



А.А. Лашевская

# ХИМИЯ

7

H

C

O

Fe



ББК 24я721  
Л132

*Рекомендовано Министерством образования и науки Украины  
(письмо Министерства образования и науки Украины  
№ 1/11-2/199 от 28 апреля 2007 г.)*

**Издано за счет государственных средств.  
Продажа запрещена**

Переведено с издания: Лашевська Г.А. Хімія: 7 кл.:  
Підруч. для загальноосвіт. навч. закл. –  
К.: Генеза, 2007. – 200 с.: іл.

Авторский перевод с украинского

**Рецензенты:**

*О.В. Яковенко, учитель УВО № 12, г. Ровно;  
И.Ю. Старовойтова, учитель лицей «Коллеж», г. Донецк;  
Г.Ф. Сударева, Сумской областной институт повышения  
педагогического образования*

У підручнику розкрито значення і привабливість хімії, різноманітність способів пізнання навколишнього світу та його краси. Неабияку увагу приділено формуванню в учнів умінь працювати з інформацією, розвитку творчих здібностей. Автор разом з учнем аналізує причини й наслідки хімічних явищ, розповідає про значення хімії як соціально зорієнтованої науки та її здобутки, встановлює міжпредметні зв'язки.

**Лашевская А.А.**

Л132 Химия: 7 кл.: Учебн. для общеобразоват. учебн. заведений. – К.: Генеза, 2007. – 200 с.: илл.

ISBN 978-966-504-636-3

В учебнике раскрыты значение и привлекательность химии, разнообразие способов познания окружающего мира и его красоты. Автор вместе с учеником анализирует причины и следствия химических явлений, рассказывает о значении химии как социально ориентированной науки и ее достижениях, устанавливает межпредметные связи.

**ББК 24я721**

ISBN 978-966-504-636-3 (рус.)  
ISBN 978-966-504-607-3 (укр.)

© Лашевская А.А., 2007  
© Издательство «Генеза»,  
оригинал-макет, 2007



## Здравствуй, УЧЕНИК!

Тебе предстоит изучение нового и очень интересного предмета – химии. Владение основами этой науки позволит тебе повысить общую эрудицию, лучше познать себя и окружающий мир. Путеводителем, который поможет тебе успешно ориентироваться в увлекательном мире химии, станет учебник.

Эту учебную книгу недостаточно прочитать – с ней нужно систематически целенаправленно работать. Общеизвестно: тот, кто учится самостоятельно, достигает больших успехов, чем тот, кому все объяснили. Работа с учебником ориентирована на формирование твоей компетентности (объяснение смысла подчеркнутых слов, которые в учебнике встречаются впервые, ты сможешь найти в толковом словарики) и развитие инициативы. Предложенные медиатексты и иллюстрации отображают реалии повседневной жизни и реалии искусства. Анализ их содержания поможет тебе постигнуть разнообразие способов познания окружающего мира и его красоту.

В тексте каждого параграфа, иллюстрациях и задачах к ним ты, прежде всего, должен искать смысл. Тебе придется выделять главное в тексте параграфа, разбираться в содержании и структуре определений понятий, сравнивать их на основе разных источников: текста, табличных данных, диаграмм. А для систематизации знаний ты будешь использовать таблицы и схемы. Будь терпеливым, настойчивым в достижении цели, тщательно планируй свою деятельность.

Подводя итоги, мы каждый раз будем выделять то главное, что следует усвоить из параграфа. Такие выводы позволят тебе быстро повторить содержание изученного материала.

Пусть тебя не смущает большое количество заданий в тексте каждого параграфа и после него. Выполняя их, ты сможешь применить приобретенные знания и умения. Обрати внимание: задания для выполнения ты выбираешь на собственное усмотрение. Составляя их, я старалась предоставить тебе возможность широкого осознанного выбора.

В учебнике тебе встретится немало новых слов, в частности иноязычного происхождения. Запоминать их не обязательно. Но очень важно научиться находить их объяснение в толковом словарики учебника и других источниках информации.

Рубрика «Твое портфолио» откроет тебе горизонты для самовыражения как уникальной творческой личности. Ведь жанр

(прозаическое произведение, рисунок, аппликация, скульптура, фотография, стихотворение, сенкан, кроссворд, ребус и т.п.) и форму (письмо, альбом, компьютерная презентация и т.д.) представляя сделанного ты будешь выбирать сам.

Химия привлекательна еще и тем, что ее положения и выводы часто можно проверить, выполняя химические опыты. В учебнике есть исчерпывающие инструкции к лабораторным опытам и практическим работам, задания для проведения домашнего химического эксперимента. Выучи правила техники безопасности и выработай у себя навыки безопасной работы с химическими веществами, посудой, оборудованием. Это важно не только при проведении учебных опытов, но и в повседневной жизни.

Обрати внимание на биографические справки и портреты ученых. Ведь вклад каждого из них стал кирпичиком в грандиозном здании современной науки, элементом фундамента развития высоких технологий.

В некоторых параграфах есть рубрика «Химия для любознательных», адресованная семиклассникам, стремящимся углубить свои химические знания и расширить эрудицию. Убеждена, что ты именно такой ученик.

В заданиях к некоторым параграфам я предлагаю тебе сформулировать вопросы, которые возникли у тебя после изучения материала. Так ты сможешь определить, что знаешь и о чем хочешь узнать при дальнейшем изучении химии. Ведь ответы на некоторые из вопросов ты найдешь после изучения определенных тем в следующих классах.

Содержание, предметный и именной указатели, толковый словарь и советы по рациональной организации учебной деятельности помогут тебе эффективно использовать учебник как источник знаний.

Тем не менее ни один учебник не способен удовлетворить потребность любознательного ученика в познании. Используй для самообразования разные источники информации (дополнительную литературу, Интернет, сообщения СМИ). Учись критически воспринимать информацию, проверять и осмысливать ее. Выработывай собственное отношение к ней, аргументируй свою позицию. Это поможет тебе стать успешной, компетентной личностью, настоящим гражданином и патриотом Украины.

Я верю в тебя, УЧЕНИК, и желаю тебе успеха.

*Автор*



# Введение

## §1. ПРЕДМЕТ ХИМИИ. ДЛЯ ЧЕГО НУЖНО ИЗУЧАТЬ ХИМИЮ

После изучения § 1 ты сможешь:

- назвать предмет химии;
- описать место химии среди других наук;
- высказать суждение о применении химических знаний;
- сделать вывод о собственной потребности изучать химию.



Вспомни, какое значение имеют знания о природе в жизни и деятельности человека.

**Химия – естественная наука.** Ты уже знаешь, что к естественным наукам относят физическую географию, астрономию, физику, биологию, экологию и другие. Они изучают объекты и явления природы. А что является предметом изучения химии?

**Химия изучает состав, свойства и превращения веществ, а также явления, которые сопровождают эти превращения.**



Вспомни из курса природоведения:

- отличия простых веществ от сложных;
- физические свойства веществ.

Приведи примеры химических явлений в природе.

Поразмыслим, какое место занимает химия среди других наук. Она обеспечивает их веществами, материалами и современными технологиями. И вместе с тем использует достижения математики, физики, биологии, экологии для собственного дальнейшего развития. Следовательно, химия – центральная, фундаментальная наука (рис. 1.1). Она помо-





Рис. 1.1. Связь химии с другими естественными науками

дает понятие окружающий мир, определить в нем наше место и обеспечить устойчивое развитие человечества.

Все больше стираются границы между химией и другими естественными науками. На границе исследований физических и химических явлений возникли *физическая химия* и *химическая физика*. *Биохимия* – биологическая химия – изучает химический состав и структуру соединений, содержащихся в живых организмах. Она исследует пути и способы регуляции превращений веществ, энергетику процессов, происходящих в клетке и в организме. *Геохимия* – наука о распространности и миграции химических элементов на Земле.

**Химия в окружающем мире.** Химия призвана удовлетворять нужды каждого человека и всего общества. Это означает, что химия – социально ориентированная наука. Она обеспечивает человечество новейшими материалами. Хи-



Рис. 1.2. Моделирование молекулы ДНК

мия создает новые источники и аккумуляторы энергии, изобретает чистые и безопасные технологии. Прогресс медицины и здравоохранения – это решение проблем болезней, лекарств, пищи на химическом уровне.

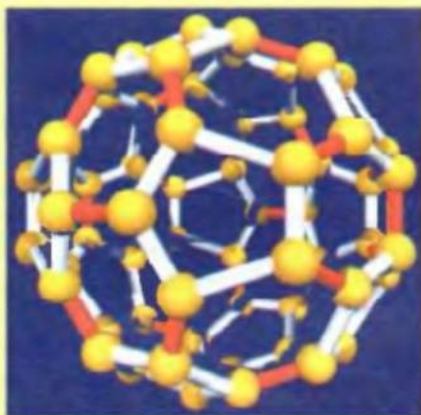
Ключевое направление развития химии – *химический синтез*. Термин «синтез» греческого происхождения и означает «соединять, совмещать». Ты тоже можешь осуществить своеобразный синтез, собирая, например, из блоков Lego модель молекулы жизни – ДНК (рис. 1.2). Ее уникальные свойства, применение и огромное значение ты изучишь на уроках органической химии и биологии.

Химический синтез делает химию творческой наукой и приближает к искусству. Ведь в процессе синтеза химик руководит поведением атомов и молекул – частичек, которые без применения специальных приборов человек увидеть не может.

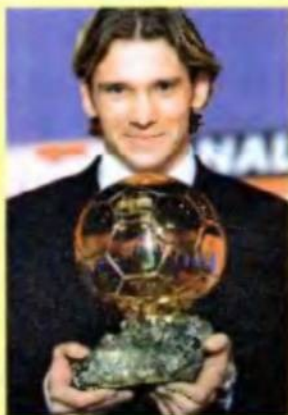
Атомно-молекулярная архитектура (строение) новых синтезированных соединений (рис. 1.3) бесконечно разнообразна. Так же разнообразны их свойства, а следовательно, и применение.



