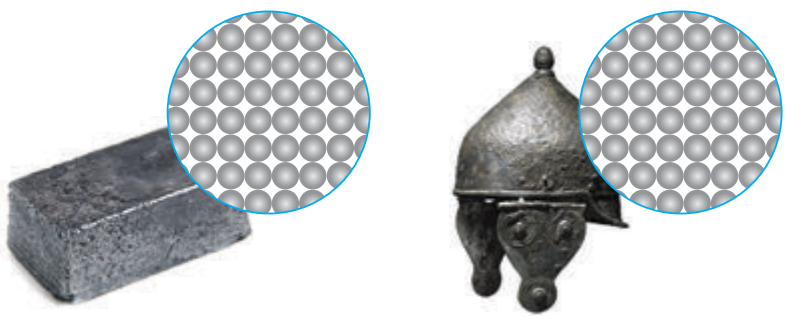


Рис. 71. Железный брусок и железный шлем состоят из одного вещества — железа. Поэтому превращение бруска в шлем является физическим процессом

www.e-ranok.com.ua

Химические явления

А что же делает металлург? Он берет железную руду и превращает ее в блестящие бруски железа. Изменилось ли при этом вещество? Железная руда — это бурый порошок или камни, которые не проводят электрический ток и легко рассыпаются от удара молотком. А железо имеет металлический блеск, хорошо проводит электрический ток, при ударе не рассыпается, а расплющивается. Таким образом, железная руда и брусок железа состоят из разных веществ, которые имеют разные свойства (рис. 72). В отличие от кузнеца, металлург превратил частицы железной руды в частицы железа. Такой процесс является *химическим*.

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

Горение древесины, появление ржавчины на поверхности железных изделий (рис. 73), скисание молока, пригорание пищи на сковороде — все это примеры химических явлений.

В процессе химических явлений частицы одного вещества (атомы, молекулы или ионы) превращаются в частицы другого, т. е. из одного вещества образуется другое вещество с другими свойствами.

Часто вместо слов «химическое явление» говорят *химический процесс* или *химическая реакция*. О веществах, которые вступают в химическую реакцию, говорят, что они реагируют, или взаимодействуют, между собой. Эти вещества называют *реагентами* или *исходными веществами*, а новые вещества, образующиеся в результате реакции,— *продуктами реакции*.

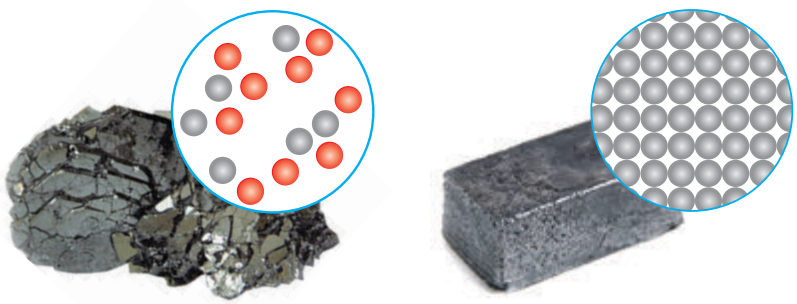


Рис. 72. В химических явлениях изменяется само вещество: железная руда и железный брусок состоят из разных частиц, поэтому преобразование руды в железо является химическим явлением

www.e-ranok.com.ua

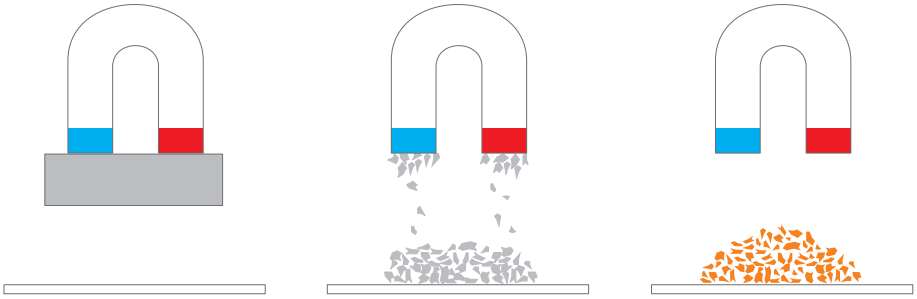


Рис. 73. Превращение железного бруска в железные опилки — физическое явление, поскольку свойства веществ не меняются. А превращение в ржавчину — химическое, так как по свойствам ржавчина отличается от железа

В химических явлениях проявляются *химические свойства* веществ — их способность изменяться под влиянием различных условий и реагировать с другими веществами. *Описать химические свойства вещества* — означает указать, как оно может изменяться, с какими другими веществами и при каких условиях может реагировать. Изучение химических свойств веществ — одна из задач химии.

Признаки химических реакций

Очень часто химические и физические явления происходят одновременно. Например, при горении свечи парафин сначала плавится и испаряется (физические явления), а потом пары парафина начинают гореть (химическое явление). Если нагревать кусочек сахара, то он расплавится (физическое явление), а в случае продолжительного нагревания превратится в углевидную черную массу (химическое явление).

Как же отличить химические явления от физических? Конечно, можно сказать, что если молекулы вещества изменились, то явление относится к химическим, а если не изменились, то к физическим. Но молекулы сложно увидеть даже в самый сильный микроскоп.

Поскольку в процессе химической реакции образуются новые вещества с новыми свойствами, то о протекании реакции свидетельствует изменение физических свойств реагирующих веществ. Так, если поставить молоко в теплое место, то спустя некоторое время оно превратится в кислое молоко. При скисании молока из молочного сахара образуется молочная кислота, о ходе этой реакции можно судить по *изменению вкуса*.

www.e-ranok.com.ua

а

б

Рис. 74. Признак химической реакции — образование нерастворимого вещества, выпавшего в осадок: *а* — на стенках чайника; *б* — при сливании двух жидкостей

Если жир на сковороде начинает подгорать, то о ходе этой реакции мы узнаем по *появлению запаха* акролеина — продукта разложения жира.

При кипении водопроводной воды из растворенных в ней веществ образуется вещество, которое не растворяется в воде и оседает в виде накипи на стенках чайника — выпадает в осадок (рис. 74).

Выделение газа также свидетельствует о химическом превращении: гашение пищевой соды столовым уксусом или лимонной кислотой сопровождается характерным шипением из-за образования углекислого газа (рис. 75).

Если в стакан со столовым уксусом насыпать соду, то газ начинает выделяться так активно, что кажется, будто жидкость закипает.

а

б

Рис. 75. Признак химической реакции — выделение газа: *а* — цинк с кислотой образуют бесцветный газ; *б* — медь с кислотой также образуют газ, но с характерной бурой окраской

www.e-ranok.com.ua

а

б

Рис. 76. Признаки химической реакции: *а* — чай при добавлении лимона меняет окраску; *б* — реакции с выделением энергии часто сопровождаются выделением света

Как в этом случае отличить кипение от химической реакции? Для этого нужно вспомнить, как происходит кипение: жидкость закипает, когда нагревается до определенной температуры — температуры кипения (для воды при нормальном давлении это 100 °С).

При кипении воды пузырьки газа (пара) образуются во всем объеме жидкости. В случае взаимодействия уксуса с содой жидкость не нагревается, а газ выделяется только в том месте, где сода контактирует с раствором, а значит кипением этот процесс назвать нельзя.

Часто о химических превращениях свидетельствует *изменение окраски* (рис. 76*а*). Например, цвет листьев на деревьях осенью меняется с зеленого на желтый или красный.

Множество химических реакций, например реакции горения, сопровождаются *выделением энергии* (рис. 76*б*), обычно в виде теплоты и света. Однако есть реакции, которые происходят с поглощением энергии. Например, реакция фотосинтеза в растениях происходит с поглощением энергии солнечного света.

Признаки химических реакций:

- изменение окраски;
- изменение запаха;
- изменение вкуса;
- выпадение или растворение осадка;
- выделение или поглощение газа;
- выделение или поглощение теплоты;
- излучение света.

www.e-ranok.com.ua

Условия протекания химических реакций

Для протекания химических реакций необходимы определенные условия. В первую очередь вещества необходимо соединить и перемешать или хотя бы привести в соприкосновение.

Но не всегда химическая реакция начинается сразу после перемешивания веществ. Древесина очень хорошо горит, однако сама по себе она не загорается. Для того чтобы началась реакция горения, древесину необходимо поджечь — т. е. нагреть до определенной температуры. Дальше реакция протекает самостоятельно, пока не закончится один из реагентов. Для протекания многих химических реакций необходимо постоянное нагревание или охлаждение.

Некоторые реакции происходят под действием света или электрического тока. Известны неустойчивые вещества, которые разлагаются от трения или удара.

Условия, необходимые для протекания различных реакций, очень разные. Большинство реакций не требует специальных условий, но некоторые происходят лишь при определенных условиях, которые описываются в химической литературе.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ № 3

Проведение химических реакций

Оборудование: штатив с пробирками, пробиркодержатель, нагревательный прибор.

Реактивы: растворы щелочи, фенолфталеина, нитратной кислоты, медного купороса, мел, кристаллический аммоний хлорид, сахар.

Правила безопасности:

- для опытов используйте небольшие количества реактивов;
- остерегайтесь попадания реактивов на одежду, кожу, в глаза;
- помните, холодные и горячие предметы выглядят одинаково;
- нагревание проводите с использованием специальных держателей;
- соблюдайте правило определения запаха веществ.

1. Налейте в пробирку около 1 мл щелочи и добавьте несколько капель фенолфталеина. Какие изменения наблюдаете?

2. Насыпьте в пробирку шпателем небольшое количество мела и по каплям добавляйте раствор кислоты. Что происходит с осадком?

www.e-ranok.com.ua

3. Налейте в пробирку 1–2 мл раствора медного купороса и добавьте такое же количество раствора щелочи. Какие изменения наблюдаете?

4. Насыпьте в пробирку небольшое количество аммоний хлорида и добавьте 1–2 мл раствора щелочи. Определите запах вещества.

5. В пробирку насыпьте небольшое количество сахара и нагревайте. Какие изменения вы наблюдаете в начале нагревания? А после продолжительного нагревания?

6. Опишите свои наблюдения. По результатам выполненных опытов сделайте выводы о признаках химических реакций. При каких условиях происходят реакции, которые вы провели?

Выводы:

1. При физических явлениях изменяются форма или агрегатное состояние веществ, но их состав, а следовательно и физические свойства, не меняются. При химических явлениях (химических реакциях) вещества изменяются, т. е. одни вещества превращаются в другие. Это происходит из-за изменения состава веществ.
2. О протекании химических реакций можно судить по определенным признакам: изменение окраски, запаха, вкуса, образование или исчезновение осадка, выделение или поглощение теплоты, газа или света.

Контрольные вопросы

1. Дайте определения химических и физических явлений. Чем они отличаются?
2. Перечислите признаки химических реакций.
3. При каких условиях происходят химические реакции?

Задания для усвоения материала

1. Выберите из представленного перечня условия протекания реакций: а) смешивание веществ; б) выделение газа; в) предварительное нагревание веществ; г) выделение теплоты и света; д) предварительное растворение реагирующих веществ; е) действие электрического тока; ж) образование осадка.
2. Что происходит с атомами и молекулами в химических реакциях? Выберите правильные утверждения: а) молекулы реагентов разрушаются, а из них образуются новые молекулы; б) одни атомы разрушаются, из них образуются другие; в) молекулы в химических реакциях не изменяются; г) атомы в химических реакциях не изменяются; д) атомы перегруппировываются, образуя молекулы новых веществ.

www.e-ranok.com.ua

3. Приведите примеры физических явлений, при которых изменяется агрегатное состояние веществ.

4. Приведите три примера химических реакций, которые вы наблюдали в природе или в быту.

5. Выберите, какие из приведенных явлений относятся к химическим, а какие — к физическим: а) зимой ветви деревьев покрываются изморозью; б) опавшая листва сгнивает; в) разлитый ацетон быстро испаряется; г) запах разлитых духов быстро распространяется по всей комнате; д) со временем на стенках чайника образуется накипь; е) в теплом месте молоко быстро скисает; ж) бронзовые памятники покрываются зеленым налетом; з) капля грязи на ботинке к утру превращается в коричневое пятно; и) ржавый гвоздь очищается от ржавчины наждачной бумагой.

6. Приведите примеры химических явлений, которые сопровождаются изменением агрегатного состояния веществ.

7. Какие признаки химических реакций наблюдаются при: а) горении костра; б) ржавлении железа; в) скисании пищи?

8. Приведите примеры химических реакций из повседневной жизни, которые происходят: а) при постоянном нагревании; б) после однократного нагревания; в) под действием света; г) с изменением окраски.

9*. Проект № 2 «Химические явления в окружающей среде».

10*. Проект № 3 «Химические явления в быту».

11*. Проект № 4 «Использование химических явлений в художественном творчестве и народных ремеслах».

12*. Проект № 5 «Вещества и химические явления в литературных произведениях и народном творчестве».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Изучение физических и химических явлений

Оборудование: штатив, тигельные щипцы, пробиркодержатель, спиртовка, стаканы.

Реактивы: медная проволока или пластинка, парафин, свеча, вода, хлоридная кислота, сода.

Правила безопасности:

- для опытов используйте небольшие количества реактивов;
- остерегайтесь попадания реактивов на одежду, кожу, в глаза;
- помните, холодные и горячие предметы выглядят одинаково;
- нагревание проводите с использованием специальных держателей.

www.e-ranok.com.ua

1. Плавление парафина

Возьмите кусочек парафина и положите его на металлическую пластинку или в пробирку. Закрепите ее в штативе и осторожно нагревайте в пламени спиртовки. Что происходит? Образовалось ли новое вещество? Запишите свои наблюдения и определите, к каким явлениям относится плавление.

2. Горение свечи

Зажгите свечу и некоторое время наблюдайте процесс горения. Какие явления происходят? Происходит ли превращение вещества? Какие признаки свидетельствуют о физическом явлении, а какие — о химическом? Запишите свои наблюдения.

3. Взаимодействие соды с хлоридной кислотой

Возьмите два стакана: в первый налейте воду, а во второй — хлоридную кислоту. Добавьте в каждый стакан немного питьевой соды. Что происходит в каждом стакане? Запишите свои наблюдения и определите, какое явление произошло в пробирке с кислотой.

4. Прокаливание меди

С помощью тигельных щипцов внесите в пламя спиртовки медную проволоку или пластинку и подержите около 1 минуты. Отметьте изменение цвета поверхности проволоки. О чем это свидетельствует? Запишите свои наблюдения и определите, какое явление вы наблюдали.

5. Формулирование выводов

По результатам практической работы сделайте выводы.

При формулировании выводов к практической работе ответьте на следующие вопросы:

1. Какие свойства веществ вы определили в ходе этой работы? К каким свойствам — физическим или химическим — они относятся?
2. Перечислите отдельно физические и химические явления, которые вы наблюдали в этой работе.
3. По каким признаками вы относили явления к химическим или к физическим?

Реакцию взаимодействия соды с уксусной или лимонной кислотой используют при выпекании печенья — благодаря выделению углекислого газа тесто поднимается, становится пышным. Эта же реакция лежит в основе действия кислотных огнетушителей. Углекислый газ выделяется также во время процесса брожения: дрожжи (микроорганизмы), которые добавляют в тесто, питаются растворенным сахаром и выделяют углекислый газ. Поэтому при выпекании хлеба или булочек тесто получается очень пышным и без соды.

www.e-ranok.com.ua

ДОМАШНИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

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

Вам понадобятся: пипетка, пищевая сода, сок квашеной капусты, лимонная кислота, кефир.

Правила безопасности

- для опытов используйте небольшие количества веществ;
- остерегайтесь попадания веществ на одежду, кожу, в глаза.

В отдельные емкости поместите понемногу сока квашеной капусты, лимонной кислоты и кефира. К лимонной кислоте добавьте немного воды, чтобы ее растворить.

В каждую емкость добавьте небольшое количество соды (на кончике ложки). Что происходит? Опишите свои наблюдения.

Проверьте свои знания по теме «Начальные химические понятия».

www.e-ranok.com.ua

ТЕМА II. КИСЛОРОД

В этом разделе вы узнаете…
- чем мы дышим;
- почему на Земле возможно горение;
- почему машины ржавеют;
- нужен ли кислород для автомобиля;
- можно ли собрать кислород с помощью магнита;
- как можно ускорить химическую реакцию;
- как можно определить кислород;
- можно ли отравиться кислородом;
- в чем заключается различие между горением и тлением;
- куда исчезает вещество при горении.

§ 15. Воздух, Оксиген, кислород

Воздух и кислород

Вокруг нашей планеты существует газообразная оболочка, которую называют *атмосферой* (рис. 77). Все мы живем на «дне» этого газообразного океана. Приземный слой атмосферы мы называем *воздухом*. Воздух — это сложная смесь 15 различных газов. Основными компонентами являются азот N_2 и кислород O_2. Содержание азота

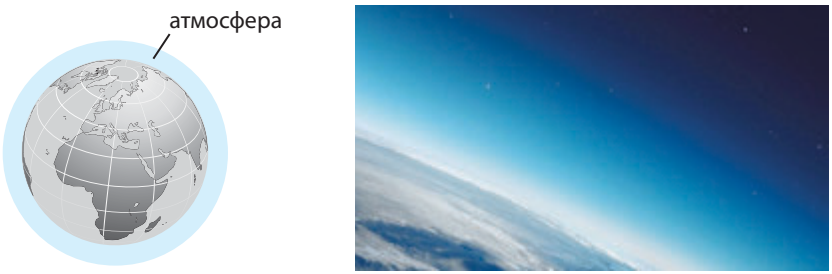


Рис. 77. Атмосфера Земли — это сравнительно тонкий газообразный слой вокруг нашей планеты. В нижних слоях атмосферы одна пятая часть — это кислород

www.e-ranok.com.ua

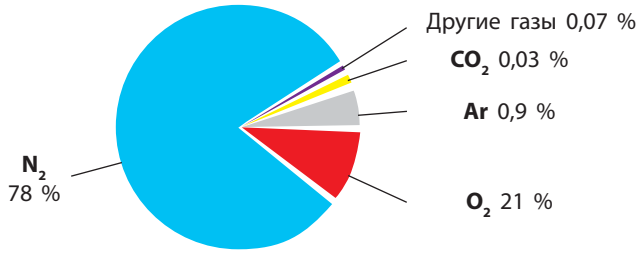


Рис. 78. Состав сухого воздуха у поверхности Земли

составляет 78 % от объема воздуха, а кислорода — 21 %. Кроме того, в воздухе содержится небольшое количество аргона (0,9 %), углекислого газа (0,03 %), озона, водяного пара и других газов (рис. 78). Объемные доли кислорода и азота в воздухе определил А. Лавуазье в 1774 году.

Состав воздуха несколько меняется в зависимости от местности, погодных условий и высоты над уровнем моря. Например, водяного пара в воздухе в теплую и влажную погоду содержится больше, а в холодную и сухую — меньше. Углекислый газ образуется в результате горения и дыхания, поэтому в воздухе больших городов его больше, чем над лесами и морями. Содержание азота и кислорода в разных местностях почти постоянно.

В закрытых и непроветриваемых помещениях может скапливаться много углекислого газа. Воздух, который содержит более 0,1 % углекислого газа, негативно влияет на человека. Поэтому нужно регулярно проветривать помещения.

Кислород и озон

Главный компонент воздуха — это кислород. Он поддерживает дыхание, благодаря чему на Земле могут жить животные, и горение, без которого уже невозможна наша жизнь. В молекуле кислорода два атома Оксигена соединены друг с другом двумя химическими связями (рис. 79*а*). Графическая формула кислорода имеет такой вид:

$$O = O$$

Как видно, валентность атомов Оксигена и в простом веществе равна II.

Больше всего кислорода содержится в нижних слоях атмосферы (тропосфере). При подъеме над землей содержание кислорода

www.e-ranok.com.ua

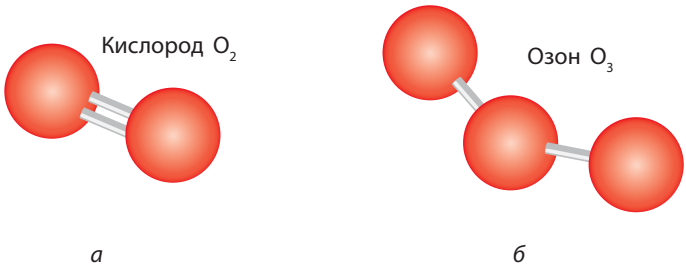


Рис. 79. Формулы и модели молекул: *а* — кислорода; *б* — озона

понемногу уменьшается. Именно поэтому при путешествии высоко в горах становится труднее дышать. В верхних, очень разреженных слоях атмосферы кислород почти отсутствует.