Подумай и объясни, на что похожа форма молекулы бакминстерфуллера. Предложи свое название для этого вещества. Вспомни (см. предисловие), какие источники информации можно использовать для самообразования. Узнай, где используют материалы на основе фуллеренов.



1



2

Рис. 1.3. Атомно-молекулярная архитектура новых синтезированных соединений несколько неожиданна. 1. Молекула бакминстерфуллера (название молекулы запоминать необязательно) состоит из 60 атомов углерода. Уникальные свойства этого вещества широко используют в различных областях науки и техники. 2. Андрей Шевченко с Золотым мячом



Рис. 1.4. «Зеленая» энергетика основывается на достижениях современной химии: 1. В этих батареях солнечная энергия превращается в электрическую. 2. Экологически чистое горючее (биодизель) вырабатывают из растительных масел (рапсового, соевого, пальмового, отработанных подсолнечного, оливкового). 3. Рапс – сырье для изготовления биодизельного горючего

Вещество – только предшественник материала. Поэтому задание *химического материаловедения* – научить вещество работать как материал, определить его характеристики и границы применимости.

Важное направление развития современной химии – *управление химическими процессами*, использование для их регулирования химических факторов и физических воздействий.

А технологический дизайн, низкие энергозатраты, высокую безопасность и экологическую чистоту процесса производства должна обеспечить *химическая технология*.

Предмет *химической энергетики* – разработка высокоэффективных способов преобразования одних видов энергии в другие. Создание энергоемких материалов для накопления и хранения энергии основывается на достижениях современной химической науки (рис. 1.4).

Прогресс химического материаловедения и химической технологии невозможен без надежной *химической аналитики* (от греческого слова, означающего «разложение») и *диагностики* (по-гречески это означает «способность распознавать»). Химический анализ применяют во многих областях – от систем техногенного контроля до медицины и экологии.

*Химия живого* – направление с ярко выраженными ожиданиями, огромным потенциалом, многообещающими перс-



пективами развития. Ведь эта область исследует химические аспекты происхождения жизни, изучает химические процессы, происходящие в живых организмах (рис. 1.5).



Поразмысли, хотел бы ты употреблять в пищу генетически модифицированные (трансгенные) продукты. Определи, чего не хватает тебе для выбора собственной позиции по этому вопросу.

Сейчас одним из приоритетных направлений исследований в химии стала область, которую назвали *зеленая химия* (рис. 1.6). Речь идет о химических процессах, которые осуществляют в условиях, благоприятных для человека и окружающей среды. Это предусматривает, прежде всего, вдумчивый отбор исходных материалов и процессов, которые минимизируют или вообще исключают использование вредных веществ.


Например, появлением съедобной обертки мир обязан женщине. Научный сотрудник службы сельскохозяйственных исследований агрономического управления США Тара Мак-Гью использовала достижения современной химии. Она изобрела обертку, спрессованную из высококонцентрированного плодовоовощного или любого другого пюре. Химическая обработка придала обертке прочность и гибкость. Обертка предотвращает доступ воздуха к пищевым продуктам, но не очень устойчива к действию воды. Она надежно сохраняет продукты в холодильнике, одновременно являясь эквивалентом фруктов, ягод, овощей. К тому же, в отличие от алюминиевой или пластиковой упаковки, разлагается микроорганизмами в окружающей среде.



Рис. 1.5. Химия живого: трансгенные технологии невозможны без достижений современной химии




*Рис. 1.6. «Зеленая химия»: 1 – изготовление съедобной обертки в лаборатории; 2 – символ «зеленой химии»; 3 – съедобная обертка – вкусная, полезная, экологически чистая*

 Поразмысли и объясни, могут ли съедобные обертки заменить другие виды упаковок для пищевых продуктов. Узнай о двенадцати важнейших принципах «зеленой химии», воспользовавшись доступными источниками информации.

**Для чего нужно изучать химию.** Жизнь человека в современном мире сродни спортивному многоборью. Спортсмену-многоборцу необходимо уметь хорошо бегать, плавать, фехтовать, стрелять, ездить верхом и т. д. А это невозможно без гармонического физического развития.

Развитие интеллекта также невозможно без знаний в разных областях. Умение видеть единство природы и находить связи между ее явлениями и человеческой деятельностью – основа гармонического умственного развития. Сообразительность, умение ориентироваться в окружающей действительности, правильное толкование ее проявлений делают человека конкурентоспособным и успешным.

Изучение химии помогает повысить общую эрудицию, а главное, лучше познать себя и окружающий мир. Чем больше человек знает, тем больше стремится к дальнейшему познанию. И тем меньше опасность нанести непоправимый ущерб своему здоровью или окружающей среде.

 Вокруг и внутри нас множество полезных и вредных веществ. Объясни, нужно ли знание химии строителю, врачу, журналисту, домохозяйке и т. д.



### Подведем итоги

Химия изучает состав, свойства и превращения веществ, а также явления, которые сопровождают эти превращения.

Химия – фундаментальная естественная наука, которая занимает центральное место среди других наук.

Изучение химии помогает повысить общую эрудицию, и самое главное – лучше познать себя и окружающий мир.

Знание основ химии необходимо каждому цивилизованному человеку.



### Медиастраничка

Не пожалеешь ли ты усилий на изучение химии, выберешь ли профессию, связанную с ней, – решать тебе.



Нужно ли тебе изучать химию? Проанализируй содержание отрывка из статьи и определи свое отношение к проблеме выбора молодым человеком будущей профессии.

### КТО НА ИСТОРИКА, КТО НА ХИМИКА?

Так уж случилось, что в давнем споре между физиками и лириками – кто важнее – у нас выиграли экономисты и юристы. Специальности, которые имеют рыночную стоимость и до недавнего времени гарантировали реальную возможность устроиться на работу. Сегодня серьезно заговорили о «перепроизводстве» этих специалистов. Но родители, давая советы детям, стоящим перед нелегким выбором профессии, чаще всего не рекомендуют историю, химию, филологию из-за того, что сложно устроиться на работу по специальности, да и зарплаты весьма скромные.

Сереза с детства мечтал стать историком. Он «проглатывал» все книги о Второй мировой войне, которые только удавалось достать, участвовал в школьных олимпиадах по истории, горячо спорил со знатоками на военно-исторических форумах. Но родители отправили его в экономический вуз. «Твоя профессия должна тебя прокормить», – безапелляционно заявил отец.

Учительница химии не могла нахвалиться Ирой. «Из нее получится блестящий ученый», – заявила она родителям девочки, а в ответ услышала: «Да кому они сейчас нужны?!» После выпускного Ира пошла учиться на программиста, как и многие ее одноклассники. Заниматься было сложно и скучно. Студентка быстро потеряла интерес к учебе...





Это невыдуманнные истории из жизни. Какую профессию выбрать – престижную или ту, к которой лежит душа? Что важнее – деньги или любимое дело? Такими вопросами задается сегодня каждый украинский выпускник. А в ответ – навязанное кем-то противопоставление «модно – немодно»... Немодно быть археологом: кто оплатит тебе сезон раскопок нового Теночтитлана или Мохенджо-Даро? Немодно быть философом: кого интересуют твои гениальные теории, если за них даже цветы не купишь любимой девушке? Немодно мыть пробирки и возиться с мышами в лаборатории украинского НИИ. Но исследования-то продолжаются, и если все вокруг станут менеджерами – кто будет эти пробирки мыть? Кто изобретет лекарства от рака и СПИДа? Кто придумает новую теорию Вселенной? Кто обнаружит распы неизвестные параллели между древностью и современностью? Благодаря кому, наконец, мир снова откроет для себя научный и духовный потенциал нашей страны?

По Лине Косточкиной



### Примени свои знания и умения

1. Назови предмет химии.
2. Опиши место химии среди других наук.
3. Приведи примеры профессий, для которых, по твоему мнению, нужны глубокие химические знания.
4. Обоснуй, нужны ли химические знания людям, чьи профессии не связаны непосредственно с химией.



### Твое портфолио



**Сенкан**

**Химия.**

**Интересная,  
разнообразная.**

**Привлекает, обучает,  
синтезирует.**

**Знания химические  
каждому нужны.**

**Наука.**

Так изобразили и описали химию твои ровесники. Какой видишь химию ты? Проиллюстрируй свой взгляд на эту науку.

## § 2. ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ УЧАЩИХСЯ В ХИМИЧЕСКОМ КАБИНЕТЕ. ОБОРУДОВАНИЕ КАБИНЕТА ХИМИИ И ЛАБОРАТОРНАЯ ПОСУДА

После изучения § 2 ты сможешь:

- назвать основное оборудование кабинета химии, лабораторную посуду;
- соблюдать правила поведения в химическом кабинете.



Вспомни правила выполнения опытов по природоведению. Поразмысли:

- а) возможно ли полноценное изучение химии без проведения опытов;
- б) почему кабинет химии – кабинет повышенной опасности.

Чтобы безопасно и эффективно работать в кабинете химии, выучи и неуклонно выполняй

### ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ УЧАЩИХСЯ В ХИМИЧЕСКОМ КАБИНЕТЕ

1. Входи в химический кабинет и лаборантскую комнату только с разрешения учителя.
2. Веди себя спокойно, чтобы не опрокинуть химическую посуду, приборы, сосуды с реактивами.
3. Рационально организуй свое рабочее место, не загромождай стол лишними предметами.
4. Бережно относись к оборудованию кабинета.
5. Поддерживай чистоту и порядок.
6. Выполняй опыты только по инструкции и указаниям учителя.
7. Перед началом работы проверь наличие необходимого оборудования для опытов и продумай последовательность выполнения каждого из них.
8. Работай сидя, тихо, быстро, но без лишней суеты.
9. Необходимые записи в тетради делай сразу же после выполнения опыта.
10. Соблюдай правила безопасного пользования водопроводом, газом и электрическим током.
11. Выясни, где в кабинете размещены аптечка и противопожарные средства (рис. 2.1). Научись пользоваться ими в случае необходимости.