Химический элемент Оксиген образует еще одно простое вещество — озон O_3 (рис. 79*б*). Озон также содержится в атмосфере, но он находится преимущественно на высоте 30–50 км, образуя так называемый озоновый слой. Озоновый слой защищает нас от вредного ультрафиолетового излучения Солнца.

Физические свойства кислорода

При обычных условиях кислород — газ без цвета, вкуса и запаха. Толстый слой кислорода имеет светло-голубую окраску.

Кислород малорастворим в воде — в 1 л воды при температуре 20 °С растворяется 31 мл кислорода (0,004 % по массе). Однако этого количества достаточно для дыхания рыб, которые живут в водоемах. Газообразный кислород немного тяжелее воздуха: 1 л воздуха при температуре 0 °С и нормальном давлении весит 1,29 г, а 1 л кислорода — 1,43 г.

Жидкий кислород — это подвижная, слегка голубоватая жидкость, которая кипит при −183 °С (рис. 80). Твердый кислород — это синие кристаллы, которые плавятся при еще более низкой температуре — −218,7 °С.

Кислород — парамагнитное вещество, т. е. в жидком и твердом состояниях он притягивается магнитом (рис. 81, с. 110).

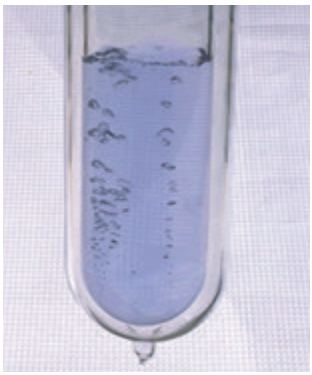


Рис. 80. Жидкий кислород имеет голубоватый цвет

www.e-ranok.com.ua

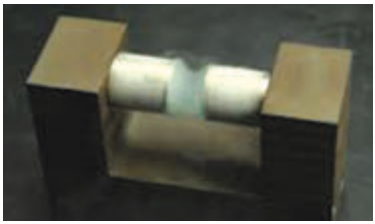


Рис. 81. Жидкий кислород притягивается магнитом

Часто можно услышать, что голубой цвет неба связан с окраской кислорода. Однако это не совсем соответствует действительности. Цвет кислорода вносит свою лепту в окраску неба, однако синий цвет небосвода связан по большей части с более сложным явлением — рассеиванием солнечного света в воздухе.

Открытие кислорода

Кислород был открыт в 1774 году Дж. Пристли. Он изучал газообразные вещества, которые образуются при прокаливании различных веществ солнечными лучами, сфокусированными с помощью линзы (рис. 82). При таком воздействии, в частности на меркурий(II) оксид, выделяется кислород.

Поскольку в чистом кислороде легче дышалось, то открытый газ Пристли назвал «улучшенным воздухом». Независимо от Пристли приблизительно в то же время кислород был открыт К. Шееле. Благодаря способности кислорода поддерживать горение Шееле назвал его «огненным воздухом». Шееле открыл кислород раньше, чем Пристли, но опубликовал свои результаты позднее. Поэтому первооткрывателем кислорода считают Дж. Пристли.

История открытия кислорода интересно переплетается с историей появления подводных лодок. Есть сведения, что кислород был открыт еще в XVII в. голландским ученым К. Дреббелем. Он использовал этот газ для дыхания в подводной лодке собственной конструкции. Но это открытие относилось к военной технике и держалось в секрете, поэтому не повлияло на дальнейшие исследования.

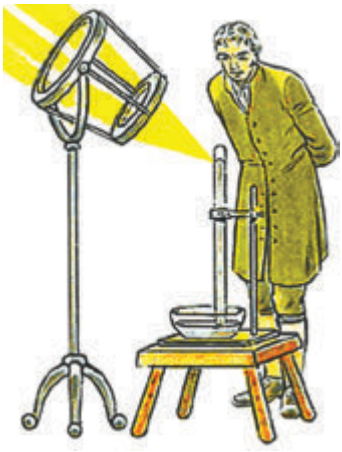


Рис. 82. Для получения кислорода Пристли прокаливал меркурий(II) оксид HgO в пробирке, наполненной ртутью. Образовавшийся кислород вытеснял ртуть и собирался над слоем ртути

www.e-ranok.com.ua

Английский химик, философ и общественный деятель. Был священнослужителем, а в свободное время занимался наукой, владел девятью языками. Один из ведущих ученых в области пневмохимии (химии газов). В 1774 г. открыл кислород. Кроме кислорода впервые получил азот, хлороводород, фтороводород, аммиак, сернистый газ, углекислый газ. Он был первым, кто специально растворил углекислый газ в воде, после чего вода стала удивительно вкусной. Так была изобретена газированная (содовая) вода. За это изобретение ему была присуждена награда Лондонского королевского общества. Содовая вода стала первым товарным продуктом химии газов.

Джозеф Пристли
(1733–1804)

Оксиген в природе

Оксиген — один из важнейших элементов в природе. Кроме простых веществ, он также образует соединения почти со всеми химическими элементами. Исключение составляют только инертные элементы — Гелий, Неон, Аргон.

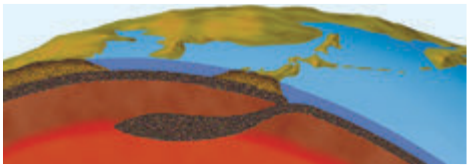
На поверхности нашей планеты Оксиген является самым распространенным элементом. В составе соединений с другими элементами он составляет 49 % от массы земной коры. Оксиген входит в состав самых важных минералов литосферы (красный железняк, кварц, гипс, полевой шпат и др.) и веществ, которые обеспечивают плодородие почв (гумус и соли).

Известный шведский фармацевт и химик-самоучка. В 15 лет он стал учеником в аптеке в Гетеборге, потом работал во многих аптеках Швеции, и, хотя неоднократно получал предложения занять должность профессора, предпочел остаться аптекарем. Уже в 32 года Шееле был удостоен звания члена Стокгольмской академии наук. Современники говорили о нем: «Аптекарь Шееле не мог не притронуться к чему-нибудь, чтобы не сделать открытия». Шееле открыл семь химических элементов (O, F, Cl, Mn, Mo, Ba, W). Он впервые выделил множество органических кислот: щавелевую, лимонную, винную, молочную и др. Открыл множество ценных неорганических соединений.

Карл Вильгельм Шееле
(1742–1786)

www.e-ranok.com.ua

Атмосфера — 21 %



Литосфера — 49 %

Гидросфера — 89 %

Живые организмы — 62 %

Рис. 83. Распространенность Оксигена в природе (по массе)

Самое распространенное соединение Оксигена — это вода H_2O. Огромные объемы воды — реки, моря и океаны — образуют гидросферу Земли. С учетом растворенных веществ гидросфера содержит 86–89 % Оксигена по массе.

Оксиген входит в состав многих сложных веществ: оксидов, кислот, щелочей, солей и др. Живые организмы также содержат большое количество Оксигена. В составе разных соединений на долю Оксигена приходится около 60 % массы тела человека.

В Периодической системе Оксиген имеет порядковый номер 8, соответственно заряд ядра атома Оксигена +8 (рис. 84). Химический символ элемента — O, относительная атомная масса 16 — это означает, что атом Оксигена в 16 раз тяжелее 1/12 массы атома Карбона (рис. 85). В химических соединениях Оксиген всегда проявляет валентность II, несмотря на то, что он расположен в VI группе Периодической системы.

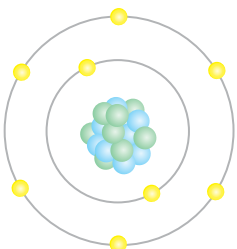


Рис. 84. Модель атома Оксигена

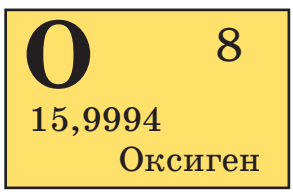


Рис. 85. Из Периодической системы можно узнать порядковый номер Оксигена и его относительную атомную массу

www.e-ranok.com.ua

Оксиген является самым активным химическим элементом в природе после Флуора. Благодаря этому он образует соединения почти со всеми элементами.

Понятие об оксидах

Соединения, в составе которых кроме Оксигена есть только один какой-либо химический элемент, называют *оксидами*.

Оксиды — это бинарные соединения химических элементов с Оксигеном.

Чтобы различать оксиды, им присваивают названия. Названия оксидов состоят из двух слов: названия химического элемента (в именительном падеже) и слова «оксид».

Na_2O — натрий оксид;

Al_2O_3 — алюминий оксид.

Если оксид образован элементом с переменной валентностью, то также указывают его валентность:

CuO — купрум(II) оксид; Cu_2O — купрум(I) оксид

Формулы оксидов составляют по валентности элементов, которые их образуют, как было объяснено в § 13.

Своим названием элемент Оксиген обязан А. Лавуазье. Согласно теории Лавуазье, Оксиген был основным функциональным компонентом кислот, в связи с чем и получил свое название *Oxygenium* — «рождающий кислоты» (от *оксос* — кислый и *геннео* — рождаю).

Выводы:

1. Оксиген — один из наиболее распространенных и самых важных элементов в природе. Он образует соединения почти со всеми известными элементами. Больше всего Оксигена содержится в гидросфере, также велико содержание Оксигена в литосфере и атмосфере.
2. Оксиген в соединениях всегда двухвалентен, его относительная атомная масса равна 16.
3. Кислород и озон — простые вещества, образованные Оксигеном. Из них наиболее распространен кислород, который содержится в атмосфере Земли. Кислород — бесцветный газ, немного тяжелее воздуха и малорастворимый в воде. Жидкий и твердый кислород имеет голубую окраску и притягивается магнитом.

www.e-ranok.com.ua

Контрольные вопросы

1. Опишите физические свойства кислорода.
2. Опишите распространенность кислорода и озона на Земле.
3. Является ли химической реакцией превращение жидкого кислорода в газообразный? А в твердый? Ответ обоснуйте.
4. Какова распространенность Оксигена в разных оболочках Земли?
5. Какие соединения Оксигена входят в состав земной коры?
6. Приведите примеры наиболее распространенных и самых важных соединений Оксигена, встречающихся в природе.
7. Какие вещества называют оксидами?

Задания для усвоения материала

1. Вычислите относительные молекулярные массы кислорода и озона.
2. Вычислите, во сколько раз кислород тяжелее воздуха.
3. Зачем работники рыбных хозяйств делают зимой проруби во льду рек и озер?
4. Как вы считаете, можно ли выделить чистый кислород из воздуха действием магнита, если другие газы воздуха магнитом не притягиваются?
5. Представьте, что перед вами две одинаковые закрытые колбы, заполненные воздухом и кислородом при одинаковых условиях. Как можно определить, в какой из колб содержится кислород? Возможно ли это узнать, не открывая колбы?
6. С повышением температуры растворимость газов в воде уменьшается. Можно ли заливать в аквариум для рыб кипяченую охлажденную воду?
7. Используя приведенные в параграфе данные, вычислите: а) массу кислорода объемом 10 л; б) объем кислорода массой 10 г.
8. Вычислите, во сколько раз атом Оксигена тяжелее атома: а) Гидрогена; б) Карбона; в) Сульфура.
9. Составьте формулы оксидов: магний оксид, феррум(II) оксид, фосфор(V) оксид, плюмбум(IV) оксид, купрум(I) оксид, хром(III) оксид.
10. Определите валентности элементов в следующих оксидах и назовите их: K_2O, CaO, P_2O_3, NO_2, I_2O_5, SO_3, Cl_2O_7.
11. Оксиген содержится в минералах: гематите Fe_2O_3, кварце SiO_2, пиролюзите MnO_2. В каком из них массовая доля Оксигена наибольшая?

12*. Известно, что максимальное содержание кислорода наблюдается в нижних слоях атмосферы. По мере отдаления от поверхности Земли его содержание уменьшается, а в верхних слоях атмосферы кислород почти отсутствует. Чем это можно объяснить?

Лингвистическая задача

Оксос в переводе с греческого языка означает «кислый», *гидро* — «вода», а *геннео* — «рождаю». Что означают названия химических элементов Оксиген и Гидроген?

www.e-ranok.com.ua

§ 16. Уравнения химических реакций. Закон сохранения массы веществ в химических реакциях

Закон сохранения массы

Все химические превращения удобно описывать посредством химических формул и уравнений реакций. Процесс горения угля можно описать такой схемой:

C	+	O_2	→	CO_2
Уголь	взаимодействует с	кислородом	с образованием	углекислого газа

Эту схематическую запись называют *уравнением химической реакции*. В левой части уравнения записан один атом Карбона и одна молекула кислорода, которая состоит из двух атомов Оксигена. В правой части уравнения записана одна молекула углекислого газа (карбон(IV) оксида), которая состоит из одного атома Карбона и двух атомов Оксигена.

Число атомов каждого химического элемента в обеих частях уравнения одинаково. Для того чтобы подчеркнуть равное число атомов всех элементов, в данной записи стрелку можно заменить на знак равенства:

$$C + O_2 = CO_2$$

Уравнение химической реакции является отображением *закона сохранения массы веществ в химических реакциях*.

Масса веществ, которые вступили в химическую реакцию, равна массе веществ, которые образовались в результате реакции.

Этот закон был открыт М. В. Ломоносовым в 1748 году и, независимо от него, А. Лавуазье в 1789 году, поэтому данный закон называют также законом Ломоносова–Лавуазье.

В результате химических реакций одни вещества превращаются в другие: *атомы, из которых состоят исходные вещества, не исчезают, не появляются и не превращаются из одного вида в другой, а только перегруппировываются, образуя молекулы новых веществ*.

www.e-ranok.com.ua

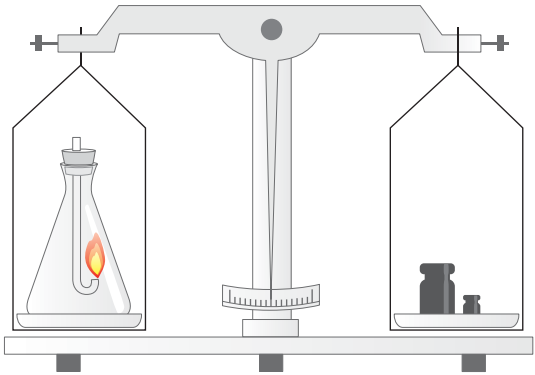


Рис. 86. Опыт, иллюстрирующий закон сохранения массы в химических реакциях: при горении вещества в закрытой емкости равновесие на весах сохраняется

Сегодня это утверждение кажется очевидным, однако в XVII в. наблюдения некоторых ученых противоречили ему. Например, спирт при горении постепенно утрачивает массу и, наконец, исчезает. Если железная пластинка лежит на воздухе, она постепенно ржавеет и ее масса при этом увеличивается. Как это объяснить? Объяснение этим фактам нашли только после проведения экспериментов с тщательным взвешиванием исходных веществ и продуктов реакций.

Докажем, что во время горения закон сохранения массы выполняется. Горение свечи — это химическая реакция, которая происходит с образованием углекислого газа и воды (в виде водяного пара). Продукты реакции (углекислый газ и водяной пар) — это газообразные вещества, которые испаряются, и потому кажется, что вещество исчезает. Если реакцию проводить в закрытом сосуде, то продуктам реакции не будет куда исчезать.

На одну чашу весов поместим горючее вещество в герметично закрытой емкости, заполненной кислородом (рис. 86). Уравновесим весы и подожжем. Вещество некоторое время горит, а потом, когда израсходуется кислород, горение прекращается. Во время горения равновесие весов сохраняется. Таким образом, масса колбы с исходными веществами равна массе колбы с продуктами реакции.

В случае ржавления железа атомы Феррума реагируют с кислородом и водой из окружающего воздуха. В этом случае образуется ржавчина, масса которой больше, чем масса исходного железа, поэтому кажется, что вещество возникает ниоткуда.

www.e-ranok.com.ua

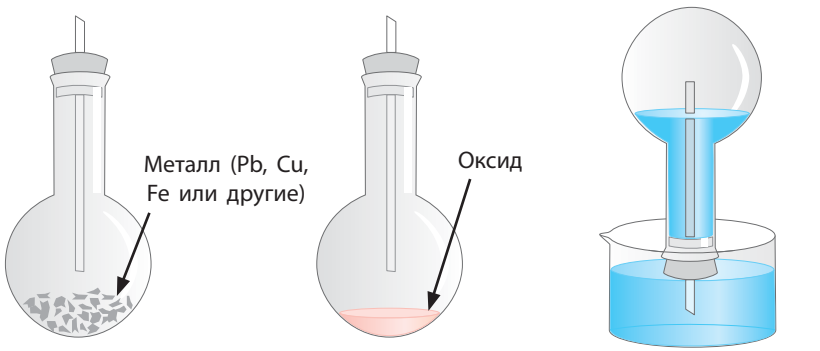


Рис. 87. Прокаливание металла в закрытой колбе. После окончания реакции место кислорода, израсходованного на реакцию, занимает вода

Проведем подобный опыт в герметичной колбе (рис. 87*а*). Поместим образец металла в колбу, закроем ее пробкой с запаянной газоотводной трубкой и нагреем. После прокаливания металл изменяет свой цвет, так как он превратился в оксид (рис. 87*б*). Чтобы доказать, что часть воздуха израсходовалась на реакцию с металлом, опустим газоотводную трубку в емкость с водой и откроем конец трубки. Поскольку часть воздуха соединилась с металлом, то в колбе возникло свободное пространство, которое через трубку заполняет вода (рис. 87*в*).

Выдающийся российский ученый. Учился в Славяно-греко-латинской академии, в Киево-Могилянской академии, Петербургском университете, в университете Гамбурга. Ломоносов был одним из образованнейших людей России того времени. Заслуживают внимания его труды не только в области химии, но и в минералогии, географии, металлургии, физике, истории, поэзии, изобразительном искусстве. Открыл закон сохранения массы, создал первую в России химическую лабораторию. По результатам наблюдений солнечного затмения установил существование атмосферы на Венере. По его инициативе был открыт Московский университет, который сегодня носит его имя.

Михаил Васильевич Ломоносов
(1711–1765)

www.e-ranok.com.ua

Составление уравнений химических реакций

Уравнения химических реакций составляются с учетом закона сохранения массы. Рассмотрим, как составляются уравнения реакций образования бинарных соединений из простых веществ.

Пример 1. Составим уравнение реакции образования метана CH_4 — основного компонента природного газа. Метан состоит из атомов Карбона и Гидрогена. Таким образом, для его получения необходимы простые вещества, одно из которых состоит из атомов Карбона (уголь C), а другое — из атомов Гидрогена (водород H_2).

В левой части записываем *исходные вещества* (*реагенты*) C и H_2, а в правой — *продукт реакции* CH_4:

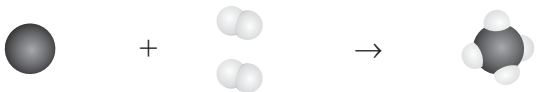
$$C + H_2 \rightarrow CH_4$$

Но эта запись еще не является уравнением реакции — это *схема реакции*. Для того чтобы она превратилась в уравнение, необходимо уравнять число атомов каждого элемента в левой и правой частях. Для этого необходимо подобрать коэффициенты — цифры перед химическими формулами, которые указывают число молекул (атомов). Как видно, в левой и правой частях схемы по одному атому Карбона, но в левой части два атома Гидрогена (одна молекула водорода), а в правой — четыре атома (в составе одной молекулы метана). Это противоречит закону сохранения массы. Чтобы это исправить, перед формулой водорода в левой части уравнения нужно поставить коэффициент 2:

$$C + 2H_2 \rightarrow CH_4$$

Теперь в обеих частях уравнения число атомов Гидрогена и Карбона одинаково, поэтому стрелку между реагентами и продуктами в уравнении можно заменить знаком равенства:

$$C + 2H_2 = CH_4$$



Пример 2. Рассмотрим реакцию горения метана. Горение — это взаимодействие с кислородом O_2. При горении метана образуются углекислый газ CO_2 и вода H_2O.