Рис. 2.1. 1. В школьной химической лаборатории. 2. Знаки, указывающие местонахождение аптечки и противопожарных средств

- ⚠️ Поясни смысл изображенных на рисунке 2.1,2 информационных знаков.  
Вспомни, какие предметы лабораторного оборудования и лабораторную посуду ты использовал на уроках природоведения. Назови правила обращения с ними.

### Оборудование кабинета химии и лабораторная посуда.

Чтобы ознакомиться с лабораторной посудой на практике, выполним несколько простых действий. Снячяля приготoвим раствор хорошо известной тебе в повседневной жизни питьевой соды. Ее химическое название – гидрокарбонат натрия.

- ⚠️ Подумай, можно ли по химическому названию этого соединения определить, какие химические элементы входят в его состав.

Разотрем питьевую соду в порошок. Для измельчения и растирания твердых веществ используют *ступку с пестиком* (рис. 2.2,1).

- ⚠️ Ступа и пест известны тебе и из повседневной жизни, и из фольклора: «...Сидит дед старый, борода в аршин; он сидит в ступе, железным пестом погоняет, а метлой след замечает». (Сказка «Ивашка – Медвежье Ушко»). Вспомни, как называют предметы украинской кухонной утвари – аналоги ступки и пестика. О них и загадку сложили: «Отец из леса, мать с базара, а дети из огорода» (рис. 2.2, 2).

В *пробирку* с помощью щипателя поместим немного питьевой соды (рис. 2.3), растертой в ступке.






Рис. 2.2. 1. Использование лабораторной ступки с пестиком. 2. Украинская кухонная утварь



Рис. 2.3. 1. Штатив с пробирками. 2. Питьевая (пищевая) сода, шпатели. 3. Отбор питьевой соды в пробирку шпателем



Рис. 2.4. 1. Промывалки используют для промывания осадков, ополаскивания посуды, доливания жидкостей малыми дозами до определенного объема. 2. Перемешивание жидкости и твердого вещества в пробирке


 Определи цвет питьевой соды.

Дольем к соде воду из *промывалки* (рис. 2.4,1). Возьмем пробирку в левую руку тремя пальцами близко к отверстию (рис. 2.4,2). Осторожно постучим указательным пальцем




Рис. 2.5. 1. Химические стаканы используют для выполнения простых опытов. 2. Столовый уксус – водный раствор уксусной кислоты. 3. Переливание уксуса из химического стакана в пробирку

правой руки по нижней части пробирки, слегка встряхивая ее таким образом до полного растворения соды.


 Определи цвет раствора пищевой соды.

Теперь возьмем бутылку со столовым уксусом. Из курса природоведения тебе известно, что уксус – водный раствор уксусной кислоты. Нальем уксус в *химический стакан*, а отсюда перельем немного этой жидкости в пробирку (рис. 2.5).

 Определи цвет уксуса.  
Назови другие свойства уксуса, известные тебе из повседневной жизни.  
Объясни, по каким признакам можно отличить уксус от воды.

С помощью *градуированных стаканов* и *колб* можно измеривать жидкости определенного объема.

Теперь прокипятим измельченную краснокочанную капусту и профильтруем полученный раствор (рис. 2.6). Для нагрева жидкостей в лабораторных условиях используют химические стаканы и круглодонные колбы.

 Определи цвет отвара краснокочанной капусты.

Добавим к профильтрованному отвару (фильтрату) немного спирта.

 Объясни, для чего в лаборатории используют пипетки.

Добавим по несколько капель полученного экстракта (от латинского слова *extractum* – «извлеченное») в пробирки со



Рис. 2.6. 1. Краснокочанная капуста. 2. Измельчение. 3. Изготовление отвара. 4. Фильтрация отвара. 5. Добавление пипеткой спирта

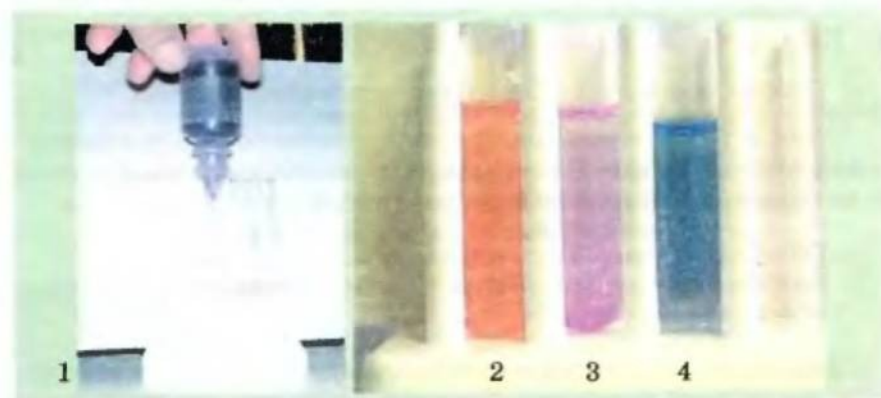


Рис. 2.7. Результат добавления экстракта краснокочанной капусты (1) в пробирки со столовым уксусом (2), дистиллированной водой (3) и раствором пищевой соды (4)

столовым уксусом, дистиллированной (перегнанной) водой и раствором пищевой соды (рис. 2.7).



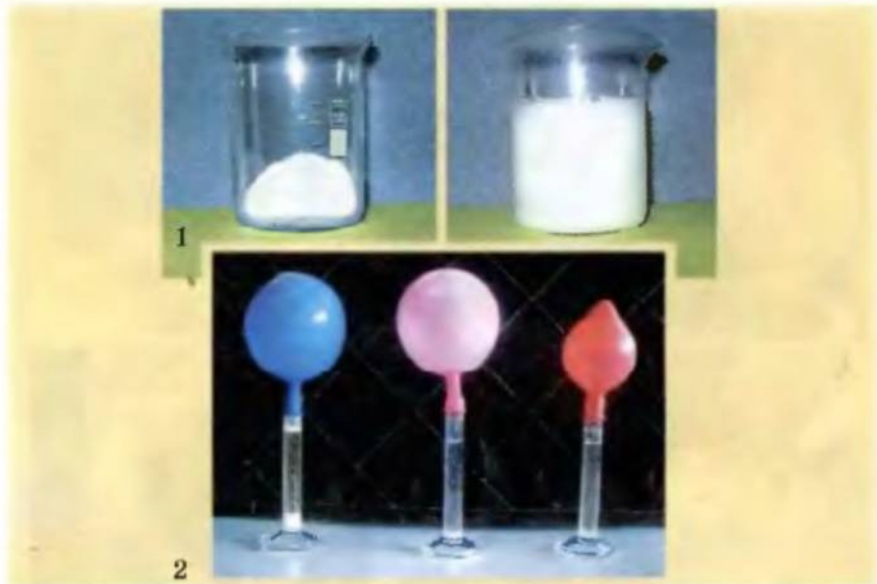


Рис. 2.8. 1. Смешивание пищевой соды с уксусом.  
2. Опыт с воздушными шариками

Вспомни из курса природоведения классификацию явлений на физические и химические. Объясни, какие из исследованных нами явлений – химические.

По окончании опыта помоем посуду.

Поясни, для чего в лаборатории используют ершики.

Одни и те же вещества можно использовать для проведения разных опытов. Например, дольем в химический стакан с пищевой содой немного уксуса (рис. 2.8, 1).

Объясни, почему смесь вспенилась. Назови признак, который указывает на химическую природу исследуемого явления.

Для проведения одного и того же опыта можно использовать разное лабораторное оборудование и посуду. Выполним этот опыт, используя мерные цилиндры и воздушные шарики (рис. 2.8, 2). В мерные цилиндры нальем уксус. А внутрь воздушных шариков поместим пищевую соду. Наденем шарики на мерные цилиндры. Приподнимем шарики так, чтобы пищевая сода высыпалась в мерные цилиндры и смешалась с уксусом. Образующийся в результате химической ре-

акции углекислый газ постепенно наполнит шарики, и их объем увеличится.



Внимательно рассмотри воздушные шарики и содержимое мерных цилиндров. Почему объемы шариков разные? Приведи не меньше двух объяснений этого явления.

А можно обойтись и без химической посуды (рис. 2.9), проведя опыт под открытым небом. Например, смоделировать извержение вулкана.

Этот опыт нужно выполнять, надев защитные очки, под пристрым взглядом взрослых!

На землю следует положить полиэтиленовую пленку (можно использовать мешок для мусора). На нее поместить пластиковую бутылку с питьевой содой. Бутылку с содой надо присыпать почвой так, чтобы образовался конус.

В отверстие бутылки нужно налить уксус и быстро отойти на безопасное расстояние – два-три метра.

После окончания «извержения вулкана» участок, на котором проводили эксперимент, необходимо тщательно убрать.



Рис. 2.9. «Химический вулкан» из питьевой соды и уксуса



Объясни:

- а) для чего под модель вулкана подстилают полиэтиленовую пленку;
- б) почему экспериментатор надевает защитные очки;
- в) почему зрители наблюдают за ходом опыта издалека;
- г) что нужно сделать после окончания эксперимента.



### Подведем итоги

Кабинет химии относится к кабинетам повышенной опасности. Поэтому необходимо неуклонно придерживаться правил поведения в химическом кабинете.

Чтобы правильно и безопасно выполнять опыты, надо знать названия и назначение предметов лабораторного оборудования и посуды.



Рис. 2.10. 1 – химический стакан, 2 – круглодонная колба, 3 – коническая колба, 4 – пробирка, 5 – пробка с газоотводной трубкой, 6 – пипетка, 7 – мерный цилиндр, 8 – спиртовая горелка, 9 – воронка, 10 – стеклянная банка для хранения реактивов, 11 – шпатели, 12 – стеклышко, 13 – весы, 14 – штатив для пробирок, 15 – лопатка для сжигания веществ, 16 – держатель для пробирок, 17 – ступка с пестиком, 18 – термометр, 19 – тигельные щипцы, 20 – фарфоровый треугольник, 21 – стеклянная палочка, 22 – кристаллизатор, 23 – треножник, 24 – промывалка, 25 – фарфоровая чашка



### Примени свои знания и умения

1. Сравни с обобщенным перечнем (рис. 2.10) химическую посуду и лабораторное оборудование, упоминавшиеся в тексте параграфа. Найди отличия.
2. Химические сюжеты вдохновляют художников. Назови химическую посуду, которую они изобразили (рис. 2.11).





Рис. 2.11. Химические сюжеты вдохновляют художников



Рис. 2.12. Мерные цилиндры

3. Определи объем воды, который содержится в мерных цилиндрах (рис. 2.12).



### Твое портфолио

Литературный герой рассказов сэра Артура Конан Дойля, детектив викторианской эпохи Шерлок Холмс стал первым вымышленным литературным персонажем, получившим титул почетного профессора. В Лондоне Королевское химическое общество обнародовало заявление о том, что Шерлок



Холмс – первый, кто предложил идею использования химии в расследовании преступлений. Так, в ознаменование сотой годовщины со дня выхода в свет книги Конан Дойля «Собака Баскервилей», Шерлока Холмса «назначили» почетным профессором Королевского химического общества, сообщило Би-Би-Си (октябрь, 2002).

Артур Конан Дойль в ряде рассказов (в частности, в «Этюде в багровых тонах») описал химическую лабораторию Шерлока Холмса и опыты, которые он проводил. По материалам этих произведений подготовь презентацию «Шерлок-химик».

Сформулируй советы великому сыщику, исходя из изученных правил поведения учеников в кабинете химии.

### § 3. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ИСТОРИИ ХИМИИ

После изучения § 3 ты сможешь:

- назвать истоки химических знаний;
- объяснить происхождение слова «химия»;
- описать важнейшие этапы развития химии;
- высказать суждение относительно истории развития химических знаний.

**Откуда произошла химия.** Химия имеет двойное происхождение. Ее корни – в старинных ремеслах и философских представлениях Древнего мира. Основой для накопления фактического материала в химии были разнообразные ремесла. Прежде всего, производство стекла и керамики, металлургия, фармация и парфюмерия, получение красителей и техника крашения. Для переработки органических веществ использовали брожение. Тем не менее, независимо от практического применения полученных знаний, человечество стремилось постичь окружающий мир. Это обусловило развитие теоретических представлений химии.

**Что же означает слово «химия»?** Название «химия» впервые применили в Древнем Египте для обозначения «священного тайного искусства» жрецов. Считают также, что это название происходит от древнеегипетского слова «chemi» или «chuma», означающего «чернозем». Страна Хем – название Древнего Египта. Этому слову соответствует латинское «humus», т. е. «земля» (вспомни из курса природоведения, что такое гумус).

Значение древнегреческого слова «химос» – «сок». А «химма», или «хюма», переводят как «литье» (а также «поток», «река»). Производное от этого слово «химсвсис» означает



Рис. 3.1. Кристаллы нашатыря

«смешивание». Возможны, конечно, и другие объяснения происхождения названия «химия». Так, на древнекитайском языке «ким» – «золото».

Греческий философ и натуралист Зосимус Панополитанский (вторая половина IV в. н. э.) впервые употребил термин «химейя». Им Зосимус обозначал такие процессы, как «настаивание», «наливание». Так или иначе, происхождение слова «химия» связано с веществами и их переработкой для потребностей человека.

В разных европейских языках слово «химия» имеет подобные звучание и написание: «chemistry» – по-английски, «Chemie» – по-немецки, «chimie» – по-французски, «chimica» – по-итальянски, «química» – по-испански и по-португальски, «кем» – по-шведски и по-датски, а на турецком языке химия – «kimya».



До 1928 г. в украинском языке употреблялись слова «хемія», «хемічний». Сейчас украинские ученые дискутируют относительно целесообразности замены термина «хімія» на «хемія». Приведи аргументы в пользу такой замены или против нее.

**Важнейшие этапы развития химии.** Немало веществ дошло до наших дней из глубокой древности. Проследим исторический путь одного из них – нашатыря (хлорида аммония).

Вероятно, еще в доалхимический период первобытные люди обращали внимание на пушистые игольчатые налеты нашатыря в пещерах и трещинах земной коры. Как продукт возгонки нашатырь встречается в кратерах вулканов и пустотах между массивами застывшей лавы. В природе существуют и достаточно крупные кристаллы этого вещества (рис. 3.1).

В Древнем Египте жрецы получали бесцветные кристаллы хлорида аммония из сажи дымоходов печей, отапливае-





Рис. 3.2. В современной лаборатории (1) опыты с летучими веществами (2) проводят под тягой. Алхимики (3) поступали так же

мых верблюжьим пометом. В одном из оазисов Ливийской пустыни располагался храм бога Аммона. Во время ритуалов жрецы Аммона использовали испарения нашатыря (хлорида аммония). Это оказывало ошеломляющее действие на всех участников богослужения.

С III в. н. э. пачался алхимический период в истории химии. В напрасных поисках так называемого философского камня, который якобы превращает металлы в золото, зародилась экспериментальная химия. Углубились и расширились знания о веществах и химических процессах.

В 641 г. н. э. в Египет вторглись арабы и вскоре покорили всю страну. Благодаря им египетское «хеми» трансформировалось в слово «аль-химия», которое позднее позаимствовали европейцы. Так в европейских языках возникли термины «алхимия» и «алхимик».

Кстати, название «нашатырь» также происходит от арабского «нушадир».

Каждый раз алхимики с удивлением и мистическим ужасом наблюдали образование белого дыма при смешивании двух едких бесцветных газов – аммиака и хлороводорода. Они считали, что в воздухе встречаются два «духа». А бой

между ними заканчивается пролитием их «крови» – образованием белого дыма и налета на окружающих предметах.

**Выполним и мы этот опыт.** Поставим рядом открытые склянки с концентрированной хлороводородной кислотой и раствором аммиака. Оба реактива летучи, имеют резкий запах, раздражают дыхательные пути. Поэтому опыт проведем в вытяжном шкафу (рис. 3.2).

В 1673 году английский физик и химик Роберт Бойль (рис. 3.3) наблюдал и описал, как над горящим сухим навозом «дымится» палочка, смоченная соляной (хлороводородной) кислотой. «Дым» был результатом образования мелких кристалликов нашатыря (хлорида аммония).



Поразмысли и определи, какой газ в опыте, описанном Бойлем, выделялся из навоза, а какой – из соляной кислоты.

Работы Бойля имели большое значение для становления химии как науки. В книге «Химик-скептик» он сформулировал основную задачу химии – исследование состава разных физических тел, поиск новых химических элементов.

В этот период (XVII–XVIII вв.) расширились практические знания о веществах. В исследованиях использовали экспериментальный метод.



Рис. 3.3. 1. Бойль Роберт (1627–1691) – английский химик, основатель аналитической химии. Главную задачу химии видел в изучении состава веществ и зависимости свойств вещества от его состава. Он в значительной мере изменил содержание понятия «элемент» в химии, был сторонником атомизма. 2. Шталь Георг Эрнст (1660–1734) – немецкий химик, создатель теории флогистона





Рис. 3.4. 1. Антуан Лоран Лавуазье (1743–1794) – французский химик. Автор кислородной теории горения, один из авторов новой химической номенклатуры. Открыл закон сохранения массы, предложил первый перечень химических элементов. Автор учебника «Элементарный курс химии». 2. Михаил Васильевич Ломоносов (1711–1765) – русский ученый-энциклопедист. Основатель Московского университета. Разрабатывал атомистическую теорию, открыл (но не обнаружил) закон сохранения массы. Ввел в химию использование методов количественного анализа.

Первой (хотя и ошибочной) теорией научной химии была предложенная Георгом Шталем (рис. 3.3.2) теория флогистона (XVIII в.). Ученые считали, что во всех способных гореть веществах содержится особая невесомая субстанция – флогистон (теплород). И что именно флогистон выделяется из веществ во время горения. Флогистонная теория была главным условием и движущей силой развития учения об элементах. Она способствовала полному освобождению химии от алхимии. Именно во время почти столетнего господства флогистонной теории завершилось начатое Бойлем превращение алхимии в химию.

К концу XVIII в. в химии был накоплен большой объем экспериментальных данных, которые необходимо было систематизировать в рамках единой теории. Создателями такой теории стали французский химик Антуан Лоран Лавуазье и русский ученый Михаил Васильевич Ломоносов (рис. 3.4). Они применяли точные измерения при изучении химических реакций. Это позволило опровергнуть теорию флогистона, выявить суть процессов горения и дыхания, сформулировать закон сохранения массы.

Блестящие успехи количественных методов исследования веществ привели к фундаментальным изменениям в химии.



Английский химик Джон Дальтон (рис. 3.5) экспериментально подтвердил атомистическую теорию. Период количественных законов (атомно-молекулярной теории) продолжался с 1789 по 1860 г.

С первой половины XIX в. химия начала стремительно развиваться. С увеличением объема знаний о веществах и их свойствах выделились ее определенные области.