Запишем схему реакции:

$$CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$$

Теперь необходимо уравнять число атомов каждого химического элемента, т. е. подобрать коэффициенты. Начнем с атомов Карбона:

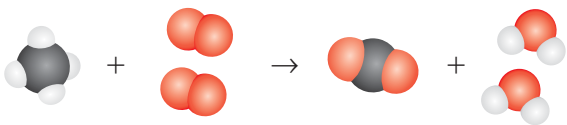
www.e-ranok.com.ua

в обеих частях уравнения их по одному. Потом подсчитаем атомы Гидрогена: в левой части четыре атома, а в правой — два. Чтобы уравнять их число, нужно перед формулой воды поставить коэффициент 2:

$$CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

Осталось уравнять число атомов Оксигена (обычно Оксиген уравнивают последним). В левой части уравнения два атома Оксигена в молекуле O_2, а в правой — четыре (два атома в составе молекулы углекислого газа CO_2 и два атома в составе двух молекул воды H_2O). Таким образом, в левой части уравнения перед формулой кислорода необходимо поставить коэффициент 2:

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$$



Теперь число атомов всех элементов одинаково, следовательно, коэффициенты подобраны правильно.

Подбирая коэффициенты в уравнении реакции, необходимо помнить следующие правила:

- коэффициент показывает число молекул, отдельных атомов или формульных единиц в уравнении реакции;
- коэффициент ставится только перед химической формулой;
- коэффициент относится ко всем атомам, из которых состоит молекула, перед которой он стоит, например:

запись $2H_2O$ означает две молекулы воды, в которых содержится 4 атома Гидрогена (по два в каждой молекуле) и 2 атома Оксигена (по одному в каждой молекуле);

- коэффициент 1, как и индекс 1, не записывается;
- индекс показывает число атомов элемента (или групп атомов) в составе молекулы, а коэффициент — число молекул, например:

H — один атом Гидрогена;

2H — два атома Гидрогена;

H_2 — одна молекула водорода, состоящая из двух атомов Гидрогена;

$2H_2$ — две молекулы водорода, каждая из которых состоит из двух атомов Гидрогена.

Записи 4H и $2H_2$ неравнозначны. Хотя в них и записано одинаковое число атомов Гидрогена, но первая запись означает четыре отдельных атома Гидрогена, а вторая — две молекулы водорода.

www.e-ranok.com.ua

В уравнениях реакций часто указывают условия протекания реакций или выделение газа и осадка. Так, если из раствора выделяется газообразное вещество, то рядом с его формулой ставят стрелку, направленную вверх: ↑. Если из газов или жидкостей образуется нерастворимое вещество, то рядом с его формулой ставят стрелку, направленную вниз: ↓.

Выводы:

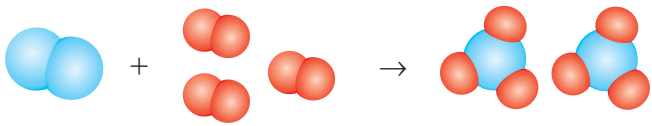
1. Массы веществ, вступающих в реакцию, равны массе образованных веществ, о чем свидетельствует закон сохранения массы в химических реакциях. Этот закон основан на том, что атомы в химических реакциях не исчезают, а просто переходят из одних веществ в состав других. Посредством химических символов и знаков закон сохранения массы отображают уравнением химической реакции.
2. При составлении уравнений химических реакций необходимо соблюдать условие, что число атомов всех элементов в левой и правой частях уравнения должно быть одинаковым. Для этого перед химическими формулами пишут коэффициенты, которые обозначают число молекул, отдельных атомов или формульных единиц.

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте закон сохранения массы веществ и обоснуйте его с позиции понятий об атомах и молекулах.
2. Почему при горении свечи ее масса постепенно уменьшается? Не противоречит ли это закону сохранения массы?
3. Какую запись называют уравнением химической реакции?
4. Каково значение коэффициентов в уравнении реакции и индексов в химической формуле? В чем заключается отличие между коэффициентом и индексом?

Задания для усвоения материала

1. Объясните, что означают записи:
а) 2H, O, 4Fe, 3Ca, 5N; б) O_2, $5O_2$, 6O, O_3, $2O_3$; в) $3H_2O$, $5H_2$, $2CO_2$, 5C, $3O_2$.
2. Рассмотрите схематическое изображение химической реакции образования аммиака. Запишите для нее уравнение, если синими шариками обозначены атомы Нитрогена, а красными — Гидрогена.



www.e-ranok.com.ua

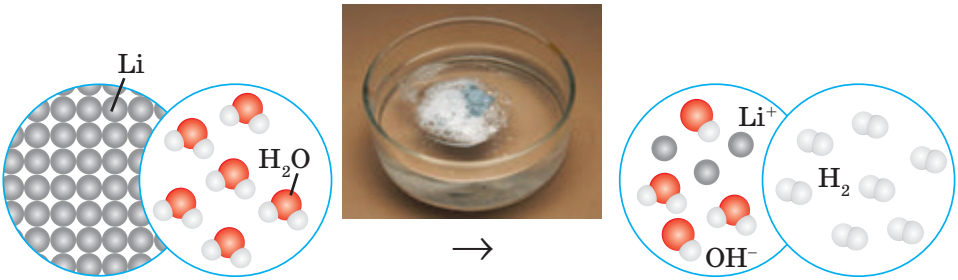


Рис. 88. Схема взаимодействия лития с водой

3. Подберите коэффициенты. Если нужно, обозначьте выделение газа или образование нерастворимого вещества соответствующими символами.

а) $S + O_2 \rightarrow SO_2$
$Fe + S \rightarrow FeS_2$
$N_2 + F_2 \rightarrow NF_3$

б) $Al + Br_2 \rightarrow AlBr_3$
$Pb + O_2 \rightarrow Pb_3O_4$
$FeO + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$

в) $SO_2 + O_2 \rightarrow SO_3$
$Li + O_2 \rightarrow Li_2O$
$Fe + O_2 \rightarrow Fe_2O_3$

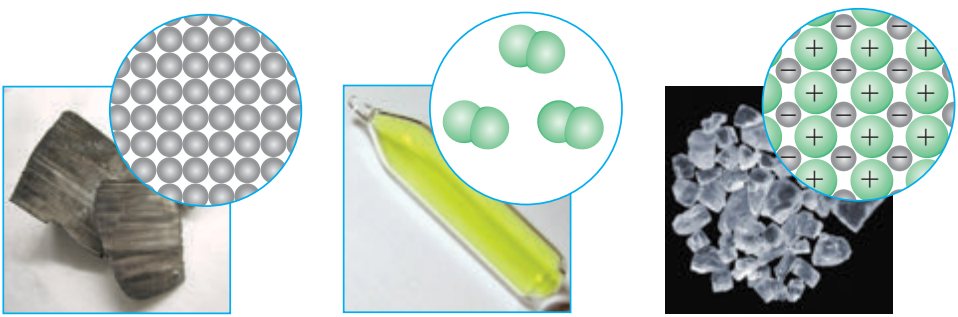
г) $BaO_2 \rightarrow BaO + O_2$
$H_2O_2 \rightarrow H_2O + O_2$
$N_2O_5 \rightarrow NO_2 + O_2$

д) $Zn + HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$
$C_2H_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
$PbCl_2 + Na_2S \rightarrow PbS + NaCl$

е) $Al(OH)_3 + HCl \rightarrow AlCl_3 + H_2O$
$H_2S + SO_2 \rightarrow S + H_2O$
$P_2O_5 + H_2O \rightarrow H_3PO_4$

4. Составьте уравнения реакций: а) в результате взаимодействия водорода H_2 и кислорода O_2 образуется вода H_2O; б) железо Fe реагирует с кислородом и водой и покрывается ржавчиной, основной составляющей которой является вещество с формулой $Fe(OH)_3$; в) в результате разложения сахарозы $C_{12}H_{22}O_{11}$ образуются уголь C и вода H_2O.

5. На рисунке 88 представлена схема химической реакции взаимодействия лития с водой. Составьте уравнение данной реакции.



а *б* *в*

Рис. 89. Модели веществ: *а* — натрия; *б* — хлора; *в* — натрий хлорида

www.e-ranok.com.ua

6. На рисунке 89 (с. 121) приведены модели веществ. Составьте уравнение реакции натрия с хлором.
7. В результате взаимодействия серы S массой 16 г с железом Fe образовалось 44 г феррум(II) сульфида FeS. Вычислите массу израсходованного железа.
8. Вследствие взаимодействия метана массой 8 г с кислородом массой 32 г образовался углекислый газ массой 22 г. Вычислите, какая масса воды образовалась в результате этой реакции.
9. Составьте уравнения реакций образования из простых веществ следующих соединений: а) феррум(II) оксид FeO; б) аргентум(I) сульфид Ag_2S; в) кальций фосфид Ca_3P_2; г) алюминий оксид Al_2O_3; д) фосфор(V) оксид P_2O_5.

§ 17. Получение и хранение кислорода

Разложение оксидов

Методы получения кислорода можно разделить на промышленные и лабораторные. В лаборатории кислород удобнее получать из тех его соединений, которые при нагревании легко разлагаются с выделением кислорода. Чаще всего для этого используют калий перманганат $KMnO_4$, калий хлорат $KClO_3$ (бертолетову соль), калий нитрат KNO_3 (индийскую селитру), гидроген пероксид H_2O_2.

Впервые кислород был получен нагреванием меркурий(II) оксида HgO сфокусированными солнечными лучами. При этом образуется жидкая ртуть и газообразный кислород (рис. 90):

$$2HgO = 2Hg + O_2\uparrow$$

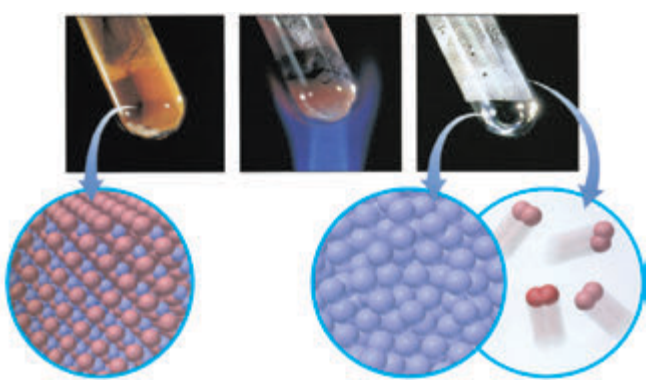


Рис. 90. При прокаливании красного меркурий(II) оксида образуется жидкая серебристая ртуть и газообразный кислород

www.e-ranok.com.ua

Таким же образом могут разлагаться соединения и других неактивных металлических элементов с Оксигеном.

Но обычно такие реакции происходят при очень высоких температурах, поэтому использовать их для получения кислорода в лаборатории не очень удобно.

Разложение бертолетовой соли. Катализаторы

Поместим в чистую сухую пробирку несколько кристаллов бертолетовой соли и нагреем ее в пламени спиртовки. Сначала соль начинает плавиться (357 °С), а потом расплав закипает (400 °С) — начинается разложение с выделением бесцветного газа в соответствии с уравнением:

$$2KClO_3 = 2KCl + 3O_2\uparrow$$

Чтобы доказать, что выделяющийся газ является кислородом, в пробирку внесем тлеющую лучину (рис. 91). Лучина ярко вспыхивает. Это означает, что полученный газ — кислород, так как он поддерживает горение.

Чтобы ускорить реакцию, к бертолетовой соли можно добавить небольшое количество порошка манган(IV) оксида MnO_2. В его присутствии кислород начинает выделяться при более низкой температуре (200 °С), даже ниже, чем температура плавления. Сам по себе манган(IV) оксид в этой реакции не расходуется, он только ускоряет ее. Такие вещества называют *катализаторами*, а увеличение скорости реакции под действием катализатора — *катализом*.

Катализаторы — это вещества, которые изменяют скорость химической реакции, но сами в ней не расходуются.

Способность некоторых веществ ускорять химические реакции известна уже более 200 лет, но первые научные объяснения этого явления, а также приведенное определение катализаторов было введено выдающимся химиком В. Оствальдом.

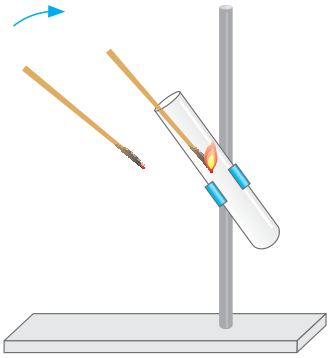


Рис. 91. Доказательство наличия кислорода в пробирке: тлеющая лучина при внесении в кислород вспыхивает

www.e-ranok.com.ua

Выдающийся немецкий физико-химик, лауреат Нобелевской премии 1909 г. Родился в Риге, где учился и в 28 лет начал работать профессором. В возрасте 35 лет переехал в Лейпциг, где возглавил Физико-химический институт. Вильгельм Оствальд изучал законы химического равновесия, электрические свойства растворов, открыл закон разбавления, названный его именем, разработал основы теории кислотно-осно́вного катализа, занимался историей химии. Основал первую в мире кафедру физической химии и первый физико-химический журнал. В свое время активно поддержал теорию Аррениуса, чем способствовал ее признанию другими химиками.

Вильгельм-Фридрих Оствальд
(1853–1932)

Разложение калий перманганата

Кислород в лаборатории удобно получать из калий перманганата $KMnO_4$. Калий перманганат представляет собой черно-фиолетовые кристаллы со специфическим блеском (рис. 92). Небольшое количество порошка калий перманганата поместим в пробирку. Во избежание разбрасывания порошка, в пробирку необходимо поместить ватный тампон (рис. 93).

Для того чтобы началась реакция, пробирку необходимо нагреть приблизительно до 230 °С. Порошок постепенно нагревается и начинает растрескиваться — происходит реакция:

$$2KMnO_4 \xrightarrow{t} K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2\uparrow$$

Если к пробирке присоединить газоотводную трубку, то выделяющийся кислород можно собрать в какую-нибудь емкость.

Рис. 92. Калий перманганат используют для получения кислорода в лаборатории

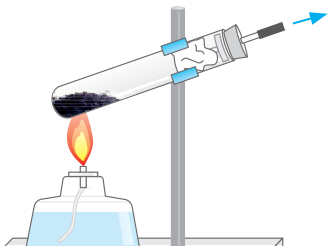
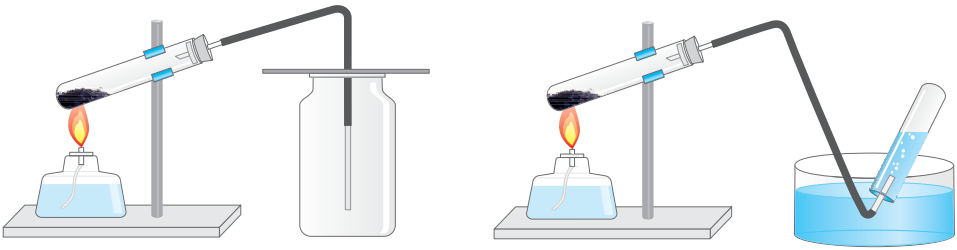


Рис. 93. Приспособление для получения кислорода разложением калий перманганата

www.e-ranok.com.ua



а *б*

Рис. 94. Приспособление для собирания кислорода:
а — методом вытеснения воздуха; *б* — методом вытеснения воды

Как можно собрать полученный кислород?

Кислород тяжелее воздуха и малорастворим в воде, поэтому его можно собирать двумя способами: вытеснением воздуха и вытеснением воды. В первом случае (рис. 94*а*) кислород, который поступает в емкость по стеклянной трубке, постепенно вытесняет воздух. Во избежание смешивания кислорода с атмосферным воздухом, отверстие емкости неплотно закрывают куском ваты или листом фильтровальной бумаги. Чтобы убедиться, что емкость заполнилась кислородом, к ее отверстию подносят тлеющую лучину. Если емкость заполнена, то лучина вспыхивает у отверстия.

При собирании кислорода над водой (рис. 94*б*) выделяющийся газ постепенно вытесняет воду из пробирки, заранее заполненной водой. Когда газ полностью вытеснит воду из пробирки, ее отверстие закрывают стеклом и только потом вынимают из воды и переворачивают.

Получение кислорода из гидроген пероксида

Часто для получения кислорода в лаборатории используют гидроген пероксид H_2O_2. Гидроген пероксид при обычных условиях разлагается, но очень медленно, даже если его подогреть на горелке. Но если в раствор гидроген пероксида добавить щепотку манган(IV) оксида, то жидкость сильно вспенивается, почти «закипает» — это выделяется кислород:

$$2H_2O_2 \overset{MnO_2}{=} 2H_2O + O_2\uparrow$$

www.e-ranok.com.ua

По окончании реакции в пробирке остается смесь воды и манган(IV) оксида. Эту смесь легко разделить фильтрованием. В данной реакции манган(IV) оксид выступает в роли катализатора. В этом легко убедиться, если отфильтрованный манган(IV) оксид снова добавить к гидроген пероксиду для разложения новой порции.

Поскольку катализаторы в процессе химической реакции не расходуются, то их добавляют к реагентам очень малыми дозами. Существует даже выражение «добавить реагент в каталитическом количестве», что означает «очень мало».

Реакции разложения

Если внимательно проанализировать приведенные уравнения реакций получения кислорода, то можно заметить общий признак: в левой части данных уравнений записана формула одного вещества, а в правой — нескольких. Такие реакции называются *реакциями разложения*.

Реакции, в которых из одного сложного вещества образуется несколько других веществ, называются реакциями разложения.

В общем виде уравнения реакции разложения можно записать следующим образом:

$$\mathbf{A = B + C}$$

Получение кислорода в промышленности. Хранение кислорода

Приведенные выше методы получения кислорода могут быть использованы только в лабораторных условиях. Для промышленного получения больших объемов кислорода они не используются из-за высокой стоимости исходных веществ. Большие количества кислорода получают из жидкого воздуха разделением (ректификацией). Сначала воздух охлаждают до −200 °С, а затем постепенно нагревают. При −196 °С азот испаряется, а жидкий кислород остается. Этот метод нельзя назвать химическим, поскольку в данном случае кислород просто выделяется из смеси газов — воздуха.

Полученный жидкий кислород хранят в специальных емкостях — сосудах Дьюара (рис. 95), которые по строению напоминают обычный термос. Сосуд Дьюара имеет две стенки, из пространства между которыми откачан воздух. Благодаря этому сосуд почти не

www.e-ranok.com.ua

а *б*

Рис. 95. Сосуд Дьюара для хранения сжиженных газов (*а*) и его строение (*б*)

пропускает тепло, и в нем длительное время при низкой температуре может храниться сжиженный газ.

Часто в промышленности кислород получают из воды. Под действием электрического тока вода разлагается на два простых вещества — кислород и водород. Этот процесс называют *электролизом* (рис. 96).

$$2H_2O \xrightarrow{\text{электрический ток}} 2H_2\uparrow + O_2\uparrow$$

Электролиз воды происходит довольно медленно и требует значительных затрат электричества, но полученный кислород довольно чистый, поэтому в некоторых случаях этот метод является целесообразным.

Полученный газообразный кислород хранят в специальных стальных баллонах под высоким давлением, чтобы он занимал меньше места. Баллоны с кислородом окрашивают в синий цвет, чтобы не

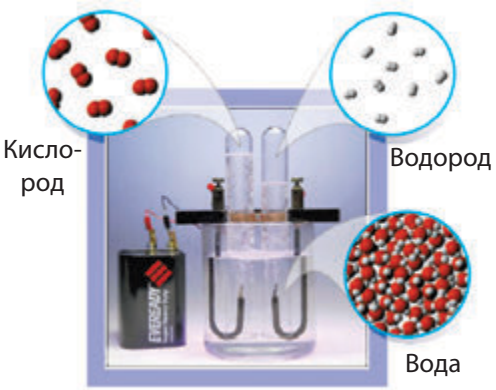
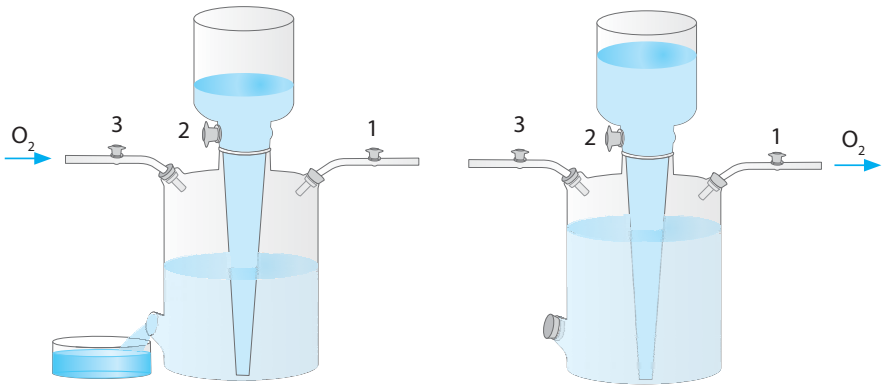


Рис. 96. Приспособление для получения кислорода электролизом воды

Рис. 97. Баллоны для хранения чистого кислорода под высоким давлением

www.e-ranok.com.ua



а *б*

Рис. 98. Газометр для хранения и использования газов в лаборатории: *а* — наполнение газометра кислородом методом вытеснения воды (краны 1 и 2 закрыты, кран 3 открыт); *б* — использование собранного кислорода (краны 1 и 2 открыты, кран 3 закрыт)

перепутать их с баллонами, наполненными другими газами (рис. 97, с. 127). Вентили таких баллонов ни в коем случае нельзя смазывать машинными маслами, поскольку даже остатки смазочного масла в потоке чистого кислорода могут вызвать сильный взрыв.