На современном этапе развития естественных наук (с XX в.) появились принципиально новые физические методы исследования. Это предоставило химикам невиданные прежде возможности для изучения веществ.

В нынешнем XXI в. триумфальное шествие химии продолжается. Ее высшая цель – удовлетворять потребности каждого человека и всего общества.

А нашатырь, как и множество других соединений, во все времена использовался людьми. В прежние времена светские дамы всегда имели при себе флакончики с «нюхательной солью» – нашатырем. Его продолжают использовать для получения неорганических и органических веществ. При паянии и лужении почти невозможно обойтись без хлорида аммония. Еще со времен Авиценны (Абу Али Ибн Сины) медики применяют нашатырь (хлорид аммония) в составе мочегонных и отхаркивающих средств. Большинство солевых электрических батареек также содержит это соединение.

Применение нашатыря – лишь один из множества примеров, которые подтверждают крылатое выражение М.В. Ломоносова: «Широко простирает химия руки свои в дела человеческие». Тем не менее следует помнить, что любые сегодняшние успехи прикладной химии основаны на достижениях химической науки. А потому фундаментальные исследования – «знания ради знаний» – особенно ценны для человечества.



Рис. 3.5. Дальтон Джон (1766–1844) – английский физик и химик. Создал атомно-молекулярную теорию, ввел понятие атомной массы и провел первые определения атомных масс



### Подведем итоги

Истоки химических знаний – в старинных ремеслах и философских представлениях Древнего мира.



Происхождение слова «химия» не имеет однозначного толкования. Тем не менее, так или иначе, оно было связано с веществами и их переработкой для потребностей человека.

До III в. н. э. длился *доалхимический* этап развития химии. Теоретические и практические знания о веществах развивались относительно независимо друг от друга. В течение *алхимического* периода (III–XVI вв.) зародилась экспериментальная химия, накопились знания о веществах.

С XVII в. началось *становление химии как науки*. Современный этап развития химии берет начало в XX в. и длится до наших дней.

Сегодняшние успехи прикладной химии основаны на достижениях химической науки. Поэтому фундаментальные исследования – «знания ради знаний» – особо ценны для человечества.



### Прими свои знания и умения

1. Назови истоки химических знаний.
2. Объясни происхождение слова «химия». Какое из его значений, приведенных в параграфе, по твоему мнению наиболее полно отражает суть этой науки.
3. Опиши важнейшие этапы развития химии.
4. Обоснуй, какие достижения химии – прикладные или фундаментальные – более ценны лично для тебя.
5. Определи, о каком веществе идет речь в строках: «Есть даже аммиачная соль, которую химики обычно добывают, по свидетельству Селнерта, так: пять частей человеческой мочи, одна часть обычной соли, и полчасти сажи деревьев варятся, пока не придут к лишению всей влажности; потом [масса] расплавляется и коагулируется. А перегонка у химиков происходит почти так же, как и очищение, разве что при очищении применяются сосуды с отверстиями, из которых выходят жидкости, а в перегонке – сосуды без отверстий. И, как при очищении, пары, поднявшиеся вверх, конденсируются в жидкость, так при перегонке сухие испарения поднимаются и, коагулированные, прилипают в верхней части сосуда. Эта соль – легчайшая» (Феофан Прокопович. Философский твор. Том II. Naturфилософия. Частина III. Книжка III).
6. Узнай об E-числах, в частности о химическом составе и применении пищевой добавки E 510. Разрешено ли использование этой добавки в Украине?



## Твое портфолио

Так художники и поэты в разные времена изображали занятия алхимией:



Здесь солнца луч в цветном окне  
 Едва-едва заметен мне;  
 На полках книги по стенам  
 До сводов комнаты моей.  
 Они лежат и здесь и там,  
 Добыча пыли и червей;  
 И полук ржд, уби и сир,  
 Хранит реторт и банок хлам  
 И инструменты по стенам.

(Иоганн Вольфганг Гете. Фауст /  
 Перевод Николая Холодковского)

А какой видишь лабораторию алхимика ты?



## Медиастраничка

Проанализируй отрывки из фундаментальной пятитомной «Истории украинской культуры», созданной под руководством и под общей редакцией Президента Национальной академии наук Украины Б.Е. Патона (К.: Наук. думка, 2001. – Т. 1), определи и назови истоки химических знаний в Киевской Руси.

### ИСТОРИЯ УКРАИНСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Реальные знания в области химии средневековое естествознание черпало из производственной практики, связанной с превра-





*Рис. 3.6. Св. Дмитрий Солунский. Мозаика Михайловского Златоверхого собора (вследствие неблагоприятных исторических обстоятельств оказалась за пределами Украины). Хранится в Гретьяковской галерее, в Москве. Возвращение в Украину когда-то вывезенных из нее реликвий — неотъемлемая составляющая общего дела возрождения святцыи)*

свыше 20 синего, столько же желтого, 15 зеленого, 10 розового. Как видим, существовала хорошо разработанная технология цветного стекла.

Химические знания оказываются необходимыми и в других сферах деятельности, например военной. В Руси знали так называемый греческий огонь — легковоспламеняющееся вещество, которое бросали в специальных сфероконических сосудах — своеобразных зажигательных бомбах старобытности. Через половцев наши предки познакомились с порохом, изобретенным китайцами, но использовали его с целью устрашения; собственно огнестрельное оружие появилось в конце XIII—XIV вв.

щением одних веществ в другие. Речь идет о развитии металлургии, стекольной промышленности и т. п. Эта деятельность предусматривала овладение данными относительно свойств веществ, которые применяли в процессе переработки. Так было и в Киевской Руси, которая имела хорошо развитую промышленность.

...Так, наши предки хорошо знали технические приемы превращения веществ (например, руды в металл).

Еще красноречивее выглядит состояние стеклопроизводства и так или иначе связанных с ним областей. Речь идет об изготовлении цветного стекла и стеклянных масс, которые применяли в других сферах производства (производство бусин, стеклянных браслетов, посуды и т. п.), а также в строительстве (изготовление глазурованных плиток, которыми украшались храмы, дворцы).

...Еще более сложным было изготовление смальты для декоративных мозаик в древнерусских храмах. В Киевской Руси существовали специальные мастерские, открытые, в частности, в Киеве, на территории Печерского монастыря. Это производство отмечалось особым богатством красок.

Так, например, мозаики Михайловского Златоверхого собора (XI—XII вв.) демонстрируют полтораста оттенков основных цветов (рис. 3.6):

...Производственные промыслы нуждались в определенных химических знаниях, необходимых для изготовления растворов, выделки кожи, прашения тканей. В связи с врачебной практикой развивалась химия лекарства, а вместе с иконописью – химия красок. ...Для примера приведем рецепт из рукописных сборников XV в., язык которых выразительно указывает на украинское происхождение. Так, в одном из этих сборников читаем: «Возьми желток яичный. Только же возьми ртути и положи в то яйцо и постави в гной сухой. И держи мыть, и выйми вон и пиши, что хочешь».

Подобные писанные рецепты-инструкции из рукописных сборников XI–XV вв. позволяют утверждать, что имеем дело уже не только с практическими химическими операциями, а с представлениями о технологии химических операций.



## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1

### ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ В ХИМИЧЕСКОМ КАБИНЕТЕ. ПРИЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ЛАБОРАТОРНОЙ ПОСУДОЙ, ШТАТИВОМ И НАГРЕВАТЕЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ. СТРОЕНИЕ ПЛАМЕНИ



Запиши в предназначенной для этого тетради дату, название практической работы и ее цель.

Ты уже понял необходимость соблюдения правил поведения учеников в кабинете химии. Для успешного выполнения опытов выучи и неуклонно выполняй **ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ В ХИМИЧЕСКОМ КАБИНЕТЕ**.



Изучая эти правила, ставь к каждому из них вопрос «Почему?» и старайся найти ответ на него.

1. Работай в халате. Используй по указанию учителя средства индивидуальной защиты – резиновые перчатки, защитные очки.
2. Выполняй опыты только по инструкции, под присмотром учителя или лаборанта.
3. Внимательно прочитай надпись на этикетке сосуда, прежде чем взять вещество для опыта.
4. Слянки и банки с реактивами держи закрытыми. Сосуд, из которого взял реактив, сразу закрой пробкой и поставь на место.
5. Не меняй местами пробки от сосудов с реактивами.
6. Сосуд с реактивом держи этикеткой к ладони.
7. Наливая жидкость, снимай каплю с шейки сосуда.



8. Если в инструкции нет конкретных указаний, жидкости бери объемом 1–2 мл, твердые вещества – чтобы лишь покрыть дно пробирки.
9. Излишки реактивов не пересыпай и не переливай в сосуды, из которых они были взяты. Ссыпай или сливай их в специально предназначенные для этого банки и склянки.
10. Насыпай и наливай реактивы над столом. Не рассыпай твердые вещества, не проливай жидкости.
11. Не пробуй вещества на вкус!
12. Определяя запах вещества, не вдыхай глубоко, не наклоняйся над сосудом. Осторожно направляй к себе пары или газ движениями ладони.
13. Будь особенно осторожным при работе с едкими, легко воспламеняющимися, ядовитыми веществами.
14. Будь особенно осторожным при работе с нагревательными и электрическими приборами.
15. После окончания работы убери свое рабочее место и тщательно вымой руки.

Освой также приемы обращения с лабораторной посудой и оборудованием.



Внимательно рассмотри выданные тебе для работы лабораторное оборудование, химическую посуду и реактивы. Запиши их названия.

Выполни опыты согласно изученным правилам **1–12** (номера правил указаны в скобках в тексте инструкции).

### **Опыт 1. Растворение пищевой соды в воде**

*Шпателем* или *ложечкой* насыпь в чистую сухую *пробирку* немного (**8**) *пищевой соды*. Определи, имеет ли пищевая сода запах (**12**).