Для хранения и удобного пользования кислородом в лаборатории используют другое устройство — газометр (рис. 98). Это большой стеклянный баллон с большой воронкой, заполненной водой. Сначала газометр заполняют кислородом методом вытеснения воды (рис. 98*а*). Когда газометр заполнен, открывают кран 2 и вода из воронки вытесняет собранный газ через кран 1 (рис. 98*б*).

Выводы:

1. В лаборатории кислород получают разложением сложных веществ: бертолетовой соли, калий перманганата или гидроген пероксида. Полученный кислород можно выявить, используя тлеющую лучину, а собирают его методом вытеснения воды или воздуха.
2. Реакции получения кислорода являются реакциями разложения, в которых из одного вещества образуется несколько. Часто они происходят при участии катализаторов — веществ, которые ускоряют химические реакции, но сами при этом не расходуются.
3. В промышленности кислород получают либо разделением (ректификацией) воздуха, либо реакцией разложения воды электролизом.

www.e-ranok.com.ua

Контрольные вопросы

1. Какие условия протекания реакций являются общими для описанных лабораторных методов получения кислорода?
2. Выберите вещества, разложением которых можно получить кислород: а) калий перманганат $KMnO_4$; б) углекислый газ CO_2; в) вода H_2O; г) манган(IV) оксид MnO_2.
3. Какие реакции называют реакциями разложения?
4. Как получают кислород в промышленности?
5. Какие вещества называются катализаторами? Почему катализаторы добавляют в небольших количествах?
6. Чем принципиально отличаются лабораторные и промышленные способы получения кислорода?
7. Каким способом можно доказать наличие чистого кислорода в сосуде? На каком свойстве кислорода он основан?
8. Назовите способы собирания кислорода. На каких свойствах кислорода они основаны?
9. В каких сосудах хранят газообразный и жидкий кислород?
10. Как отличить баллон, в котором хранится кислород? Почему нельзя смазывать вентили кислородных баллонов машинным маслом?

Задания для усвоения материала

1. Назовите лабораторные методы получения кислорода. Запишите соответствующие уравнения реакций.
2. Составьте формулы соединений Оксигена с Гидрогеном, Калием, Магнием, Алюминием, Карбоном(IV), Фосфором(V) и Сульфуром(VI).
3. В каком соединении содержание Оксигена больше (по массовой доле) — в калий перманганате или бертолетовой соли?
4. Как изменится положение весов, если в пустой стакан, уравновешенный на весах, через трубочку добавить кислород?
5. В химический стакан налили раствор гидроген пероксида массой 400 г и добавили щепотку манган(IV) оксида. По завершении выделения пузырьков газа в стакане осталась вода массой 375 г. Вычислите массу выделенного кислорода.
6. Для получения кислорода в пробирку поместили калий перманганат массой 20 г. После прокаливания в пробирке остался твердый остаток массой 18 г. Вычислите массу полученного кислорода. Какой объем занимает этот кислород? (Для расчетов используйте данные из § 15 или Приложения 1.)

7*. Как вы считаете, на чем основано действие катализаторов? Почему катализаторы не расходуются в реакциях?

8*. Объясните, почему сосуд Дьюара, заполненный сжиженным газом, нельзя плотно закрывать крышкой.

www.e-ranok.com.ua

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Получение кислорода из гидроген пероксида, собирание, доказательство его наличия

Оборудование: лабораторный штатив, пробирки, спиртовка, кристаллизатор или большой сосуд, заполненный водой, колба, угловая стеклянная трубка, резиновые пробки (с отверстием и без), пипетка.

Реактивы: гидроген пероксид, манган(IV) оксид, лучина.

Правила безопасности:

- при проведении опытов используйте небольшие количества реактивов;
- остерегайтесь попадания реактивов на одежду, кожу, в глаза;
- нагревание проводите только с использованием специальных держателей.

1. Получение кислорода разложением гидроген пероксида

В большую пробирку (или плоскодонную колбу) насыпьте небольшое количество катализатора — манган(IV) оксида. Пробирку закройте пробкой с двумя отверстиями. В одно отверстие необходимо вставить газоотводную трубку, а в другое — пипетку с раствором гидроген пероксида.

Пипеткой по каплям добавляйте гидроген пероксид и наблюдайте выделение кислорода.

2. Собирание кислорода методом вытеснения воздуха

К отверстию газоотводной трубки поднесите пустую сухую пробирку и соберите кислород в пробирку. Пробирку для собирания кислорода можно прикрыть листом картона, в котором прорезано отверстие для газоотводной трубки.

3. Собирание кислорода методом вытеснения воды

Для получения кислорода воспользуйтесь тем же устройством, которое было собрано в соответствии с рекомендациями п. 1. Для собирания кислорода методом вытеснения воды погрузите пробирку в кристаллизатор с водой, наполните ее водой и осторожно опрокиньте пробирку отверстием книзу, чтобы отверстие оставалось в воде (см. рис. 94*б* на с. 125). Поднесите конец газоотводной трубки прибора к отверстию пробирки в воде и наполните пробирку кислородом.

www.e-ranok.com.ua

4. Доказательство наличия кислорода

Подготовьте тлеющую лучину: зажгите, а потом погасите лучину. Пока лучина тлеет, внесите ее в пробирку с собранным кислородом.

В тетради для практических работ опишите свои наблюдения, составьте уравнения реакций разложения гидроген пероксида и горения угля (тлеющей лучины). Зарисуйте приспособление для получения кислорода.

5. Формулирование выводов

При формулировании выводов используйте ответы на следующие вопросы:

1. Как называют метод собирания газов, который вы использовали в этой работе?
2. Каким способом можно доказать, что пробирка полностью заполнена кислородом?
3. Почему для получения кислорода разложением гидроген пероксида лучше использовать колбу, а не пробирку? Какую роль выполняет манган(IV) оксид в этом методе?
4. Можно ли получить кислород разложением гидроген пероксида без манган(IV) оксида?

- Гидроген пероксид в быту называют перекисью водорода. Обычно он используется в виде 3–5%-го водного раствора для дезинфекции царапин и мелких ран. Попав на ранку, гидроген пероксид под действием катализаторов, имеющихся в крови, начинает выделять кислород, который убивает бактерии, закупоривает мелкие сосуды и останавливает кровотечение. Также гидроген пероксид используют в виде 30%-го водного раствора под названием пергидроль.
- Калий перманганат $KMnO_4$ очень часто применяется в быту и медицине под названием «марганцовка». Его используют в виде сильно разбавленного раствора для промывания желудка в случае отравления.

§ 18. Химические свойства кислорода

Общая характеристика химических свойств кислорода

Описать химические свойства вещества означает описать его способность вступать в различные химические реакции. Рассмотрим химические свойства кислорода.

www.e-ranok.com.ua

Кислород — одно из самых активных веществ. Из простых веществ по активности он уступает только фтору. Из курса природоведения вы знаете, что кислород поддерживает дыхание и горение. В чистом кислороде ярко вспыхивает тлеющая лучина и могут воспламеняться некоторые вещества, такие как бензин, спирт, смазочное масло.

При взаимодействии веществ с кислородом образуются оксиды. Такие реакции называют *окислением*.

Взаимодействие кислорода с простыми веществами

Многие реакции взаимодействия с кислородом происходят бурно, с выделением большого количества теплоты и света. Такие реакции мы обычно называем *горением*.

Быстрый процесс окисления вещества, сопровождающийся выделением большого количества теплоты и, как правило, света, называют горением.

Раскалим в пламени спиртовки кусочек древесного угля до покраснения и внесем в емкость с кислородом. Уголь продолжает гореть, не образуя пламени, но намного ярче, чем на воздухе (рис. 99*а*). Продуктом сгорания угля является карбон(IV) оксид — углекислый газ:

$$C + O_2 = CO_2\uparrow$$

Поместим в стальную ложечку для сжигания небольшой кусочек серы и нагреем на спиртовке. Сера сначала плавится, а затем вспыхивает тусклым синим пламенем. В случае внесения ложечки в емкость с кислородом пламя становится намного ярче (рис. 99*б*). В результате сгорания серы образуется удушливый сульфур(IV) оксид — сернистый газ:

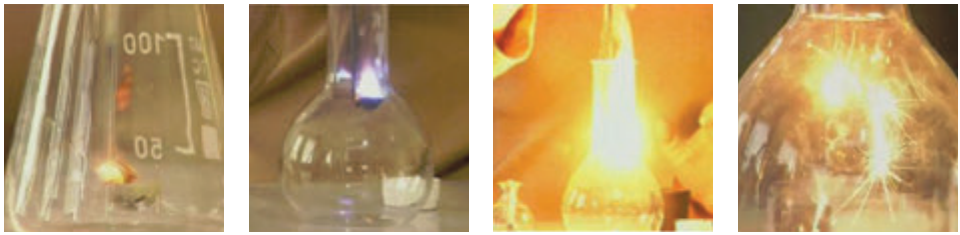
$$S + O_2 = SO_2\uparrow$$

Аналогично поступим с фосфором. Фосфор на воздухе горит относительно активно, но без пламени, образуя густые клубы белого удушливого дыма. В чистом кислороде фосфор сгорает ослепительно-белым пламенем (рис. 99*в*). Дым, выделяющийся при сгорании фосфора, состоит из мельчайших частиц твердого фосфор(V) оксида:

$$4P + 5O_2 = 2P_2O_5$$

Кислород очень активно взаимодействует со многими веществами. Причем, чем выше содержание кислорода в смеси газов, тем активнее происходит горение. В обычных условиях железо на воздухе не горит, но в атмосфере чистого кислорода оно активно взаимодействует

www.e-ranok.com.ua



а *б* *в* *г*

Рис. 99. Горение различных веществ в кислороде:
а — угля; *б* — серы; *в* — фосфора; *г* — железа

с кислородом. Если сильно нагреть кончик тонкой железной проволоки и опустить его в емкость с кислородом, то железо загорится, разбрасывая яркие искры — частицы раскаленного феррум(III) оксида (рис. 99*г*):

$$4Fe + 3O_2 = 2Fe_2O_3$$

Некоторые металлы взаимодействуют с кислородом намного активнее, например магний. Если поджечь магниевую ленту в воздухе, то произойдет реакция с выделением большого количества энергии в виде света (рис. 100):

$$2Mg + O_2 = 2MgO$$

Менее активные металлы взаимодействуют с кислородом не так бурно, т. е. они не способны гореть. Например, медь и ртуть взаимодействуют с кислородом только при сильном нагревании. Так, при нагревании в пламени горелки меди — металла красного цвета образуется купрум(II) оксид черного цвета:

$$2Cu + O_2 \xrightarrow{t} 2CuO$$

А некоторые металлы, например золото или платина, вообще не взаимодействуют с кислородом.

Обратите внимание на уравнения реакций взаимодействия простых веществ с кислородом. Во всех этих уравнениях в левой части записаны формулы двух веществ, а в правой части — одного вещества. Следовательно, в процессе реакции из двух веществ образуется одно. Такие реакции называют *реакциями соединения*.

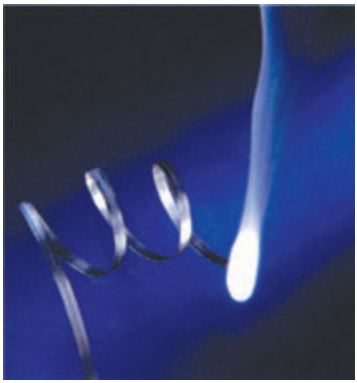


Рис. 100. Горение магниевой ленты

www.e-ranok.com.ua

Реакции, в которых из двух простых или сложных веществ образуется одно вещество, называют реакциями соединения.

В общем виде уравнение реакции соединения можно записать так:

$$\mathbf{A + B = C}$$

Взаимодействие кислорода со сложными веществами

Многие сложные вещества также способны гореть в кислороде. При горении сложного вещества образуются оксиды всех элементов, из которых состоит данное вещество. Например, в результате горения метана CH_4 образуются два оксида: карбон(IV) оксид и гидроген оксид (рис. 101):

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2\uparrow + 2H_2O$$

Сероводород H_2S — газ с запахом тухлых яиц — сгорает в кислороде также с образованием двух оксидов: сульфур(IV) оксида и гидроген оксида:

$$2H_2S + 3O_2 = 2SO_2\uparrow + 2H_2O$$

При определенных условиях с кислородом может взаимодействовать глюкоза $C_6H_{12}O_6$ — это сахар, содержащийся в винограде и в некоторых других плодах. В этой реакции также образуется смесь оксидов:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2\uparrow + 6H_2O$$

Приведенные реакции не отображают всего многообразия химических свойств кислорода, мы рассмотрели лишь самые важные из них. Со многими свойствами вы ознакомитесь в дальнейшем.

Рис. 101. Горение метана на нефтедобывающей платформе

www.e-ranok.com.ua

Узнайте больше

С кислородом могут взаимодействовать также некоторые оксиды. Элементы с переменной валентностью способны образовывать несколько оксидов. В этом случае оксид с низшей валентностью элемента может взаимодействовать с кислородом с образованием оксида с высшей валентностью. Например, Карбон способен образовывать карбон(II) оксид и карбон(IV) оксид. В этом случае угарный газ CO способен взаимодействовать с кислородом с образованием углекислого газа CO_2:

$$2CO + O_2 = 2CO_2$$

Аналогично нитроген(II) оксид может взаимодействовать с кислородом с образованием нитроген(IV) оксида:

$$2NO + O_2 = 2NO_2\uparrow$$

Нитроген(IV) оксид при образовании выделяется в виде густого бурого газа, что напоминает хвост лисы, поэтому его иногда называют «лисий хвост».

Выводы:

1. Кислород — химически активное вещество. Кислород взаимодействует почти со всеми простыми веществами (металлами и неметаллами) и со множеством сложных веществ. Многие вещества взаимодействуют с кислородом с образованием пламени, т. е. горят.
2. Реакции простых веществ с кислородом являются реакциями соединения, поскольку из нескольких веществ образуется одно. Взаимодействие веществ с кислородом называют реакцией окисления.
3. При взаимодействии простого вещества с кислородом образуется один оксид, а при взаимодействии сложных — несколько оксидов.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте химические свойства кислорода.
2. Что такое горение?
3. Какие реакции являются реакциями окисления?
4. Какие реакции называют реакциями соединения?

Задания для усвоения материала

1. Подберите коэффициенты:

   а) $Li + O_2 \rightarrow Li_2O$

   б) $PH_3 + O_2 \rightarrow P_2O_5 + H_2O$

   в) $NH_3 + O_2 \xrightarrow{Pt,\ Cr_2O_3} NO + H_2O$

   г) $NH_3 + O_2 \rightarrow N_2 + H_2O$
2. Составьте уравнения реакций горения следующих веществ: а) алюминия; б) силиция; в) серебра.
3. Составьте уравнения реакций получения оксидов Кальция, Лития и Гидрогена из простых веществ.

www.e-ranok.com.ua

4. В результате взаимодействия кислорода массой 13,5 г с серой образовался сульфур(IV) оксид SO_2 массой 27 г. Какая масса серы сгорела во время реакции?

5. В результате сгорания сероуглерода CS_2 израсходовался кислород массой 24 г и образовались карбон(IV) оксид массой 11 г и сульфур(IV) оксид массой 32 г. Составьте уравнение этой реакции и вычислите массу сгоревшего сероуглерода.

6. В состав бензина входят Карбон и Гидроген. Какие оксиды образуются во время работы автомобильного двигателя?

7. В результате горения неизвестного вещества образовались сульфур(IV) оксид и вода. Из каких элементов могло состоять это вещество?

8. В результате горения неизвестного вещества образовались карбон(IV) оксид, вода и азот. Из каких элементов могло состоять это вещество?

9. Каким способом можно доказать, что при сгорании метана образуется углекислый газ?

10*. Как вы считаете, почему при горении некоторых веществ, например угля, не образуется пламя?

- Во время пожара в закрытом помещении образуется карбон(II) оксид — угарный газ, который вызывает тяжелые отравления. Чтобы избежать опасности, необходимо обеспечить доступ свежего воздуха. Произойдет доокисление, в результате которого угарный газ CO превратится в углекислый газ CO_2.
- Реакцию горения магния раньше использовали фотографы для создания световой вспышки при фотографировании, поджигая измельченный порошок магния.

§ 19. Горение и окисление веществ в воздухе

Горение веществ в воздухе

Люди издавна задумывались над природой горения веществ. За тысячелетия развития науки выдвигалось множество гипотез, которые пытались объяснить, почему одни вещества горят, а другие — нет. Большинство из этих гипотез сегодня вызывают улыбку, а их изучение интересно разве что с исторической точки зрения.

Впервые современную теорию горения выдвинул французский химик А. Лавуазье. Он установил, что горение происходит при участии воздуха, а точнее, одного из его компонентов — кислорода. Кроме того, Лавуазье доказал, что воздух является не простым веществом, а смесью газов, и определил его состав.

Из всех газов, которые входят в состав воздуха, только кислород поддерживает горение. Горение веществ может происходить с различ-

www.e-ranok.com.ua

Выдающийся французский химик. С ранних лет проявлял интерес к физике и химии. Длительное время изучал горение веществ, первым установил, что в процессах горения и дыхания участвует кислород. Чтобы доказать состав алмаза, в складчину с друзьями купил большой бриллиант и сжег его, чем доказал, что алмазы состоят из атомов Карбона (рис. 102). Открыл закон сохранения массы веществ в химических реакциях. Доказал, что кислород и металлы являются простыми веществами, а вода — сложным. В то время химики считали воду простым веществом, поскольку не могли ее разложить. Ввел систему присвоения названий веществам, основанную на их составе. Дал современные названия многим элементам.

Антуан Лоран Лавуазье
(1743–1794)

ной скоростью в зависимости от активности вещества и содержания кислорода в воздухе. Активные вещества, такие как фосфор, метан, магний и другие, сгорают очень быстро (рис. 103). Менее активные вещества, например сахар, сгорают медленнее.

Существенным образом на активность горения влияет содержание кислорода в воздухе. Если бы в воздухе содержалось менее 15 % кислорода, то горение было бы невозможным. А если бы содержание кислорода превышало 30 %, то было бы очень сложно загасить огонь. Все деревья на нашей планете сгорели бы в результате лесных пожаров, которые мог бы потушить только очень сильный ливень.

Но главное, что при горении выделяется много теплоты (энергии), которую можно использовать для бытовых и промышленных нужд. Также при горении выделяется свет, и часто этот процесс сопровождается образованием пламени.

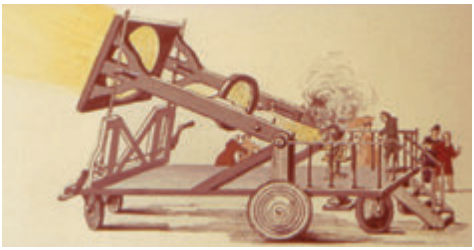


Рис. 102. Приспособление, на котором Лавуазье сжег алмаз в солнечных лучах, доказав его химический состав

Рис. 103. Горение метана происходит довольно быстро с образованием пламени и выделением теплоты

www.e-ranok.com.ua

Медленное окисление

Взаимодействие веществ с кислородом может происходить медленно, без заметного выделения теплоты. В этом случае горение не наблюдается. Такие процессы называют *медленным окислением*. Например, железо при хранении на воздухе медленно превращается в рыжий порошок ржавчины, что условно можно описать уравнением:

$$4Fe + 3O_2 = 2Fe_2O_3$$

Медленное окисление — это процесс медленного взаимодействия веществ с кислородом без образования пламени и большого количества теплоты.

Медленное окисление отличается от горения отсутствием пламени и длительностью протекания. В повседневной жизни часто встречаются оба процесса. Мы разжигаем костер в лесу, сжигаем природный газ или дрова в печи и наблюдаем горение. Процессы медленного окисления не так заметны, но встречаются не менее редко. Все мы сталкивались с тем, что металлические предметы со временем тускнеют — покрываются слоем оксида. Если залезть в свежий стог сена, то можно ощутить тепло и запах веществ, выделяющихся при прении влажной травы. Из-за этой теплоты сено может даже воспламениться. *Прение* и *гниение* — примеры медленного окисления веществ в природе.

Процессы горения и медленного окисления могут переходить друг в друга: дрова в прогоревшем костре еще некоторое время продолжают тлеть, и наоборот, тлеющая спичка, брошенная в лесу, может стать причиной большого пожара. На предприятиях пропитанную смазочным маслом ветошь после обтирания станков запрещено накапливать в кучах. Внутри такой кучи процессы медленного окисления с выделением теплоты настолько повышают температуру, что может произойти самовозгорание. Медленное окисление способно при определенных условиях перейти в горение.

Взрыв

При некоторых условиях горение может происходить так быстро, что вещество *взрывается*. Обычно это происходит, если горючее вещество сильно измельчено. Например, муку горючим веществом назвать сложно, но на мукомольных заводах происходили взрывы, когда очень мелко смолотая мука, взвешенная в воздухе, взрывалась от небольшой искры.

www.e-ranok.com.ua

Взрываться могут смеси кислорода с некоторыми газами. Смесь кислорода с водородом в соотношении 1 : 2 называют «гремучий газ». Он взрывается от наименьшей искры с образованием воды (рис. 104):

$$O_2 + 2H_2 = 2H_2O$$

Рис. 104. Взрыв дирижабля «Гинденбург», наполненного водородом, от искры

Взрываться могут смеси природного газа или угольной пыли с воздухом. Вот почему необходимо следить за исправностью газовых плит и газовых трубопроводов, расположенных в закрытых помещениях. Шахты постоянно проветриваются мощными насосами не только для того, чтобы в них легче дышалось, но и для того, чтобы уменьшить до безопасных значений содержание рудничного газа (метан), выделяющегося из угольных пластов.

На вентилях и трубопроводах, по которым подается чистый кислород, не должно быть даже следов смазочного масла. Масло, измельченное в капли, в потоке кислорода становится взрывчаткой огромной разрушительной силы.

Обычные опилки, пропитанные жидким кислородом, становятся взрывчатым веществом. Смеси пористых горючих материалов с жидким кислородом — *оксиликвиты* — применяют как взрывчатку при прокладывании туннелей, строительстве дамб, при добыче руды или камня в карьерах.

Условия возникновения и протекания реакции горения

Рассмотрим, от чего зависит протекание реакции горения. В первую очередь для начала горения необходим *контакт горючего вещества с кислородом*. Если в закрытом пространстве горит какое-то вещество, то кислород быстро расходуется и горение прекращается. Поэтому для поддержания беспрерывного горения в печах и каминах строят вытяжные трубы (рис. 105). Нагретые продукты сгорания легче воздуха и под-

Рис. 105. Устройство камина

www.e-ranok.com.ua

Рис. 106. Меха для нагнетания воздуха в пламя для повышения его температуры

нимаются вверх, а на их место поступает свежий воздух, обеспечивая доступ кислорода. Чем выше труба, тем сильнее тяга воздуха и тем активнее происходит горение.

Интенсивность горения зависит от содержания кислорода в воздухе. Поэтому, для того чтобы увеличить температуру пламени, сквозь него продувают воздух или подают чистый кислород (рис. 106). Этим приемом пользуются кузнецы, газосварщики, металлурги, стекловары. Возможно, вы также им пользовались. Вспомните, чтобы разжечь костер на пикнике, вы нагнетали воздух на загоревшиеся дрова.

Еще одним условием горения является то, что *вещество должно быть нагретым до температуры воспламенения*. Даже если вещество может гореть, но пока его не нагреть, оно не загорится. Например, бумага вспыхивает на воздухе в случае нагревания до 230 °С, а бензин нужно нагреть до 300 °С. Обычно для достижения температуры воспламенения вещество поджигают. Загоревшееся вещество продолжает гореть самостоятельно, так как в процессе горения выделяется большое количество теплоты, благодаря которой постепенно нагревается следующая порция вещества.

Температура воспламенения некоторых веществ близка к комнатной. Такие вещества вспыхивают на воздухе самостоятельно, без нагревания. Это явление называют *самовоспламенением*. К самовоспламеняющимся веществам относится белый фосфор, поэтому его нельзя хранить на воздухе, а только под слоем воды.

Итак, для возгорания горючих веществ необходимы два условия: доступ кислорода и нагревание вещества до температуры воспламенения. И наоборот, для того чтобы потушить горящий предмет, необходимо либо охладить его, либо перекрыть к нему доступ кислорода.

www.e-ranok.com.ua

Тушение пламени

Часто для тушения огня используют воду. Она препятствует доступу воздуха и охлаждает предмет за счет испарения. Но есть вещества, которые нельзя тушить водой. К ним относятся некоторые металлы (калий, натрий), которые сами активно взаимодействуют с водой, что может только усилить пожар. Нельзя тушить водой и некоторые органические вещества, такие как бензин, керосин и др. Они легче воды, поэтому в случае попытки потушить их водой они всплывают на поверхность и продолжают гореть, распространяя пламя на соседние участки. Также нельзя тушить водой пожар, вызванный неисправным электрооборудованием.

Самый эффективный способ тушения пламени, используемый в химических лабораториях,— это прекращение доступа воздуха при помощи песка, пены, огнетушителей или специальных асбестовых одеял (рис. 107).

На прекращении доступа кислорода основано действие углекислотных огнетушителей (рис. 108*а*, с. 142). При открытии вентиля сжатый под давлением углекислый газ поступает в зону горения и перекрывает доступ кислорода к горючему веществу (сам углекислый газ не поддерживает горение). Конечно же, углекислый газ быстро испаряется, но за это время вещество успевает остыть и уже не загорается снова. В быту чаще используются кислотные или порошковые огнетушители. В кислотных огнетушителях (рис. 108*б*, с. 142) углекислый газ образуется в результате химической реакции соды с кислотой, а порошковые огнетушители разбрасывают

а *б* *в*

Рис. 107. Тушение пожара пеной (*а*) и водой (*б*); (*в*) — рулон асбестовой ткани

www.e-ranok.com.ua

Рис. 108. Огнетушители: *а* — углекислотный; *б* — кислотный

специальный порошок, который, попадая в пламя, разлагается с образованием углекислого газа.

В домашних условиях, чтобы потушить горящие предметы или одежду, загоревшуюся на человеке, необходимо набросить одеяло, шубу, ковер или покрывало и плотно завернуть, чтобы прекратить доступ воздуха.

Выводы:

1. Горение — быстрый процесс взаимодействия вещества с кислородом воздуха, сопровождающийся выделением теплоты и образованием пламени. Для возникновения горения необходимы доступ воздуха и нагревание вещества до температуры воспламенения.
2. Медленное окисление — это процесс медленного взаимодействия вещества с кислородом. Оно происходит с постепенным выделением теплоты и без пламени. При определенных условиях медленное окисление может переходить в горение и наоборот.
3. Взрыв — также реакция окисления. В отличие от горения, он происходит очень быстро, а выделяющаяся теплота (энергия) вызывает разрушения.
4. Для прекращения горения необходимо, чтобы не было хотя бы одного из условий его возникновения. Для этого необходимо либо охладить горящее вещество, либо перекрыть доступ воздуха.

Контрольные вопросы

1. Какие условия необходимы для возникновения горения?
2. Что общего между процессами горения, дыхания и гниения?

www.e-ranok.com.ua

Задания для усвоения материала

1. Что общего и чем отличаются процессы горения, медленного окисления и взрыва?
2. Узнайте по справочнику, какие из атмосферных газов легче воздуха; тяжелее воздуха.
3. Объясните, что подразумевают под температурой воспламенения. Как вы считаете, от чего она зависит?
4. Прелые листья или сено на воздухе могут вспыхнуть. Объясните, почему это происходит.
5. Почему для тушения горящих предметов можно использовать плотное одеяло?
6. Вычислите, какая масса кислорода содержится в одной из комнат вашей квартиры.
7. Как вы считаете, почему на воздухе горение происходит медленнее, чем в чистом кислороде?
8. Почему тлеющие угли костра вспыхивают ярким пламенем, если на них сильно подуть?
9. Какой химический процесс является основой: а) разрушения древесины в случае длительного хранения; б) уменьшения прочности одежды из хлопка, льна и шелка со временем; в) саморазогревания влажного зерна в зернохранилище; г) разогревания почвы после внесения в нее навоза?
10. Можно ли использовать термин «молекула воздуха»? Ответ обоснуйте.
11*. Как вы считаете, каковы функции азота, кислорода, углекислого газа и водяного пара в атмосфере Земли?

- Газ, который остается после прекращения горения, Лавуазье назвал «азот», что означает «безжизненный».
- Во времена Киевской Руси пожар, который начался от молнии, нельзя было тушить водой. Такой огонь считался божественным, и его тушили молоком.

§ 20. Применение кислорода. Проблема чистого воздуха

Вспомните состав воздуха по §15.

Применение кислорода

Применение кислорода основано на его способности поддерживать процессы дыхания и горения. Огромное количество кислорода, который образуется в природе, поглощается в процессе дыхания живых организмов. Основная масса кислорода, который производится в промышленности, расходуется для ускорения процессов окисления.

www.e-ranok.com.ua

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Кислород используется при выплавке чугуна и стали. Вдувание в доменную печь обогащенного кислородом воздуха повышает температуру.

ХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Кислород используют на химических заводах при производстве оксидов и кислот (сульфатной, нитратной, уксусной и др.).

РЕЗКА И СВАРКА МЕТАЛЛОВ

Горючие газы при горении в чистом кислороде дают более высокую температуру пламени. При такой температуре плавятся многие металлы.

ВЫПЛАВКА СТЕКЛА

Кислород используется в горелках, предназначенных для создания высокой температуры в процессе выплавки стекла.

РАКЕТНОЕ ТОПЛИВО

Жидкий кислород используют в качестве окислителя в ракетных двигателях и ракетоносителях.

МЕДИЦИНА

В медицине кислород применяют при нарушении функции дыхания, в случае недостаточного снабжения тканей кислородом, при анестезии и др.

ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА

Жидкий кислород используют для приготовления взрывных смесей — оксиликвитов. При их поджигании горение происходит мгновенно с выделением большого объема газообразных продуктов.

ПОДДЕРЖКА ДЫХАНИЯ

Газообразный кислород используется для поддержки дыхания в среде с недостаточным содержанием кислорода: для дыхания водолазов, шахтеров, пожарных, летчиков и космонавтов.

www.e-ranok.com.ua

Проблема чистого воздуха

Состав воздуха у поверхности Земли практически постоянен. Только высоко в горах содержание кислорода в воздухе уменьшается. Но в результате природных явлений или деятельности человека состав воздуха может существенно меняться, что приводит к его загрязнению. Загрязненным воздухом труднее дышать, растения поглощают загрязняющие вещества и могут стать ядовитыми, наличие некоторых веществ в воздухе вызывает кислотные дожди, опасные для окружающей среды.

Главными природными загрязнителями воздуха являются вулканы. Во время извержения они выбрасывают миллионы тонн пыли и углекислого и сернистого газов, распространяющихся на тысячи километров. Кроме того, природными загрязнителями воздуха являются большие лесные и степные пожары, пыльца растений, а также выделения животных.

Но больше всего на чистоту воздуха влияет техногенная деятельность человека. Автомобили, тракторы, самолеты ежегодно сжигают миллионы тонн топлива, на тепловых электростанциях сжигают мазут и уголь, а на промышленных предприятиях — природный газ. В результате в атмосферу выделяются углекислый и сернистый газы, оксиды Нитрогена и другие вредные соединения. Больше всего от загрязненного воздуха страдают крупные промышленные города.

Для решения проблемы чистого воздуха необходимо использовать экологически чистое топливо (этиловый спирт, водород, биодизель), внедрять «зеленые» технологии на предприятиях и использовать возобновляемые источники энергии.

Выводы:

Применение кислорода основано на его свойствах. Способность поддерживать горение используют для сжигания топлива в ракетах и различных горелках. Способность поддерживать дыхание используют пожарные, летчики в тех условиях, когда дыхание затруднено.

Контрольные вопросы

1. Перечислите области применения кислорода.
2. На каких свойствах кислорода основано его применение в технике и промышленности?

Задания для усвоения материала

1. Составьте уравнение реакции горения железа с образованием феррум (III) оксида Fe_2O_3.

www.e-ranok.com.ua

2. Без пищи человек может прожить около месяца, без воды — несколько дней. Как долго человек может прожить без кислорода? Как вы считаете, почему?
3. Почему при выполнении тяжелой физической работы дыхание человека становится частым и глубоким?
4. У человека, находящегося в расслабленном состоянии, объем вдоха составляет около 0,5 л воздуха. Средняя частота дыхания — 16 вдохов в минуту. Какой объем воздуха человек в среднем вдыхает за сутки?
5.* Проект № 6 «Проблема загрязнения воздуха и пути ее решения».
6.* Проект № 7 «Изменение концентрации углекислого газа в классной комнате во время занятий».

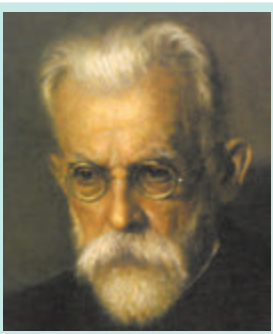
§ 21. Круговорот Оксигена в природе. Биологическая роль кислорода

Понятие о круговороте химических элементов

Почти все элементы и вещества в природе совершают круговорот. Из курса природоведения вам уже знаком круговорот воды в природе: вода испаряется из океанов, образует облака, а потом, выпадая на землю в виде дождя, с водой рек снова попадает в Мировой океан.

Таким же образом могут совершать круговорот и атомы разных элементов. Только атомы, благодаря химическим процессам в живой и неживой природе, постепенно переходят из молекул одних веществ в другие. Впервые учение о круговороте элементов в природе разработал выдающийся украинский и российский ученый, первый президент Украинской академии наук В. И. Вернадский.

Выдающийся российский и украинский ученый, академик Петербургской академии наук, первый президент Украинской академии наук. Основная научная деятельность Вернадского связана с минералогией. Основатель геохимии, биогеохимии, радиогеологии. Автор учения о биосфере и ее эволюции, о влиянии человека на окружающую среду и о превращении современной биосферы в ноосферу — сферу разума. Первым отметил огромную роль живых организмов в круговороте, концентрации и рассеивании химических элементов. По его мнению, решающим фактором развития биосферы должна стать разумная деятельность человека.



Владимир Иванович Вернадский
(1863–1945)

www.e-ranok.com.ua

Связывание атомов Оксигена в другие соединения

Кислород — одно из самых важных веществ на Земле, обеспечивающее возможность существования жизни. Почти все живые организмы используют кислород для дыхания, и только некоторые микроорганизмы могут без него обходиться.

Почему же кислород так необходим живым организмам? При окислении органических веществ выделяется большое количество энергии, которую организмы используют для своей жизнедеятельности. Один из основных процессов, происходящих в организме при участии кислорода,— *дыхание* можно схематично изобразить уравнением:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{энергия}$$

$C_6H_{12}O_6$	$6O_2$	$6CO_2$	$6H_2O$	энергия
глюкоза, поступает с едой	кислород, поступает при дыхании из воздуха	углекислый газ и вода выделяются при дыхании в воздух		используется организмами для жизнедеятельности

При дыхании животных и растений выделяется углекислый газ и вода, т. е. атомы Оксигена из молекул кислорода переходят в состав углекислого газа и воды.

Но не только живые организмы потребляют атмосферный кислород. Большое количество кислорода тратится при гниении и горении различных веществ, особенно во время лесных пожаров и извержений вулканов (рис. 109*а*).

За последние сто лет значительно возросли объемы потребления кислорода человечеством. Тепловые электростанции, автомобили, самолеты и другие виды транспорта расходуют огромное количество кислорода при сжигании топлива — бензина, керосина и мазута (рис. 109*б*).

а

б

Рис. 109. Большие количества кислорода расходуются при извержении вулканов (*а*) и различными промышленными предприятиями (*б*)

www.e-ranok.com.ua

Рис. 110. Круговорот Оксигена в природе

Образование кислорода

При современных объемах потребления кислорода весь его запас в атмосфере очень быстро исчерпался бы, если бы не происходило его восстановление и пополнение. Главный поставщик кислорода на Земле — это растения. Они образуют и выделяют кислород в атмосферу в процессе *фотосинтеза*.

Фотосинтез происходит с использованием энергии солнечного света. Растения поглощают углекислый газ из атмосферы и воду из почвы, а из них синтезируют глюкозу и кислород. Фотосинтез, как и дыхание, является очень сложным процессом и состоит из огромного числа реакций. Схематически его суммарное уравнение можно записать таким образом:

$$6CO_2 + 6H_2O + \text{энергия солнца} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2\uparrow$$

углекислый газ и вода поглощаются из воздуха и почвы

глюкоза запасается в клубнях, листьях, стеблях и используется для питания животными

кислород выделяется в атмосферу

В процессе фотосинтеза атомы Оксигена из молекул углекислого газа и воды частично переходят в молекулы кислорода. Таким образом они совершают круговорот в природе (рис. 110). В этом круговороте также принимают участие атомы Карбона, Гидрогена и некоторых других элементов.

www.e-ranok.com.ua

Круговорот атомов Оксигена сопровождается поглощением или выделением энергии. В результате фотосинтеза энергия Солнца переходит в энергию химических связей в молекуле глюкозы. Глюкоза, «сгорая» в живых организмах, высвобождает эту энергию для их жизнедеятельности. Это значит, что круговорот Оксигена в природе обеспечивает «транспортировку» энергии Солнца к живым организмам.

Итак, Оксиген вместе с Карбоном и Гидрогеном являются теми элементами, которые обеспечивают существование жизни на Земле.

Средний автомобиль за 100 км пробега расходует около 21 $м^3$ кислорода. Этого количества хватило бы одному человеку для дыхания на протяжении полутора месяцев.

Выводы:

1. Атомы Оксигена в природе совершают круговорот, переходя из кислорода в сложные соединения и наоборот. Основные пути расходования кислорода — дыхание живых организмов, горение и хозяйственная деятельность человека. Основной источник пополнения кислорода в атмосфере — фотосинтез растений на поверхности Земли и водорослей в Мировом океане.
2. Совершая круговорот, атомы Оксигена способствуют переносу энергии от Солнца к живым организмам, поддерживая их жизнедеятельность.

Контрольные вопросы

1. Как происходит круговорот определенного химического элемента?
2. В каких природных процессах принимает участие кислород?
3. В чем заключается биологическая роль кислорода и Оксигена?

Задания для усвоения материала

1. Содержание кислорода в атмосфере в течение миллионов лет существенным образом не меняется, несмотря на значительное потребление кислорода живыми организмами. Чем это можно объяснить?
2. Объясните суть круговорота Оксигена в природе.
3. Бензин является сложной смесью веществ, но приблизительный его состав можно изобразить общей формулой C_7H_{16}. Составьте уравнение реакции горения этого вещества, если продукты сгорания такие же, как и при горении метана.

4*. Как вы считаете, каким образом сегодня можно уменьшить потребление кислорода человечеством для своих технологических нужд?

Проверьте свои знания по теме «Кислород».

www.e-ranok.com.ua

ТЕМА III. ВОДА

В этом разделе вы узнаете…
- что вода — уникальное вещество;
- где в природе встречается вода;
- что такое растворы;
- как отображают количественный состав растворов;
- что оксиды бывают кислотными и основными;
- какова роль воды в природе и нашей жизни;
- что такое кислотные дожди;
- какая вода на самом деле является чистой;
- можно ли самостоятельно очистить воду.

§ 22. Вода

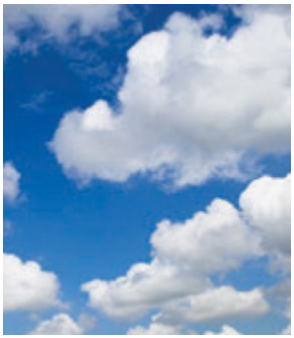
Вспомните формулу воды и строение ее молекулы по § 9, 13.