Долей в пробирку из *промывалки* немного (**8**) дистиллированной воды. Возьми пробирку близко к отверстию тремя пальцами (большим, указательным и средним) левой руки. (Если ты левша, выполни это действие правой рукой.) Указательным пальцем другой руки осторожно постукивай по нижней части пробирки до полного растворения пищевой соды.

**Запомни!**

**Нельзя закрывать отверстие пробирки пальцем и встряхивать ее!**

**Так можно получить тяжелый химический ожог кожи.**



Определи, имеет ли раствор питьевой соды запах (12). Поставь пробирку с раствором в предназначенный для этого штатив.

Кратко опиши (или нарисуй) свои действия и наблюдения, например так:

Питьевая сода (белые кристаллы на дне пробирки) + дистиллированная вода ( $\approx 2$  мл)  $\xrightarrow{\text{перемешивание}}$  бесцветный раствор без запаха.

### Опыт 2. Взаимодействие питьевой соды с уксусом

Налей (7) в чистую сухую градуированную пробирку уксус объемом 4 мл.

Можно использовать и обычную пробирку: высота столбика жидкости в ней должна быть равна приблизительно 4 см. Определи, имеет ли уксус запах (12).

Перелей (7) половину уксуса в пробирку с раствором соды. Наблюдай за изменениями, происходящими в пробирке. Поставь пробирку в штатив.

Держа как можно ближе к отверстию (почему?) пробирку с остатками уксуса, закрой ее пробкой (почему это нужно сделать?). Помни, что пробка не должна входить в отверстие пробирки слишком туго (почему?)! Поставь пробирку с уксусом в штатив.

Кратко опиши (или нарисуй) свои действия и наблюдения.

### Опыт 3. Обращение с пластиной для капельного анализа

Пипеткой (рис. 1, 1) в одну ячейку пластины (рис. 1, 2) внеси 5 капель дистиллированной воды, а в другую – 5 капель уксуса. В каждую ячейку добавь по 1 капле сока сысклы или красного винограда. Сравни цвета растворов в ячейках. Стеклойной лопаточкой добавь к растворам немного питьевой соды. Произошли ли изменения? Какие?

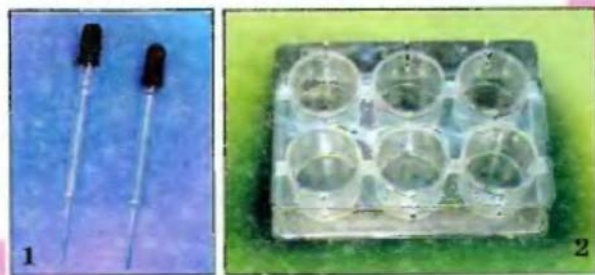


Рис. 1. Пипетки (1) и пластина для капельного анализа (2)

Кратко опиши (или нарисуй) свои действия и наблюдения.

### Опыт 4. Изучение строения пламени

Прежде чем начать работу с нагревательным прибором, убери со стола воспламеняющиеся вещества и материалы. Застегни халат на все пуговицы. Прими меры, чтобы избежать возможного воспламенения волос.

Для нагревания в лаборатории используют спиртовку (рис. 2, А), газовую горелку (рис. 3, А) или сухое горючее (рис. 4). Определи, какой нагревательный прибор выдан тебе для работы, ознакомься с его строением и правилами пользования им.

Перед зажиганием *спиртовки* (рис. 2, А) проверь наличие спирта в ее резервуаре (1) и качество фитиля (2). Спирт (5) должен заполнять резервуар на  $\frac{1}{3}$ – $\frac{2}{3}$  его объема. Нужно, чтобы фитиль был одинаковой толщины, свободно касался дна резервуара и не очень туго держался в трубочке (3). Спирт можно наливать только в погашенную спиртовку (почему?).

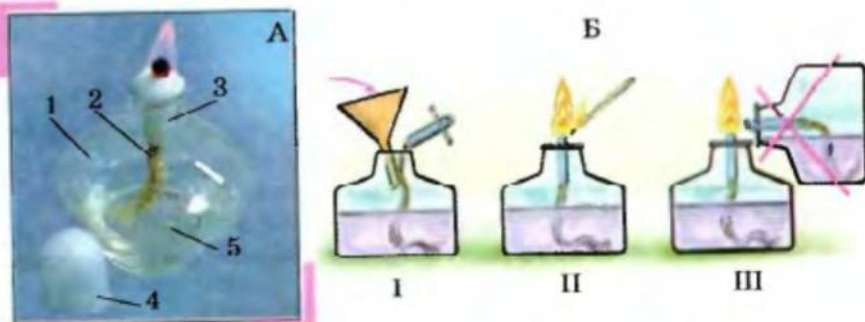


Рис. 2. А. Спиртовка: 1 – резервуар; 2 – фитиль; 3 – трубочка; 4 – колпачок; 5 – спирт. Б. Схема заполнения резервуара спиртом (I), правильного (II) и неправильного (III) зажигания спиртовки

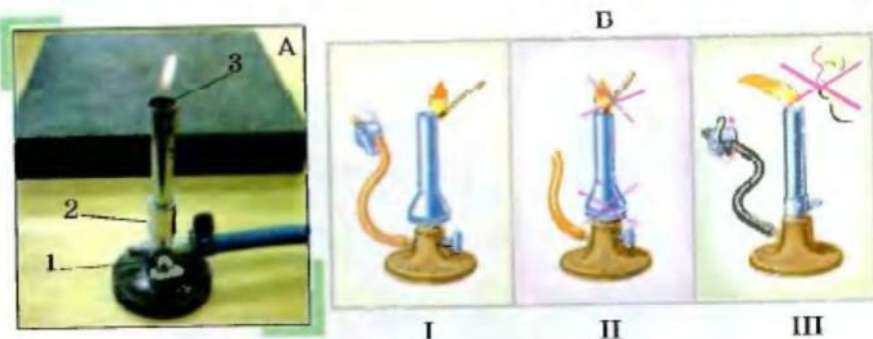


Рис. 3. А. Газовая горелка: 1 – винт подачи газа; 2 – регулятор; 3 – отверстие горелки. Б. Схема правильного (I) и неправильного (II) зажигания и гашения (III) газовой горелки

Чтобы зажечь спиртовку, сними колпачок (4), расправь фитиль и поднеси к нему зажженную спичку. Не зажигай спиртовку от другой зажженной спиртовки! Не дуй на пламя спиртовки, чтобы погасить его (почему?)!

Изменить высоту пламени спиртовки можно (когда спиртовка не горит) перемещением фитиля в трубке. Для прекращения горения спирта накрой пламя колпачком, поднося его сбоку.

Перед зажиганием *газовой горелки* (рис. 3, А) убедись в отсутствии неисправностей прибора и повреждений трубок, присоединенных к крану газопровода.

Чтобы зажечь горелку, выполни такие действия.

1. Присоедини горелку с помощью шланга к газовому крану.
2. Открой винт подачи газа на 1–2 оборота от исходного положения.
3. Чтобы предотвратить загорание газа внутри горелки, регулятором перекрой поступление воздуха.
4. Зажги спичку и открой газовый кран.
5. Зажженную спичку поднеси сбоку к отверстию горелки.
6. Когда газ воспламенится, отрегулируй поступление воздуха так, чтобы пламя стало голубым, не светящимся.
7. С помощью винта отрегулируй высоту пламени – 8–10 см.
8. Установи регулировочными винтами высоту пламени и интенсивность сгорания газа.
9. Погаси пламя поворотом газового крана.

На керамическую плитку помести таблетку (или кусочек) *сухого горючего* (рис. 4) и подожги. Не дуй на пламя, чтобы погасить его (почему?)! Для прекращения горения сухого горючего накрой пламя колпачком, поднося его сбоку.

Зажги спиртовку (газовую горелку, сухое горючее). Внимательно рассмотри пламя. Однородно ли оно? Сколько в пламени зон?

Внеси в верхнюю часть пламени лучинку. Быстро ли она загорелась?

Внеси в нижнюю часть пламени другую лучинку. Загорелась ли она? Где именно обуглилась лучинка? Погаси нагревательный прибор.



Рис. 4. Сухое горючее



Кратко опиши (или нарисуй) свои действия и наблюдения.  
Сделай вывод, какая зона пламени самая горячая. В какой части пламени нужно проводить нагревание?

### Опыт 5. Нагревание жидкости в пробирке

Возьми пробирку, в которой ты уже смешал питьевую соду и уксус. Закрепи ее возле отверстия в *пробиркодержателе*. Зажми пробирку не очень сильно (почему?), но так, чтобы она не выпала.

Не касайся дном пробирки относительно холодного и мокрого фитиля спиртовки. Не нагревай пробирку выше уровня жидкости. Все это может привести к растрескиванию стекла!

Не заглядывай в сосуд, в котором нагреваешь вещество (почему?)!

Направляй отверстие пробирки в сторону от себя и других работающих. Сначала двумя тремя движениями прогрей всю пробирку, все ее содержимое.

Нагрей жидкость в пробирке до кипения. Как только ощутишь толчки жидкости в пробирке, прекрати нагревание и погаси пламя.

После охлаждения поставь пробирку с жидкостью в штатив.

Также вещества в разной химической посуде малого объема нагревают с помощью лабораторного школьного *электронагревателя*.

Перед включением электронагревателя проверь соответствие напряжения в сети величине, указанной на корпусе прибора. Убедись, что изоляция электрических проводов не повреждена. Не касайся нагретого прибора. Не допускай загрязнения спирали нагревательного элемента. После окончания нагревания немедленно выключи прибор.