Вода — самое важное вещество на Земле

Сегодня общее количество воды на Земле оценивается в 2 млрд км^3. Она покрывает 71 % поверхности нашей планеты. Около 97 % общего количества воды находится в морях и океанах (только один Тихий океан занимает около половины поверхности земного шара). Вода наполняет реки и озера, в виде льда и снега покрывает горные вершины и образует ледники, содержится в составе минералов и горных пород, присутствует в почве (рис. 111). Каждый день с земной поверхности испаряются миллионы тонн воды, которые образуют облака, а потом выпадают в виде дождя и снега. Без воды невозможна жизнь, ведь вода содержится в каждом живом организме. Содержание воды в теле человека составляет 68 %, а некоторые медузы почти целиком состоят из воды.

И даже совсем сухие на вид вещества в микротрещинах и на поверхности содержат небольшое количество воды. Например, высушенная на воздухе древесина содержит до 15 % воды. Для ее удаления древесину выдерживают в течение нескольких часов при температуре около 100 °С. Высушенные вещества рекомендуется хранить в плотно закрытых банках, пакетах из полиэтилена или плотной бумаги. Вещества, поглощающие влагу из воздуха, называют *гигроскопическими*.

www.e-ranok.com.ua



а *б* *в*

Рис. 111. На Земле вода встречается во всех агрегатных состояниях: *а* — твердом; *б* — жидком; *в* — газообразном

Гигроскопичность характерна для поваренной соли и сахара. Если рядом с мешком сухого сахарного песка поставить ведро воды, то через некоторое время часть ее поглотится сахаром и он увлажнится. Поваренная соль в солонке при длительном хранении слеживается — собирается в ком. Это также вызвано ее гигроскопичностью.

Физические свойства воды

Формула воды (гидроген оксида) известна каждому — H_2O. При комнатной температуре вода находится в жидком состоянии — это бесцветная жидкость, в толстом слое бледно-голубая. Чистая вода, не содержащая примесей, имеет слегка горьковатый вкус. При атмосферном давлении и температуре 0 °С она превращается в лед, а при 100 °С кипит. Плотность воды равна 1 г/см^3 (при 4 °С). Чистая вода плохо проводит электрический ток и теплоту.

При замерзании вода расширяется, так как плотность льда меньше плотности жидкой воды. Поэтому зимой водоемы покрываются льдом только на поверхности, а внизу остается жидкая вода, в которой могут жить животные (рис. 112). Весной во время ледохода льдины не тонут, а плывут по поверхности воды.

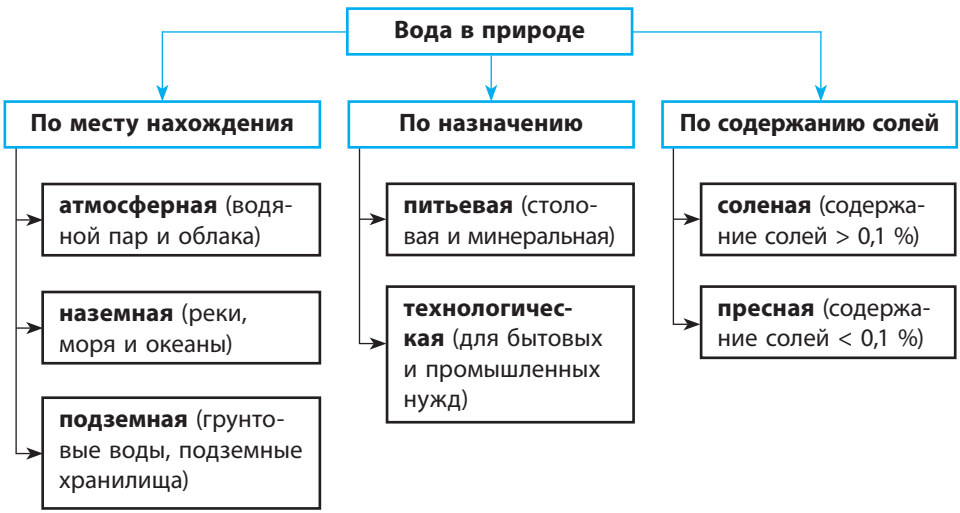
Рис. 112. Плотность льда меньше, чем плотность жидкой воды, благодаря чему зимой реки не промерзают насквозь, а под слоем льда могут жить животные

www.e-ranok.com.ua

Вода имеет высокую теплоемкость, т. е. медленно нагревается и медленно остывает. Поэтому вблизи морей и океанов климат значительно мягче, чем в центре континента: днем вода поглощает солнечное тепло, а ночью медленно его отдает, нагревая сушу.

Вода в природе

Хотя формула воды всегда одинакова и не зависит от места нахождения на планете, но по разным признакам природную воду можно классифицировать в соответствии со следующей схемой:



Природную воду с химической точки зрения нельзя назвать чистой, потому что она содержит растворенные вещества, в основном различные соли. Именно поэтому морская вода соленая, а дождевая по вкусу отличается от речной. Наличие солей в природной воде можно доказать опытным путем. В фарфоровой чашке выпарим немного речной или водопроводной воды. Когда она вся испарится, на дне чашки останется твердый налет — это и есть соли, содержащиеся в воде. При выпаривании морской воды выделяется больше солей. Таким образом можно убедиться, что самой чистой из природных вод является дождевая — при ее выпаривании почти не образуется твердого остатка.

Вода встречается почти повсюду. И не только в водоемах, но и в составе почв, горных пород, некоторых минералов. Даже в космосе есть вода: как отдельные молекулы в космическом пространстве или в составе ледяных комет.

www.e-ranok.com.ua

В некоторых местах на поверхность земли выходят воды, богатые растворенными солями, которых мало в речной или родниковой воде. Воду, в одном литре которой содержится более 1 г растворенных солей, называют *минеральной*. Минеральные воды отличаются по составу в зависимости от месторождения. Некоторые минеральные воды имеют полезные свойства и используются для лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта, печени, почек или нервной системы. В некоторых городах Украины существуют богатые месторождения минеральных вод: Миргород, Трускавец, Евпатория, Моршин, с. Березовское (Харьковская обл.), некоторые районы Закарпатья. В этих местах налажено специальное производство минеральных вод, и эти воды можно купить под специальными названиями («Миргородская», «Моршинская», «Нафтуся», «Березовская» и др.). Но следует помнить, что минеральные воды нельзя пить неограниченно, а только в определенных количествах, необходимых для лечения.

Выводы:

1. Вода — одно из наиболее распространенных веществ на Земле, она встречается в природе почти повсюду. Вода образует реки, озера, моря и океаны. Содержится в составе многих материалов и природных объектов. Вода — это уникальное вещество, которое в условиях Земли встречается во всех возможных агрегатных состояниях.
2. Для воды характерны необыкновенные свойства: $t_{пл.} = 0$ °C, $t_{кип.} = 100$ °C, плотность 1000 кг/м^3, но плотность льда меньше плотности жидкой воды, благодаря чему лед плавает на поверхности жидкой воды и зимой не тонет.

Контрольные вопросы

1. Какова распространенность воды в природе?
2. Перечислите физические свойства воды.

Задания для усвоения материала

1. Почему речная, колодезная и талая вода имеют разный вкус? Какая из них самая чистая с химической точки зрения?
2. Если стеклянную бутылку, наполненную водой, выставить на мороз, она лопнет. Почему?
3. Если заполненную водой пробирку нагревать только в ее верхней части так, чтобы вода закипела, то нижняя часть будет едва теплой. Какой вывод можно сделать о теплопроводности воды?
4. Как вы считаете, могла ли зародиться жизнь на Земле, если бы не было воды?

www.e-ranok.com.ua

§ 23. Растворы. Количественный состав растворов

Понятие о растворах

Вода — самый распространенный растворитель в природе. Можно смело утверждать, что вода является универсальным растворителем. Это не означает, что она может растворять все существующие вещества, но среди всех существующих растворителей она растворяет больше веществ, чем другие.

Попадая в воду, вещество под действием молекул воды распадается на отдельные частицы (молекулы или ионы) (рис. 113). Таким образом, при растворении вещества измельчаются и равномерно перемешиваются с водой.

Раствор может быть окрашенным (как в случае с медным купоросом или марганцовкой) или бесцветным (раствор поваренной соли или сахара), но при этом он всегда прозрачный. Окраску растворам придает растворенное вещество. В закрытом сосуде раствор может храниться бесконечно долго, при условии что растворенное вещество не вступает с водой в химическую реакцию и не разлагается.

Растворы — это однородные смеси переменного состава, состоящие из растворителя и растворенных веществ.

Подобно другим смесям, растворы не имеют постоянного состава. В зависимости от соотношения количества двух смешанных веществ растворы могут иметь разный состав.

Вещество, которое содержится в растворе в избытке и находится в таком же агрегатном состоянии, что и раствор, называют *растворителем*, а другие компоненты — *растворенными веществами*. В смесях с водой растворителем является

Рис. 113. Кусочек твердого вещества (калий перманганата, или марганцовки) измельчается и перемешивается с водой, образуя раствор

www.e-ranok.com.ua

вода. Кроме нее в качестве растворителя применяют и другие жидкости: этиловый спирт, керосин и др. Йодная настойка, которую используют для дезинфекции ран, является спиртовым раствором йода. Смыть краску с рук или одежды можно при помощи кусочка ваты, смоченного ацетоном или бензином,— эти жидкости хорошо растворяют краску. Но в школьном курсе химии вы будете иметь дело преимущественно с водными растворами.

Массовая доля растворенного вещества

Работая с раствором, важно знать его состав: сколько он содержит растворителя и растворенного вещества. Существует несколько способов выражения состава растворов, но чаще всего используют *массовую долю растворенного вещества*, которой выражают массу растворенного вещества в 100 г раствора в процентах или в долях от единицы. Например, раствор соли с массовой долей 3 % — это раствор, в 100 г которого содержится 3 г соли. Масса воды в этом растворе составляет: 100 г − 3 г = 97 г.

Значит, для приготовления 100 г такого раствора необходимо растворить 3 г соли в 97 г воды.

Массовая доля вещества в растворе показывает, какая часть массы раствора приходится на растворенное вещество.

Массовую долю растворенного вещества вычисляют по формуле:

$$w(\text{вещества}) = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{раствора})}$$

Если данную дробь умножить на 100 %, то получим значение массовой доли вещества в процентах:

$$w(\text{вещества}) = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{раствора})} \cdot 100\,\%$$

При этом масса раствора равна сумме масс всех компонентов раствора:

$$m(\text{раствора}) = m(\text{вещества}) + m(\text{воды})$$

Зная массу раствора и массовую долю растворенного вещества, можно вычислить массу вещества:

$$m(\text{вещества}) = w(\text{вещества}) \cdot m(\text{раствора})$$

www.e-ranok.com.ua

Знание массовой доли растворенного вещества используют для вычислений, связанных с приготовлением растворов из чистого вещества и воды, разбавления растворов до определенной концентрации и др.

Рассмотрим решения типовых задач с использованием массовой доли растворенного вещества.

Задача 1. Вычислите массовую долю сахара в растворе, содержащем 200 г воды и 50 г сахара.

***Дано*:**
m (сахара) = 50 г
m (воды) = 200 г

w (сахара) — ?

***Решение*:**
Записываем расчетную формулу:

$$w(\text{сахара}) = \frac{m(\text{сахара})}{m(\text{раствора})} \cdot 100\,\%$$

В этой формуле для вычисления необходимо определить массу раствора: она состоит из массы воды и массы растворенного вещества. Таким образом:

$$w(\text{сахара}) = \frac{m(\text{сахара})}{m(\text{воды}) + m(\text{сахара})} \cdot 100\,\%$$

Подставляем данные из условия задачи:

$$w(\text{сахара}) = \frac{50\ \text{г}}{(200 + 50)\ \text{г}} \cdot 100\,\% = 20\,\%$$

***Ответ*:** 20 %.

Задача 2. Какая масса соли содержится в растворе массой 50 г с массовой долей растворенного вещества 25 %?

***Дано*:**
m (раствора) = 50 г
w (соли) = 25 %

m (соли) — ?

***Решение*:**
Используя формулу для массовой доли, определяем по ней массу вещества:

$$m(\text{вещества}) = \frac{m(\text{раствора}) \cdot w(\text{вещества})}{100\,\%}$$

Подставляем в нее данные из условия задачи:

$$m(\text{вещества}) = \frac{50\ \text{г} \cdot 25\,\%}{100\,\%} = 12{,}5\ \text{г}$$

***Ответ*:** 12,5 г соли.

www.e-ranok.com.ua

Задача 3. Вычислите массу раствора кислоты с массовой долей 30 %, который можно приготовить из кислоты массой 90 г.

***Дано*:**
m (кислоты) = 90 г
w (кислоты) = 30 %

m (раствора) — ?

***Решение*:**
По формуле для вычисления массовой доли:

$$m(\text{раствора}) = \frac{m(\text{вещества})}{w(\text{вещества})} \cdot 100\,\%$$

Подставляем данные из условия задачи:

$$m(\text{вещества}) = \frac{90\ \text{г} \cdot 100\,\%}{30\,\%} = 300\ \text{г}$$

***Ответ*:** 300 г раствора кислоты.

Задача 4. Определите массу воды, в которой необходимо растворить 2 г соли, чтобы получить раствор с массовой долей соли 0,1 %.

***Дано*:**
m (соли) = 2 г
w (соли) = 1 %

m (H_2O) — ?

***Решение*:**
Сначала вычисляем массу раствора, в котором содержится 2 г соли:

$$m(\text{раствора}) = \frac{m(\text{соли})}{w(\text{соли})} \cdot 100\,\% = \frac{2\ \text{г}}{1\,\%} \cdot 100\,\% = 200\ \text{г}$$

Таким образом, m (воды) = m (раствора) − − m (вещества) = 200 г − 2 г = 198 г.
***Ответ*:** 198 г воды.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ № 4

Приготовление водных растворов с заданными массовыми долями растворенных веществ

Оборудование: весы, мерный цилиндр, стеклянная палочка, химический стакан.
Реактивы: любая имеющаяся в кабинете химии растворимая соль.

Правила безопасности:
- при выполнении опытов используйте небольшие количества реактивов;
- остерегайтесь попадания реактивов на одежду, кожу, в глаза.

1. Вычислите массы соли и воды, необходимые для приготовления раствора массой 50 г с массовой долей соли 5 %.

www.e-ranok.com.ua

2. На левую чашу весов поставьте химический стакан и взвесьте его. На другую чашу добавьте гирьки так, чтобы их масса была равна суммарной массе химического стакана и соли, необходимой для приготовления раствора. В химический стакан насыпайте небольшими порциями соль, пока массы обеих чаш весов не уравновесятся.

3. В мерный цилиндр налейте необходимый для приготовления раствора объем воды. Обратите внимание, что численно масса воды в граммах, которую вы вычислили, равна объему воды в миллилитрах (плотность воды равна 1 г/см^3).

4. Вылейте отмеренный объем воды в химический стакан к навеске соли и тщательно перемешайте смесь стеклянной палочкой до полного растворения вещества.

5. Запишите в тетрадь произведенные расчеты и сделайте выводы.

Выводы:

1. Вода — самый распространенный растворитель, она способна растворять множество веществ. Растворы — это однородные смеси, состоящие из растворителя и растворенных веществ.
2. Для выражения состава растворов часто используют массовую долю растворенного вещества, которая равна отношению массы растворенного вещества к массе раствора.
3. Массовую долю выражают в долях от единицы (безразмерная величина) или в процентах. Для получения результата в процентах необходимо значения массовой доли умножить на 100 %.

Контрольные вопросы

1. Как можно использовать знания о составе раствора?
2. Напишите формулу для вычисления массовой доли растворенного вещества.
3. В каких единицах измеряют массовую долю растворенного вещества?

Задания для усвоения материала

1. Изменится ли массовая доля соли в растворе при его хранении: а) в закрытом сосуде; б) в открытом сосуде? Ответ обоснуйте.
2. В растворе массой 120 г содержится глюкоза массой 3 г. Определите массовую долю растворенного вещества.

www.e-ranok.com.ua

3. Вычислите массу соли, оставшуюся при выпаривании воды из раствора массой 150 г, в котором массовая доля соли составляет 5 %.
4. В воде массой 180 г растворили соду массой 20 г. Определите массовую долю растворенного вещества.
5. В одном стакане воды (200 г) растворили лимонную кислоту массой 0,12 г. Определите массовую долю растворенного вещества.
6. Определите массовую долю сахара в чае, в одном стакане которого (200 г) содержится две чайные ложки сахарного песка (масса сахара в одной чайной ложке равна 4,6 г).
7. Вычислите массу поваренной соли, которую необходимо взять для приготовления раствора массой 250 г с массовой долей 5 %.
8. Вычислите массы сахара и воды, необходимые для приготовления раствора массой 500 г с массовой долей сахара 3 %.
9. Физиологический раствор, который используют в медицине,— это раствор поваренной соли с массовой долей вещества 0,9 %. Вычислите массу воды и соли для приготовления такого раствора массой 10 кг.

ДОМАШНИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Приготовление водного раствора поваренной соли

Вам понадобится: поваренная соль, вода, емкость для приготовления раствора объемом 1,5 л, кухонные весы, мензурка.

Правила безопасности:
- для опытов используйте небольшие количества веществ;
- остерегайтесь попадания веществ на одежду, кожу, в глаза.

Помогите своей маме и приготовьте маринад для консервирования огурцов. Существует множество различных рецептов, но обычно можно использовать раствор с массовой долей соли 8 %. Вычислите массу соли, необходимую для приготовления такого раствора массой 1,5 кг.

На кухне массу соли можно отмерить при помощи кухонных весов или используя столовую посуду. Обычно 1 столовая ложка содержит 30 г поваренной соли, а чайная ложка — 10 г. Отмерьте необходимую массу соли и перенесите ее в емкость для приготовления раствора (так как необходимый раствор будет разбавленным, то его объем будет равен 1,5 л).

В эту же емкость добавьте воды столько, чтобы объем раствора составил 1,5 л, и тщательно перемешайте раствор.

www.e-ranok.com.ua

§ 24. Взаимодействие воды с оксидами

Вспомните, как составлять формулы оксидов по § 13.

Понятие о кислотах и основаниях

Многие оксиды способны вступать в химические реакции с водой. Обычно эти реакции являются реакциями соединения, в результате которых образуются продукты присоединения воды к оксидам. Вещества, образующиеся путем соединения воды с другими веществами, называют гидратами.

В зависимости от того, с каким оксидом взаимодействует вода, может образоваться два типа гидратов: *кислоты* и *основания*. Кислоты состоят из атомов Гидрогена и кислотного остатка (H_2SO_4, H_2CO_3), а в формулах оснований на первое место записывают металлический элемент, с которым соединяется гидроксильная группа — ОН (KOH, $Ba(OH)_2$). В зависимости от гидрата, соответствующему определенному оксиду, среди оксидов выделяют две группы: *кислотные оксиды* и *осно́вные оксиды*.

Кислотные оксиды

Все кислотные оксиды, за исключением силиций(IV) оксида SiO_2, в обычных условиях вступают в реакции соединения с водой с образованием кислот:

$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4 \text{ (сульфатная кислота)}$$

$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3 \text{ (карбонатная кислота)}$$

$$P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4 \text{ (ортофосфатная кислота)}$$

Оксиды, гидраты которых являются кислотами, называют кислотными оксидами.

Большинство кислотных оксидов — это оксиды неметаллических элементов. Но кислотные оксиды могут образовывать и металлические элементы, если эти элементы могут проявлять высокие валентности, выше четырех. Так, к кислотным оксидам относится хром(VI) оксид CrO_3 и манган(VII) оксид Mn_2O_7.

Формулы наиболее употребляемых кислотных оксидов и соответствующих им кислот приведены в таблице 5.

www.e-ranok.com.ua

Таблица 5. Кислотные оксиды и соответствующие им кислоты

Кислотный оксид	Кислота (гидрат кислотного оксида)
SiO_2	Силикатная H_2SiO_3
SO_2	Сульфитная H_2SO_3
P_2O_5	Ортофосфатная H_3PO_4
N_2O_3	Нитритная HNO_2
CrO_3	Хроматная H_2CrO_4
Mn_2O_7	Перманганатная $HMnO_4$

Осно́вные оксиды

Продукты реакции оксидов с водой (гидраты) могут проявлять осно́вные свойства. Если гидрат оксида является основанием, то такой оксид — осно́вный.

Оксиды, гидраты которых являются основаниями, называют осно́вными оксидами.

К осно́вным оксидам относятся оксиды металлических элементов. Это, как правило, оксиды одно-, дву-, а иногда трехвалентных металлических элементов (табл. 6).

Таблица 6. Осно́вные оксиды и соответствующие им основания

Осно́вные оксиды	Взаимодействие с водой	Основания
Na_2O	Взаимодействуют	Натрий гидроксид NaOH
K_2O		Калий гидроксид KOH
Li_2O		Литий гидроксид LiOH
SrO		Стронций гидроксид $Sr(OH)_2$
BaO		Барий гидроксид $Ba(OH)_2$
Ag_2O	Не взаимодействуют	Аргентум гидроксид AgOH
CuO		Купрум(II) гидроксид $Cu(OH)_2$
FeO		Феррум(II) гидроксид $Fe(OH)_2$

www.e-ranok.com.ua

Большинство основ́ных оксидов с водой не взаимодействуют. В реакцию с водой вступают лишь оксиды, гидраты которых растворяются в воде (см. табл. 6, с. 161). Такие гидраты называют *щелочами*:

$$Na_2O + H_2O = 2NaOH$$

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$$

Узнайте больше

- Единственный кислотный оксид, который в обычных условиях не взаимодействует с водой,— это силиций(IV) оксид SiO_2, которому соответствует силикатная кислота H_2SiO_3. Он широко распространен в природе в составе минерала кварца. Обычный кварцевый песок на берегах морей и рек — это и есть силиций(IV) оксид.
- При взаимодействии кальций оксида (негашеной извести) с водой образуется кальций гидроксид (гашеная известь). Во время этой реакции выделяется так много теплоты, что вода может закипеть. Эту реакцию используют в так называемых химических грелках для разогревания завтраков или напитков в одноразовых пакетах.

Выявление кислот и оснований в растворах

Большинство оксидов и соответствующих им гидратов — бесцветные соединения, поэтому выявить их наличие или различить кислоты и основания без «посторонней помощи» невозможно. Для выявления кислот и оснований в растворах используют *индикаторы* — сложные органические соединения, которые изменяют свою окраску в зависимости от наличия кислоты или основания в растворе (рис. 114). Наиболее употребляемые индикаторы и их цвет при наличии кислот и оснований приведены в таблице 7.

Таблица 7. Цвет некоторых индикаторов при наличии кислот, оснований и в воде

Индикатор	Цвет		
	в растворах кислот	в растворах оснований	в чистой воде
Лакмус	Красный	Синий	Фиолетовый
Метилоранж	Красный	Желтый	Оранжевый
Фенолфталеин	Бесцветный	Малиновый	Бесцветный

Чаще всего индикаторы используют в виде растворов — в воде или спирте. Удобнее использовать индикаторную бумагу — обычную бумагу, пропитанную раствором индикатора (рис. 115).

www.e-ranok.com.ua

а *б*

Рис. 114. Цвет лакмуса при наличии: *а* — кислот; *б* — оснований

Рис. 115. Раствор индикатора и индикаторная бумага

ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ № 5

Испытание водных растворов кислот и щелочей индикаторами

Оборудование: штатив с пробирками.

Реактивы: растворы основания, кислоты, вода, метилоранж, фенолфталеин, лакмус.

Правила безопасности:

- для опытов используйте небольшие количества реактивов;
- остерегайтесь попадания реактивов на одежду, кожу, в глаза.

1. Подготовьте по три пробирки с водой, раствором кислоты и раствором основания.
2. В первую пробирку с водой добавьте несколько капель раствора метилоранжа, во вторую — лакмуса, в третью — фенолфталеина.
3. Добавьте индикаторы к растворам кислоты и основания.
4. Сравните цвет индикаторов в разных пробирках. Запишите результаты в тетрадь.

Выводы:

1. Оксиды способны соединяться с водой с образованием гидратов. Гидраты кислотных оксидов — кислоты, а основных — основания.
2. К кислотным оксидам относятся оксиды неметаллических элементов и оксиды металлических элементов с валентностью выше IV. К основным оксидам относятся оксиды металлических элементов с валентностью I, II и иногда III.
3. Для выявления кислот и оснований в растворе используют индикаторы — вещества, цвет которых изменяется при наличии кислоты или основания.

www.e-ranok.com.ua

Контрольные вопросы

1. Какие оксиды называют кислотными, а какие — основными?
2. Какие вещества называют гидратами?
3. Какие оксиды (кислотные и основные) в обычных условиях взаимодействуют с водой, а какие — нет?

Задания для усвоения материала

1. Приведите уравнения реакций кислотных и основных оксидов с водой.
2. Из приведенного перечня выпишите отдельно формулы оксидов: а) кислотных; б) основных. Na_2O, P_2O_5, CO_2, SO_3, CrO, Cu_2O, SiO_2, Mn_2O_7.
3. Какие из приведенных оксидов взаимодействуют с водой? Составьте соответствующие уравнения реакций. Na_2O, CO_2, SO_3, CrO, SiO_2.
4. Раствор, который образовался при растворении газообразного оксида в воде, окрашивает лакмус в красный цвет. Какой это газ мог бы быть? Составьте уравнения реакций.
5. Гашение извести — это взаимодействие негашеной извести (кальций оксида) с водой. Составьте уравнение этой реакции.
6. Как вы считаете, существуют ли в природных условиях фосфор(V) оксид, сульфур(VI) оксид и натрий оксид? Ответ обоснуйте.
7. Дополните схемы реакций и назовите продукты реакции: а) $Li_2O + H_2O \rightarrow$ ……; б) $SO_2 + H_2O \rightarrow$ ……; в) …… + $H_2O \rightarrow Ba(OH)_2$.

8*. Некоторые оксиды используют как осушители для обезвоживания газов. На каком принципе основано действие оксидов как осушителей? Какие оксиды можно для этого использовать и почему?

§ 25. Проблема чистой воды

Вспомните, чем отличаются чистые вещества от смесей.
Встречается ли в природе абсолютно чистая вода?

Проблема чистой воды

Запасы воды на Земле огромны, но в основном это — соленая вода Мирового океана. Она не годится для бытовых нужд, и ее нельзя использовать в промышленности, так как она содержит много растворенных солей. В основном мы используем пресную воду, которой на Земле значительно меньше, чем соленой (не более 3 % от всего объема воды). Во многих местах планеты пресной воды не хватает для орошения полей и нужд промышленности, а в некоторых регионах ее не хватает даже для питья. К тому же, деятельность человека влияет как на количество, так и на качество пресной воды. Поэтому сегодня перед человечеством встала очень актуальная и важная проблема обеспечения населения планеты чистой водой.

www.e-ranok.com.ua

e-RANOK

Источники загрязнения воды

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Самыми большими загрязнителями воды являются черная и цветная металлургия, машиностроение, энергетика, химическая, пищевая промышленность.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Сточные воды поступают из животноводческих ферм, птицеферм, от полива посевов. Эти стоки загрязнены минеральными удобрениями, пестицидами и другими ядовитыми веществами.

ДОБЫЧА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Отвалы горных пород содержат вредные химические элементы и соединения, которые со временем размываются атмосферными осадками и попадают в поверхностные воды.

КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ

В атмосферу попадает много кислотных оксидов. Они взаимодействуют с содержащейся в воздухе водой. В результате этого образуются растворы кислот, которые вместе с дождем попадают в водоемы и почву.

КОММУНАЛЬНЫЕ СТОКИ

В канализационных водах много органических веществ, которые в процессе разложения в естественных водоемах приводят к гибели многих водных организмов и нарушению экосистем.

ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ

Особую опасность представляют нефтяные танкеры. В случае их поломки утечка нефти может привести к экологической катастрофе, так как нефтяные пятна опасны для живых организмов.

РАДИОАКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Радиоактивные вещества попадают в воду при сбрасывании (захоронении) радиоактивных отходов энергетики и промышленности, после испытаний ядерного оружия и т. д.

www.e-ranok.com.ua

Охрана водоемов от загрязнений

Для решения проблемы чистой воды необходимо охранять водные ресурсы планеты от загрязнений. Для этого, прежде всего, необходимо прекратить выбросы загрязненной воды промышленных и сельскохозяйственных предприятий в водоемы, строить современные очистные сооружения и использовать новые экологически чистые технологии. В Украине принят ряд законов, которые на государственном уровне запрещают загрязнение водоемов. Специальная Государственная экологическая инспекция Украины занимается охраной природных ресурсов нашей страны.

Некоторые вещества и материалы, такие как опилки, торф, солома или полистирол, благодаря особенностям их поверхности используют как адсорбенты. Они могут впитывать вещества из жидкой или газообразной среды. Поэтому нефтяные пятна, образовавшиеся на поверхности воды в результате аварий танкеров, посыпают адсорбентами, которые затем изымают вместе с нефтью. Если нефтяное пятно посыпать мелом или гипсом, то такая смесь тонет. Так очищается поверхность воды, однако на морском дне нефть остается опасной для водорослей и животных.

Очистка воды

Часто речная вода на просвет кажется неоднородной, мутной. Это связано с тем, что кроме солей в ней содержатся мелкие песчинки, частицы ила. Для очистки воды от взвешенных твердых нерастворимых частиц применяют фильтрование. Вода, прошедшая сквозь фильтр, становится прозрачной, но все еще содержит растворенные соли.

Рис. 116. Водоочистительная станция, на которой речную воду готовят к подаче в водопроводную сеть

www.e-ranok.com.ua

а *б*

Рис. 117. Бытовые фильтры для очистки питьевой воды: *а* — стационарный; *б* — переносной

За день человек потребляет в пищу в среднем 2 л воды. Значительно больше воды расходуется на бытовые нужды — мытье, стирку. В крупных городах ежедневный расход воды составляет около 100 л на человека. Вода, поступающая в водопроводную сеть, должна быть прозрачной, очищенной от вредных веществ и болезнетворных бактерий. Чтобы сделать речную воду безопасной для потребления, в каждом городе функционируют водоочистительные станции (рис. 116).

В домашних условиях надежным способом обеззараживания воды является кипячение. Кипяченая вода почти не содержит бактерий. Но для потребления в пищу обеззараживания воды иногда бывает недостаточно из-за большого содержания растворенных солей. Поэтому в домашних условиях желательно использовать специальные фильтры для питьевой воды (рис. 117).

Химически чистую воду получают перегонкой, или дистилляцией, с помощью специального устройства — дистиллятора (рис. 118*а*, с. 168). Этот способ очистки заключается в том, что жидкость при нагревании переходит в пар, который затем охлаждается и снова становится жидким. Простейший прибор для перегонки состоит из колбы, термометра, холодильника и приемника (рис. 118*б*, с. 168). Воду, полученную путем перегонки, называют дистиллированной. Она почти не содержит растворенных солей. Дистиллированную воду используют в химических лабораториях для приготовления растворов, в аптеках для изготовления и разбавления лекарств, при техническом обслуживании автомобильных аккумуляторов.

Пить дистиллированную воду нежелательно. В больших количествах она вредна для здоровья, ведь организм человека приспособлен к потреблению воды с растворенными в ней солями, которые в небольших количествах необходимы для жизнедеятельности.

www.e-ranok.com.ua

а *б*

Рис. 118. Дистиллятор — устройство для полной очистки воды: *а* — внешний вид; *б* — внутреннее строение. Он представляет собой бак с нагревательным прибором. Вода в баке постоянно кипит, а водяной пар конденсируется в специальной емкости — приемнике

Выводы:

1. Вода — важное вещество для жизнедеятельности и сырье для промышленности. Запасы воды на планете ограничены, поэтому к ним необходимо относиться бережно. Основным источником загрязнения воды является промышленная деятельность человека.
2. Все отходы промышленности необходимо обязательно очищать. Также в очистке нуждается речная вода, которая используется для потребления в пищу и в бытовых целях.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные источники загрязнения воды.
2. Каким способом удаляют разлитую нефть из водоемов?
3. Какие сооружения используют для подготовки воды к потреблению и очищения промышленных выбросов?
4. Каким образом можно очищать воду в быту?
5. Что такое дистиллированная вода? Каково ее применение?
6. Какая вода в природе наиболее близка к дистиллированной воде? Какие примеси она может содержать?
7. От каких примесей в воде можно избавиться фильтрованием, отстаиванием, дистилляцией?

8*. Какова причина возникновения кислотных дождей?

9*. Из дополнительной литературы или Интернета узнайте о методах очистки воды в промышленности или на водоочистительных сооружениях вашего города.

10.* Проект № 8 «Проблема сохранения чистоты водоемов».

www.e-ranok.com.ua

11.* Проект № 9 «Качество воды, полученной из разных источников».
12.* Проект № 10 «Физические и химические свойства воды».
13.* Проект № 11 «Способы очистки воды в быту».

ДОМАШНИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Очистка воды кипячением и с помощью бытового фильтра

Вам понадобится: чайник, бытовой фильтр для воды, ложка с деревянной ручкой или фарфоровая чашка, водопроводная вода.

Правила безопасности:
- для опытов используйте небольшие количества веществ;
- остерегайтесь попадания веществ на одежду, кожу, в глаза;
- соблюдайте правила безопасности при нагревании веществ.

Обычная водопроводная вода не является чистой, это — раствор разных солей и газов. Доказать наличие солей в воде можно выпариванием. Для этого небольшое количество водопроводной воды нужно осторожно выпарить в фарфоровой чашке или в ложке. При этом на дне образуется твердый остаток — осадок растворенных солей. Повторите этот опыт с кипяченой охлажденной водой и водой, очищенной бытовым фильтром. Сравните количество осадка, образованного из неочищенной воды и из воды, очищенной разными способами. Запишите свои наблюдения и поясните их.

Проверьте свои знания по теме «Вода».

www.e-ranok.com.ua

Приложение 1

Физические свойства некоторых веществ

Вещество	Плотность, г/см^3	Температура плавления, °С	Температура кипения, °С	Растворимость в воде
Азот	0,00125	–210	–196	Малорастворим
Алмаз	3,52	Около 4000	Неизвестна	Нерастворим
Алюминий	2,70	660	2500	Нерастворим
Аммиак	0,000771	–77,75	–33,42	Хорошо растворяется
Ацетон	0,79	–95	56	Хорошо растворяется
Вода	1,0	0	100	
Водород	0,00009	–259	–253	Малорастворим
Графит	2,27	Около 4000	Неизвестна	Нерастворим
Железо	7,87	1539	2870	Нерастворимо
Золото	19,3	1063	2880	Нерастворимо
Йод	4,94	114	186	Малорастворим
Кварц	2,65	1610	2950	Нерастворим
Кислород	0,00143	–219	–183	Малорастворим
Кислота уксусная	1,05	17	118	Хорошо растворяется
Мел	2,71	Разлагается	Разлагается	Нерастворим
Магний	1,738	651	1090	Нерастворим
Метан	0,000718	–182,5	–161,6	Малорастворим

www.e-ranok.com.ua

Окончание таблицы

Вещество	**Плотность, г/см^3**	**Температура плавления, °С**	**Температура кипения, °С**	**Растворимость в воде**
Медный купорос	2,28	Разлагается	Разлагается	Хорошо растворяется
Медь	8,96	1083	2543	Нерастворима
Озон	0,00214	–197,2	–119,9	Малорастворим
Олово	7,29	232	2620	Нерастворимо
Платина	21,1	1768,3	3825	Нерастворима
Ртуть	13,6	–38,87	356,58	Нерастворима
Свинец	11,3	327	1745	Нерастворим
Силиций	2,33	1414,8	2349,8	Нерастворим
Соль поваренная	2,17	801	1465	Хорошо растворяется
Сероводород (гидроген сульфид)	0,00152	–85,7	–60,8	Малорастворим
Сода питьевая	2,16	Разлагается	Разлагается	Хорошо растворяется
Сода стиральная	2,53	852	Разлагается	Хорошо растворяется
Спирт этиловый	0,79	–114	78	Хорошо растворяется
Серебро	10,5	961	2167	Нерастворимо
Хлороводород (гидроген хлорид)	0,001477	114,22	85	Хорошо растворяется
Хром	7,19	1875	2480	Нерастворим
Цинк	7,13	420	906	Нерастворим
Сахар	1,59	185	Разлагается	Хорошо растворяется

www.e-ranok.com.ua

Приложение 2

Шкала твердости веществ Ф. Мооса

Твердость по шкале Мооса	Эталонный минерал	Обрабатываемость минералов	Другие минералы с аналогичной твердостью
1	Тальк	Легко царапается ногтем	Графит
2	Гипс	Едва царапается ногтем	Хлорит, галит, поваренная соль
3	Кальцит	Царапается медной проволокой	Биотит, золото, серебро
4	Флюорит	Царапается ножом	Доломит, сфалерит
5	Апатит	С усилием царапается ножом	Гематит, лазурит
6	Ортоклаз (полевой шпат)	Царапается напильником, оставляет след на стекле	Опал, рутил
7	Кварц (горный хрусталь)	Подвергаются обработке алмазом, царапают стекло, при обработке напильником образуют искры	Гранат, турмалин
8	Топаз		Берилл, шпинель
9	Корунд		
10	Алмаз	Режет стекло	

www.e-ranok.com.ua

Приложение 3

Традиционные (тривиальные) названия некоторых веществ и их химические формулы

Название	Формула
Аммиачная вода (нашатырный спирт)	Водный раствор NH_3
Аммиачная селитра	NH_4NO_3
Антимоний (сурьма, стибий)	Sb
Бертолетова соль	$KClO_3$
Болотный газ (метан)	CH_4
Гипс	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
Индийская селитра	KNO_3
Едкий натр	NaOH
Каменная (поваренная) соль	NaCl
Кварц, песок	SiO_2
Магнезит	$MgCO_3$
Мрамор, известняк, мел, кальцит	$CaCO_3$
Медный купорос	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$
Нашатырь	NH_4Cl
Жженая магнезия	MgO
Жженая (негашеная) известь	CaO
Поташ	K_2CO_3
Сода питьевая	$NaHCO_3$
Сода (стиральная) кальцинированная	Na_2CO_3
Угарный газ	CO
Чилийская селитра	$NaNO_3$
Черная магнезия	MnO_2

www.e-ranok.com.ua

Приложение 4

Химические рекорды

Самый редкий элемент — Астат (0,16 г во всей земной коре).

Самое тяжелое из газообразных веществ — радон (плотность — 10,05 г/л при 0 °С), а самое легкое — водород (плотность — 0,08929 г/л).

Самое дорогое простое вещество — калифорний (стоимость 0,001 миллиграмма — 120 долларов США).

Самый ковкий металл — золото (из 1 г можно вытянуть проволоку длиной 2,4 км).

Самый тугоплавкий металл — вольфрам (температура плавления — 3420 °С).

Самая высокая температура пламени возникает при сгорании тетракарбон динитрида C_4N_2 (4988 °С).

Самое длинное имя среди химиков принадлежит основателю ятрохимии — Филипп Ауреол Теофраст Бомбаст Парацельс фон Гугенгейм (1493–1541).

Самую длинную жизнь среди химиков прожил французский химик-органик Мишель Эжен Шеврель (1786–1889). Он прославился расшифровкой состава животных и растительных жиров, выделил важнейшие жирные кислоты.

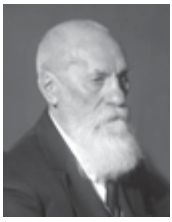
Наибольшее число научных работ (2872) в течение своей жизни опубликовал французский химик М. Бартло.