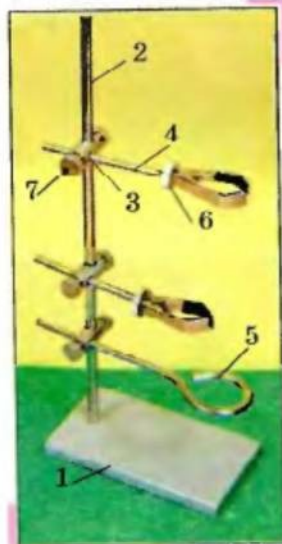


Рис. 5. Штатив: 1 – подставка; 2 – стержень; 3 – муфта; 4 – держатель; 5 – кольцо; 6 – винт держателя; 7 – винт муфты

### Опыт 6. Обращение с лабораторным штативом

По рисунку 5 ознакомься со строением лабораторного штатива.

Выполни такие действия:

1) ввинти стержень в подставку;

- 2) закрепи **муфты** на стержне штатива;
- 3) закрепи в одной муфте **держатель**, а в другой – **кольцо**;
- 4) закрепи пробирку вертикально в держателе;
- 5) передвинь вверх по стержню муфту с держателем;
- 6) закрепи пробирку под углом  $45^\circ$ ;
- 7) поставь на кольцо штатива **фарфоровую чашку**;
- 8) сними фарфоровую чашку, помести на кольцо штатива **огнеупорную сетку** и поставь на нее **химический стакан**;
- 9) верни посуду на место, разбери штатив.

Проанализируй результаты, полученные тобой при выполнении работы. Сравни их с поставленной целью. Какие из приобретенных знаний и умений ты считаешь для себя самыми важными?



### Примени свои знания и умения

1. По рисунку 6.1, 1 объясни содержание изображенных на нем информационных знаков. Ознакомься (под присмотром взрослых) с бытовыми химикатами. Определи, содер-

1



2



3



4



Рис. 6.1. 1. Информационные знаки. 2. Выполнение опытов с использованием едких веществ. 3. Ознакомление с запахом вещества.

4. Ученик перед началом работы

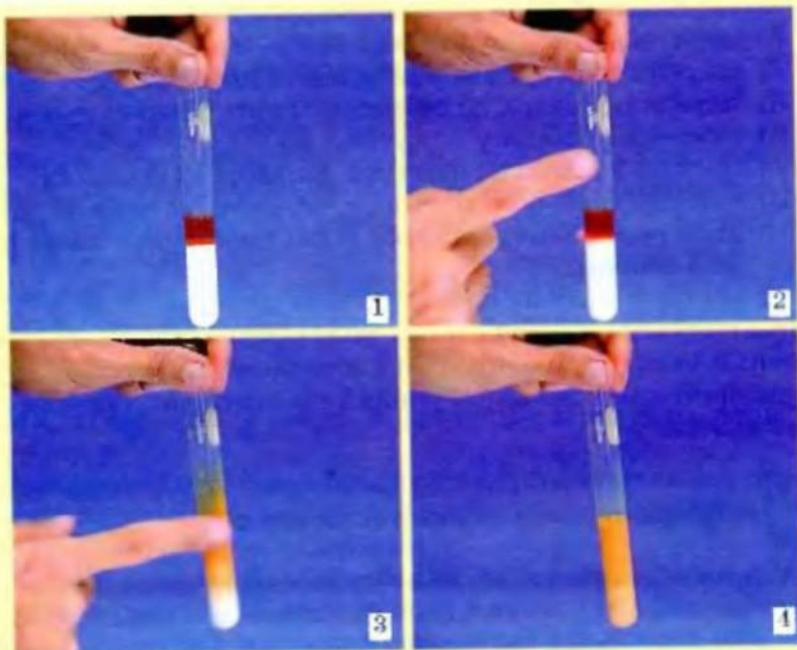


Рис. 6.2. Перемешивание веществ в пробирке (1–4)

жаты ли их этикетки информационные или предупреждающие знаки. Обоснуй, какие меры безопасности нужно принять при их хранении и использовании.

2. Рассмотрите рисунки 6.1, 2–6.1, 4 и объясните, какие ошибки допустили ученики во время работы в лаборатории.
3. Рассмотрите рисунок 6.2 и опишите, как правильно перемешивать жидкости в пробирке. Подумайте и объясните: а) какие пищевые продукты можно использовать для демонстрации этого опыта; б) какая из жидкостей, изображенных на рисунке, имеет большую плотность.
4. Продемонстрируйте, используя флакон с духами, как правильно знакомятся с запахом веществ.



# Тема 1

## ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

### § 4. ВЕЩЕСТВА.

#### ЧИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА И СМЕСИ

После изучения § 4 ты сможешь:

- различать физические тела, вещества, материалы, чистые вещества и смеси.

**Вещества и материалы.** «Чтобы о чем-то узнать, надо уже что-то знать», – утверждал писатель-фантаст Станислав Лем. Вспомним, что тебе известно о телах и веществах из курса природоведения.

**Вещество** – это всё, что имеет определенную массу и занимает тот или иной объем в окружающем пространстве.

Тела состоят из веществ и имеют определенную форму, размер, объем, массу. Из одного и того же вещества можно изготовить разные физические тела.



Рассмотри рисунок 4.1 и назови материал, из которого изготовлены скульптуры. Правильно выполнить задание тебе помогут знакомые с детства строки литературного произведения:

Мороз так и трещал, снег хрустел, снеговик радоваться да радоваться бы, так нет! И погода переменилась, началась оттепель. Зазвенела капель, а снеговик таял на глазах...

*Ханс Кристиан Андерсен. Снеговик*



Рис. 4.1. Скульптуры

Объясни, являются ли скульптуры физическими телами.

Ореста и Андрей не смогли прийти к общему мнению. Ореста утверждала, что физическим телом может быть только тот предмет, который имеет подобие тела человека, например кукла. Андрей пытался объяснить ей, что понятие «физическое тело» значительно шире. А как ты считаешь? Обоснуй свою позицию по этой проблеме.

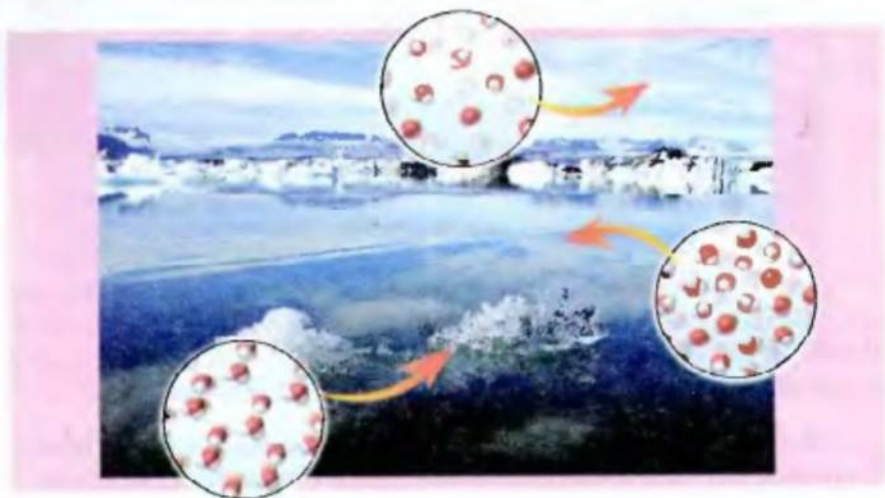


Рис. 4.2. Вода в разных агрегатных состояниях



Объясни, что изображено на рисунке 4.2. Назови свойство, которое и обуславливает, и ограничивает применение этого вещества как материала для изготовления скульптур. Расскажи, из чего традиционно изготавливают скульптуры.

**Материал** – это вещество или комбинация веществ, обработанная или созданная человеком для изготовления определенного объекта с полезными функциями.

Вещество становится материалом лишь тогда, когда из него изготавливают вещи, которые удовлетворяют потребности человека.

Дерево, мрамор, глина, песок, гранит и т. п. – материалы естественного происхождения (рис. 4.3).

Чугун, бронза, цемент, вискоза, кевлар, стекло, полиэтилен, капрон, нанотрубки – материалы, созданные человеком (рис. 4.4).





Рис. 4.3. «При изучении наук примеры полезнее, чем правила» (Исаак Ньютон): 1 – памятник княгине Ольге, св. равноапостольным Кириллу и Мефодию, св. апостолу Андрею Первозванному. Материал – мрамор; из дерева изготавливают мебель (2) и бумагу (3); 4 – бриллиант – ограненный алмаз; 5 – глина и керамические изделия

**Чистые вещества и смеси.** Ты уже знаешь, что различают индивидуальные вещества и смеси. А любой реальный объект – это комбинация нескольких (часто многих) веществ. Даже вещество, которое принято считать чистым, содержит опрделсшные примеси. Химические реактивы, например, классифицируют по степени чистоты. Содержание основного вещества в так называемых чистых реактивах превышает 98 %. «Чистые для анализа» реактивы содержат примесей не более 1 %. А в «особо чистых» реактивах доля примесей составляет менее 0,00001 %.

Одно из важнейших заданий современной химии – получение сверхчистых веществ. Ведь без них невозможно





Рис. 4.4. Материалы, созданные человеком: 1 – бронза и чугун; 2 – цемент и бетон; 3 – кевлар; 4 – полиэтилен; 5 – капрон

развитие высоких технологий, в частности микроэлектроники.

В луче света ты можешь даже невооруженным глазом увидеть множество пылинок:

Вот посмотри: всякий раз, когда солнечный свет проникает  
 В наши жилища и мрак прорезает своими лучами,  
 Множество маленьких тел в пустоте ты увидишь; мелькая,  
 Мечутся взад и вперед в лучистом сиянии света...