Самым длительным экспериментом долгое время считался 12-дневный опыт Лавуазье. Он нагревал ртуть в запаянной реторте, в которой она превращалась в меркурий(II) оксид, реагируя с кислородом.

www.e-ranok.com.ua

Приложение 5

Выдающиеся химики Украины и их вклад в развитие науки

Ученый	Вклад в розвитие химии
Бабко Анатолий Кириллович (1905–1968)	Украинский химик-аналитик. Окончил химический факультет Киевского политехнического института (1927). Научные исследования были посвящены проблемам химии комплексных соединений. Изучал комплексные соединения в растворах. Обосновал общие положения теории ступенчатой диссоциации. Разработал методику определения состава комплексов, содержащихся в растворе. Создал киевскую школу химиков-аналитиков, достижения которой известны далеко за пределами Украины. Является автором более 400 научных трудов
Бах Алексей Николаевич (1857–1946) 	Украинский химик и биохимик. Считается основателем общеизвестной школы биохимии. Его основные научные труды посвящены изучению химических процессов ассимиляции углерода зелеными растениями, окислительных процессов в живой клетке, учению о ферментах. Теоретические труды Баха о ферментах способствовали развитию пищевой промышленности
Бекетов Николай Николаевич (1826–1911)	Украинский и российский физико-химик. В 1864 г. организовал физико-химическое отделение при Харьковском университете, на котором с 1865 г. впервые в качестве самостоятельной научной дисциплины читал курс физической химии. Составил ряд активности металлов, дал формулировку (близкую к современной) закона действующих масс. Открыл и описал метод восстановления металлов (алюминотермия)

www.e-ranok.com.ua

Продолжение таблицы

Бродский Александр Ильич (1895–1969)	Украинский физико-химик. Автор научных трудов по химической термодинамике, электрохимии растворов и химии изотопов. Под его руководством впервые в СССР была создана установка для получения тяжелой воды (1934), концентратов тяжелого кислорода (1937) и тяжелого азота (1949)
Бунге Николай Андреевич (1842–1915)	Украинский химик, заслуженный профессор Киевского университета, член Киевского отделения Российского технического общества. Работал в сферах электрохимии и химической технологии. Исследовал электролиз растворов и органических соединений, усовершенствовал методику газового анализа. Изучал процесс производства сахара из сахарной свеклы и условия его протекания. Внес весомый вклад в развитие отечественной сахарной промышленности
Гулий Максим Федотович (1905– 2007)	Украинский биохимик. Изучал проблемы молекулярной биологии, связанные с регуляцией биосинтеза белков, липидов и углеводов, структуру и свойства белков. Результаты этих трудов послужили основой создания новых лекарств для применения в гематологических и хирургических клиниках, а также ряда препаратов для повышения производительности в сельском хозяйстве
Зелинский Николай Дмитриевич (1861–1953)	Украинский химик-органик. Изучал углеводороды, из которых состоит нефть,— нафтены. Заложил основы нефтехимии. Занимался проблемой создания синтетического жидкого топлива. Изобрел угольный противогаз. В 1930-е гг. для народного хозяйства решил важную проблему производства синтетического каучука. Создал всемирно известную школу химиков-органиков

www.e-ranok.com.ua

Окончание таблицы

Пилипенко Анатолий Терентьевич (1914–1993)	Украинский химик-аналитик. Основное научное направление деятельности — применение комплексных соединений и органических реактивов в химическом анализе неорганических материалов. Дал классификацию используемых в химическом анализе органических реактивов. Особое внимание уделял научной и научно-организационной работе в области охраны и рационального использования водных ресурсов Украины и развития методов анализа объектов окружающей среды
Писаржевский Лев Владимирович (1874–1938)	Украинский ученый в области физической химии. Изучал роль растворителей в химических процессах. Заложил основы электронной теории окислительно-восстановительных реакций и электронной теории гетерогенного катализа. В учебнике «Введение в химию» (1926) впервые изложил материал химии с позиции электронной теории строения атомов и молекул
Яцимирский Константин Борисович (1916–2005)	Украинский химик-неорганик. Главными направлениями деятельности были химия комплексных соединений, термохимия, бионеорганическая химия. Изучал проявления релятивистского эффекта в химии

www.e-ranok.com.ua

Приложение 6

Ссылки в Интернете на интересные химические ресурсы

- Полное описание свойств химических элементов и их соединений
  http://**www.webelements.com**

- Оригинальное визуальное представление Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева на сайте Королевского химического общества
  http://**www.rsc.org/periodic-table**

- Интересный электронный научно-популярный журнал о химии и химиках, который издается специалистами Киевского национального университета имени Тараса Шевченко
  http://**chemistry-chemists.com**

- Очень полезная и интересная информация по химии на сайте Alhimik
  http://**www.alhimik.ru**

- Международное общество IUPAC
  http://**www.iupac.org**

- Украинский химический портал
  http://**www.chemportal.org.ua**

- Портал «Химический мир»
  http://**www.chemworld.com.ua**

- Всеукраинские химические олимпиады
  http://**www-chemo.univer.kharkov.ua/olympiad.htm**

www.e-ranok.com.ua

Словарь терминов

Атом — наименьшая химически неделимая частица вещества, состоящая из ядра, вокруг которого вращаются электроны. Ядро атома состоит из протонов и нейтронов.

Атомная единица массы (а. е. м.) — единица измерения массы сверхлегких частиц, равная 1/12 массы атома Карбона, т. е. $1{,}67 \cdot 10^{-24}$ кг.

Атомная масса — это масса атома, выраженная в атомных единицах массы. Численно равна относительной атомной массе, но имеет единицу измерения — 1 а. е. м.

Валентность — это число связей, которые данный атом может образовать с другими атомами.

Вещество — разновидность материи, которая характеризуется определенным строением. Все тела состоят из веществ.

Горение — быстрый процесс окисления веществ, сопровождающийся выделением большого количества теплоты и света.

Группа — вертикальный ряд элементов в Периодической системе, который объединяет химические элементы со схожими свойствами.

Дистиллированная вода — вода, очищенная от примесей неорганических и органических веществ методом перегонки (дистилляции).

Дистилляция — метод разделения двух (или больше) смешанных жидкостей. Суть метода заключается в том, что смесь жидкостей нагревают, в результате чего жидкость, которая кипит при более низкой температуре, начинает испаряться первой. Испарения этой жидкости отводятся, охлаждаются в холодильнике и по каплям собираются в приемнике.

www.e-ranok.com.ua

Естественные науки — науки о природе, к ним относятся химия, физика, биология, география, геология, астрономия и др.

Индекс — показывает число атомов определенного элемента в составе молекулы или формульной единицы.

Индикатор — вещество, изменяющее свой цвет в зависимости от наличия другого вещества в растворе (кислоты, щелочи и т. п.). Наиболее распространенные кислотно-осно́вные индикаторы — лакмус, фенолфталеин, метилоранж.

Испарение — процесс изменения агрегатного состояния из жидкого в газообразное.

Катализатор — это вещество, которое изменяет скорость реакции, но само при этом не расходуется. Катализаторы, повышающие скорость реакции, называют положительными, а снижающие — отрицательными (или ингибиторами). Наиболее распространенным и универсальным катализатором является платина.

Компоненты — вещества, входящие в состав смесей.

Конденсация — процесс изменения агрегатного состояния из газообразного в жидкое.

Коэффициент — показывает число молекул (формульных единиц), которые принимают участие в определенном процессе.

Кристаллизация — процесс изменения агрегатного состояния из жидкого в твердое.

Масса атома — это масса атома, выраженная в граммах или килограммах.

Массовая доля элемента — это величина, показывающая, какая доля массы вещества или молекулы приходится на атомы данного элемента.

Материал — это вещество или смесь веществ, которая используется для изготовления предметов.

www.e-ranok.com.ua

Металлические элементы — см. Элементы металлические.

Металлы — простые вещества, для которых характерны такие общие физические свойства: металлический блеск, электропроводность, высокая теплопроводность, пластичность и др.

Молекула — наименьшая частица вещества, являющаяся носителем всех свойств данного вещества. Молекулы состоят из атомов.

Неметаллические элементы — см. Элементы неметаллические.

Неметаллы — простые вещества, для которых характерны общие физические свойства: отсутствие электропроводности, хрупкость, низкая теплопроводность и др.

Неоднородная смесь — см. Смесь неоднородная.

Однородная смесь — см. Смесь однородная.

Оксиды — химические соединения, состоящие из атомов двух химических элементов, один из которых — Оксиген.

Относительная атомная масса — это безразмерная величина, равная отношению массы атома к 1/12 массы атома Карбона.

Относительная молекулярная масса — это величина, равная отношению массы молекулы к 1/12 массы атома Карбона.

Перегонка — см. Дистилляция.

Период — горизонтальный ряд элементов в Периодической системе, который начинается с типичного металлического элемента и заканчивается инертным элементом.

Плавление — процесс изменения агрегатного состояния из твердого в жидкое.

Продукты реакции — вещества, которые образуются в результате химической реакции.

Простые вещества — вещества, образованные одним химическим элементом.

www.e-ranok.com.ua

Реагенты — вещества, которые вступают в химическую реакцию.

Свойства — это признаки, по которым вещества или тела отличаются друг от друга или подобны между собой.

Сложные вещества — вещества, образованные несколькими химическими элементами.

Смесь неоднородная — смесь, в которой отдельные компоненты можно различить невооруженным глазом.

Смесь однородная — смесь, в которой отдельные компоненты не различимы невооруженным глазом.

Сублимация (возгонка) — процесс изменения агрегатного состояния из твердого в газообразное.

Тела — все предметы, которые нас окружают.

Физические явления — см. Явления физические.

Химические явления — см. Явления химические.

Химический элемент — разновидность атомов с одинаковым зарядом ядра.

Химия — наука о веществах и их взаимопревращениях.

Электролиз — процесс разложения растворенных или расплавленных веществ под влиянием электрического тока. Например, путем электролиза воды получают водород и кислород, а электролизом расплава натрий хлорида (каменной соли NaCl) получают простые вещества натрий и хлор.

Электроны — элементарные частицы с электрическим зарядом −1 и массой, приблизительно в 2000 раз меньшей, чем масса протона или нейтрона.

www.e-ranok.com.ua

Элемент — см. Химический элемент.

Элементы металлические — химические элементы, которые в химических реакциях преимущественно отдают электроны. В Периодической системе расположены преимущественно в начале периода.

Элементы неметаллические — химические элементы, которые в химических реакциях преимущественно принимают электроны. В Периодической таблице расположены преимущественно в конце периода.

Явления — все изменения, которые происходят вокруг нас.

Явления физические — это явления, во время которых не изменяется состав вещества.

Явления химические — это явления, во время которых одни вещества превращаются в другие (меняется состав веществ).

www.e-ranok.com.ua

Алфавитный указатель

А
Агрегатное состояние 38
Аллотропия 83
Алхимия 18
Атом 53
Атомная единица массы 73

Б
Бинарные соединения 92

В
Валентность 90
Вещества
— простые 81
— сложные 85
— чистые 43
Взрыв 138
Вода 150
Воздух 107
Выпаривание 38

Г
Гидраты 160
Гниение 138
Горение 132

Д
Дистилляция 49
Дыхание 147

Е
Естественные науки 7

З
Закон сохранения
массы веществ 115
Закон кратных соотношений 79
Закон постоянства состава 79

И
Индекс 68
Индикаторы 162
Испарение

К
Катализ 124
Катализатор 124
Кислород 108
Классификация веществ 87
Конденсация 39
Коэффициент 118
Кристаллизация 38
Круговорот Оксигена 145

М
Массовая доля
— элемента в веществе 77
— растворенного
вещества 155
Материал 35
Медленное окисление 138
Металлы 83
Молекула 54

Н
Наблюдение 25
Неметаллы 84

О
Озон 109
Окисление 132

www.e-ranok.com.ua

Оксиды 113
— кислотные 160
— основные 161
Оксиликвиты 139
Относительная атомная масса 74
Относительная молекулярная масса 74
Очистка воды 166

П

Перегонка 48
Периодическая система химических элементов 64
Плавление 39
Прение 138
Признаки химических реакций 99
Продукты реакции 98

Р

Растворенные вещества 154
Растворитель 154
Растворы 154
Реагенты 98
Реакция
— разложения 126
— соединения 134

С

Свойства веществ
— физические 37
— химические 99
Семейства химических элементов 66
Смеси 43
— неоднородные 44
— однородные 45

У

Условия
— горения 139
— протекания химических реакций 102
Уравнение химической реакции 115

Ф

Физические тела 34
Фильтрование 48
Фотосинтез 147

Х

Химическая реакция 98
Химическая формула 68
Химическое уравнение 115
Химическая посуда 22

Э

Эксперимент 26
Электролиз 127
Электрон 53
Элементы
— металлические 84
— неметаллические 84
— химические 59

Я

Явления
— физические 97
— химические 98
Ядро атома 53

www.e-ranok.com.ua

Ответы на расчетные задачи

§ 6 **3.** 8.

§ 8 **4.** Карбон +6, Нитроген +7, Хлор +17, Кальций +20.

§ 9 **3.** а) N_2; б) S_8, в) CH_4; г) $NaHCO_3$. **4.** H_2SiO_3. **10.** $CaCl_2$. **11.** 10.

§ 10 **2.** а) Нитрогена в 3,5 раза; б) Сульфура в 2 раза; в) Феррума в 2 раза; г) Купрума в 2 раза. **3.** $6{,}024 \cdot 10^{23}$. **4.** 4. **5.** Хлор — 71, сульфатная кислота — 98, сахароза — 342, медь — 64, гипс — 136, мел — 100, малахит — 222. **6.** Углекислый газ. **7.** H_2O_2. **8.** FeS_2. **9.** а) $A_r(Pt) = 95{,}2$; б) $A_r(U) = 237{,}95$. **10.** 202. **11.** $5{,}68 \cdot 10^{-22}$ г, $1{,}76 \cdot 10^{21}$ молекул.

§ 11 **1.** а) 30,4 % и 69,6 %; б) 74,5 % и 25,5 %; в) 43,4 %, 11,3 % и 45,3 %; г) 2 %, 32,7 % и 65,3 %; д) 68,4 %, 10,3 % и 21,3 %. **2.** В глюкозе. **3.** 1,76 г. **4.** $1{,}61 \cdot 10^{17}$ тонн атомов Гидрогена и $1{,}29 \cdot 10^{18}$ тонн атомов Оксигена.

§ 12 **5.** В поваренной соли 39,3 %, в пищевой соде 27,4 %. **7.** а) O_2; б) H_2 и O_2; в) C; г) CO_2; д) CH_4; е) H_2O и O_2.

§ 15 **1.** 32; 48. **2.** В 1,1 раза. **7.** а) 14,3 г; б) 6,7 л. **8.** а) в 16 раз; б) 12 раз; в) 32 раза.

§ 16 **7.** 28 г. **8.** 18 г.

§ 17 **5.** 25 г. **6.** 2 г.

§ 18 **4.** 13,5 г. **5.** 19 г.

§ 20 **4.** 11 520 л.

§ 23 **2.** 2,5 %. **3.** 7,2 г. **4.** 10 %. **5.** 0,06 %. **6.** 4,6 %. **7.** 12,5 г. **8.** 15 г. **9.** 9910 г.

www.e-ranok.com.ua

Содержание

Знакомство с учебником 3

Введение

§ 1. Химия — естественная наука 5
Что изучает химия? 5
Химия — область естествознания 7
Химия в промышленности 8
Химия и окружающая среда 10

§ 2. Краткие сведения из истории химии 11
Ремесленная химия 11
Химия в античном мире 13
Возникновение слова «химия» 14
Алхимический период 15
Современная химия 17

§ 3. Работа в химической лаборатории. Маркировка опасных веществ. Наблюдение и эксперимент в химии 19
Лабораторное оборудование и химическая посуда 19
Маркировка опасных веществ. Безопасность во время работы в химической лаборатории 23
Наблюдение и эксперимент в химии 25
Правила безопасности при работе в кабинете химии. Приемы работы с химическим оборудованием 28
Практическая работа № 1 30

Тема I. Начальные химические понятия

§ 4. Вещества и их физические свойства 34
Вещество. Материал. Тело 34
Физические свойства веществ 36
Агрегатные состояния веществ 38
Лабораторный опыт № 1 39

§ 5. Чистые вещества и смеси 43
Смеси и чистые вещества в природе 43

www.e-ranok.com.ua

Однородные и неоднородные смеси 44
Свойства чистых веществ и смесей 45
Как отличить чистое вещество от смеси? 46
Разделение смесей 47
Практическая работа № 2 52

§ 6. Атомы. Молекулы 53
Атомы 53
Молекулы 55
Атомы и молекулы в веществах 56

§ 7. Химические элементы 59
Понятие о химических элементах 59
Названия и символы химических элементов 60
Распространенность химических элементов в природе 62

§ 8. Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева 64
Периодическая система — перечень известных элементов 64
Структура Периодической системы 66

§ 9. Химические формулы веществ 68

§ 10. Относительная атомная масса. Относительная молекулярная масса 73
Относительная атомная масса 73
Относительная молекулярная масса 74

§ 11. Массовая доля элемента в веществе 77
Законы Пруста и Дальтона 78

§ 12. Простые и сложные вещества 81
Простые вещества 81
Металлы и неметаллы 83
Сложные вещества 85
Классификация сложных веществ 86
Лабораторный опыт № 2 88

§ 13. Валентность 90
Понятие о валентности 90
Определение валентности химических элементов по формулам бинарных соединений 92

www.e-ranok.com.ua

Составление формулы бинарного соединения по валентности элементов 93

§ 14. Физические и химические явления 97

Физические явления 97
Химические явления 98
Признаки химических реакций 99
Условия протекания химических реакций 102
Лабораторный опыт № 3 102
Практическая работа № 3 104

Тема II. Кислород

§ 15. Воздух, Оксиген, кислород 107

Воздух и кислород 107
Кислород и озон 108
Физические свойства кислорода 109
Химическая промышленность 110
Оксиген в природе 111
Понятие об оксидах 113

§ 16. Уравнения химических реакций. Закон сохранения массы веществ в химических реакциях 115

Закон сохранения массы 115
Составление уравнений химических реакций 118

§ 17. Получение и хранение кислорода 122

Разложение оксидов 122
Разложение бертолетовой соли. Катализаторы 123
Разложение калий перманганата 124
Как можно собрать полученный кислород? 125
Получение кислорода из гидроген пероксида 125
Реакции разложения 126
Получение кислорода в промышленности. Хранение кислорода 126
Практическая работа № 4 130

§ 18. Химические свойства кислорода 131

Общая характеристика химических свойств кислорода 131
Взаимодействие кислорода с простыми веществами 132

www.e-ranok.com.ua

Взаимодействие кислорода со сложными веществами 134

§ 19. Горение и окисление веществ в воздухе 136
Горение веществ в воздухе 136
Медленное окисление 138
Взрыв 138
Условия возникновения и протекания реакции горения ... 139
Тушение пламени 141

§ 20. Применение кислорода. Проблема чистого воздуха 143
Применение кислорода 143
Металлургическая промышленность 144
Проблема чистого воздуха 145

§ 21. Круговорот Оксигена в природе.
Биологическая роль кислорода 146
Понятие о круговороте химических элементов 146
Связывание атомов Оксигена в другие соединения 147
Образование кислорода 148

Тема III. Вода

§ 22. Вода 150
Вода — самое важное вещество на Земле 150
Физические свойства воды 151
Вода в природе 152

§ 23. Растворы. Количественный состав растворов 154
Понятие о растворах 154
Массовая доля растворенного вещества 155
Лабораторный опыт № 4 157

§ 24. Взаимодействие воды с оксидами 160
Понятие о кислотах и основаниях 160
Кислотные оксиды 160
Осно́вные оксиды 161
Выявление кислот и основ в растворах 162
Лабораторный опыт № 5 163

§ 25. Проблема чистой воды 164
Проблема чистой воды 164
Источники загрязнения воды 165

www.e-ranok.com.ua

Промышленность 165
Охрана водоемов от загрязнений 166
Очистка воды 166

Приложения

Физические свойства некоторых веществ 170
Шкала твердости веществ Ф. Мооса 172
Традиционные (тривиальные) названия некоторых веществ и их химические формулы 173
Химические рекорды 174
Выдающиеся химики Украины и их вклад в развитие науки 175
Ссылки в Интернете на интересные химические ресурсы 178

Словарь терминов 179
Алфавитный указатель 184
Ответы на расчетные задачи 186

www.e-ranok.com.ua

Сведения о пользовании учебником

№ п/п	Фамилия и имя ученика / ученицы	Учебный год	Состояние учебника	
			в начале года	в конце года
1				
2				
3				
4				
5				

Навчальне видання

ГРИГОРОВИЧ Олексій Владиславович

ХІМІЯ
Підручник для 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів з навчанням російською мовою (*російською мовою*)

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Редактор *Мишиньова Т. М.*
Технічний редактор *Труфен В. В.*
Коректор *Кривко А. І.*

Ш470043Р. Підписано до друку 10.11.2015.
Формат 70×90/16. Гарнітура Шкільна. Ум. друк. арк. 14.
Обл.-вид. арк. 13,2. Зам.

ТОВ Видавництво «Ранок».
Свідоцтво ДК № 3322 від 26.11.2008. 61071 Харків, вул. Кібальчича, 27, к. 135.
Для листів: 61045 Харків, а/с 3355. E-mail: office@ranok.com.ua
Тел. (057) 719-48-65, тел./факс (057) 719-58-67.
З питань реалізації: (057) 727-70-80, 727-70-77. E-mail: commerce@ranok.com.ua

www.ranok.com.ua

www.e-ranok.com.ua