*Тит Лукреций Кар. О природе вещей /  
 Перевод Ф.А. Петровского*

А так частички пыли выглядят при увеличении (рис. 4.5). Обрати внимание на их форму и размер. Очевидно, что необходимо использовать как традиционные (назови их), так и



Рис. 4.5. Так выглядят частицы пыли при увеличении



Рис. 4.6. «Чистая комната»



Рис. 4.7. Молочный сепаратор

новейшие (назови их) средства для уменьшения содержания пыли в воздухе.



Вспомни, какие газы входят в состав воздуха. Является ли воздух однородной смесью?

Выполнять некоторые высокоточные технологические операции возможно только в так называемых чистых комнатах (рис. 4.6). «Чистая комната» – это сооружение, в котором регулируется содержание частичек пыли и поддерживается специфический микроклимат. В воздухе объемом один литр должно содержаться не более 2–4 частичек пыли.

В отличие от индивидуальных веществ, смеси можно физическими методами разделить на составные части.



Вспомни из курса природоведения, какие лабораторные операции ты выполнял для очищения поваренной соли от примесей песка.

Некоторые способы разделения смесей известны тебе из повседневной жизни. Так, на рисунке 4.7 изображен молочный сепаратор, с помощью которого из молока изготавливают сливки и масло.

Немало производственных процессов также связано с разделением смесей.



Объясни, почему на этикетках неосветленных соков и соков с мякотью есть указание: «Перед употреблением взбалтывать». Однородными или неоднородными смесями являются такие соки?

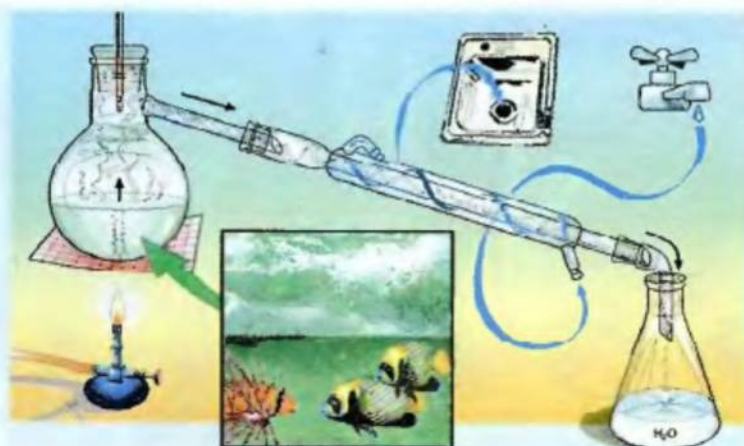


Рис. 4.8. Схема дистилляции (черногонки) морской воды



Вода в озере Кунигунда (Закарпатье) в несколько раз соленее морской. Если после купания в этом водоеме постоять на солнце, кожа быстро покрывается слоем соли. Назови явления, которые при этом происходят.

Опиши изображенный на рисунке 4.8 способ разделения смеси. Объясни, для чего его используют.



## Подведем итоги

Вещество – это все, что имеет определенную массу и занимает тот или иной объем в окружающем пространстве.

Физические тела состоят из веществ и имеют определенную форму и размер.



Материал – это вещество (или комбинация веществ), обработанная или созданная человеком для изготовления определенного объекта с полезными функциями. Вещество становится материалом лишь тогда, когда из него изготавливают вещи, которые удовлетворяют потребности человека.

В отличие от индивидуальных веществ смеси можно физическими методами разделить на составные части.



### Примени свои знания и умения

1. Прочитай описание памятных монет.

Монета «Скифское золото» (рис. 4.9) посвящена чрезвычайно важному этапу в истории развития ювелирного искусства на территории Украины – скифскому периоду (VII–III вв. до н. э.). Это самобытное ювелирное искусство нашло отображение в образах животных. Так украшали воинское снаряжение, предметы культа, одежду и т. п. Номинал 2 грн. Металл: золото 999,9 пробы. Масса в чистоте – 1,24 г. Диаметр 13,92 мм.

Монета «Триполье» посвящена одной из ярчайших земледельческо-скотоводческих культур эпохи энеолита (IV–III тыс. до н. э.) – трипольской, памятники которой являются важным источником для изучения истории древней Европы. Название происходит от исследованного в конце XI в. одноименного поселения на Киевщине. Номинал 20 грн. Металл – биметаллическая. Металл вставки – золото 916 пробы. Металл кольца – серебро 925 пробы. Масса в чистоте – 14,7 г. Диаметр – 31 мм.

Объясни, почему монеты – физические тела.

2. Назови характеристики физических тел, указанные в описаниях монет.
3. Определи, какая характеристика не указана.
4. Объясни, как бы ты экспериментально определил эту характеристику.



Рис. 4.9. Монета «Скифское золото»



Рис. 4.10. Монета «Триполье»



5. Назови материалы, из которых изготовлены монеты, и вещества, из которых они состоят.
6. Обоснуй, можно ли эти вещества назвать чистыми.
7. Проанализируй содержание этикеток столового уксуса и поваренной соли.  
Объясни, можно ли уксус и поваренную соль считать: а) физическими телами; б) чистыми веществами; в) однородными смесями.
8. Опиши, как можно разделить смесь столового уксуса и поваренной соли.



### Твое портфолио

Проанализируй содержание этикеток к товарам повседневного обихода. Определи, содержат ли этикетки информацию о чистых веществах и смесях.  
Из безопасных (посоветуйся с учителем) веществ и материалов повседневного употребления изготовь смесь и раздели ее. Опиши этот опыт.

## § 5. АТОМЫ. ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

После изучения § 5 ты сможешь:

- называть химические элементы в соответствии с современной научной номенклатурой, записывать их символы;
- описать строение атома;
- характеризовать субатомные частицы;
- объяснить смысл понятия «химический элемент»;
- использовать периодическую систему химических элементов как справочную.

**Учение об атомах: истоки и современность.** Атомистические представления зародились во второй половине первого тысячелетия до н. э. Они развивались в научных школах Древнего мира.

Творцами античной атомистики считают Левкиппа и Демокрита (5 в. до н. э.) (рис. 5.1). Их оригинальные работы не сохранились. Об идеях этих мыслителей судят по цитатам из работ, которые приводят другие авторы.

Атомистические идеи древних дошли к нам главным образом через поэму римского поэта Тита Лукреция Кара



Рис. 5.1. 1. Левкипп. 2. Демокрит

(ок. 95–55 гг. до н. э.) «О природе вещей» (рис. 5.2). В этом произведении он ярко и содержательно повествует о происхождении и природе земных вещей. Биография Лукреция почти неизвестна. Он прожил короткую жизнь, но оставил след на тысячелетия. В этой поэме Лукреций не только размышляет о явлениях природы и их причинах как настоящий философ, но и видит их глазами поэта.

Из курса природоведения ты уже имеешь определенные представления об элементарных «кирпичиках», из которых построены вещества. Попробуем отыскать упоминания о них в отрывке из произведения Лукреция:

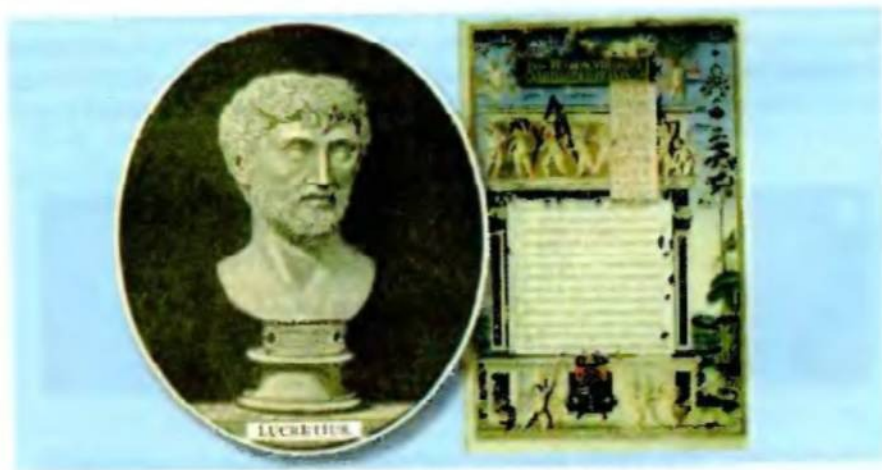


Рис. 5.2. Тит Лукреций Кар и страница его труда



Так как теперь доказал я уже, что вещам невозможно  
 Из ничего возникнуть и, родившись, в ничто обратиться,  
 То, чтоб к словам моим ты с недоверием все ж не отнесся  
 Из-за того, что начала вещей недоступны для глаза,  
 Выслушай то, что скажу, и ты сам, несомненно, признаешь,  
 Что существуют тела, которых мы видеть не можем.



Назови частички вещества, которые, по твоему мнению, соответствуют этому описанию.

Можно ли их увидеть? В конце прошлого столетия появился уникальный инструмент – сканирующий туннельный микроскоп. Этот прибор позволяет наблюдать изображения отдельных атомов на разных поверхностях. Сканирующий туннельный микроскоп собирает обширную информацию и вводит ее в компьютер. Компьютер генерирует изображение, подбирая цвета для облегчения его восприятия. С помощью иглы этого микроскопа можно наносить на поверхность заданный рисунок из атомов (рис. 5.3).

За изобретение нового класса электронных микроскопов немецкому ученому Г. Биннингу и швейцарцу Г. Рореру в 1986 г. была присуждена Нобелевская премия в области физики. Они писали: «Мы искренне верим, что красота атомных структур послужит стимулом к применению этого метода для решения тех задач, где он сможет принести наибольшую пользу человечеству».

Итак, представления древних философов-атомистов полностью опровергнуты? Нисколько! Их гениальные догадки в значительной мере определили будущий успех атомистической теории. Ученые считают, что не следует примитивно отождествлять первоначальные представления о частичках вещества с современным понятием «атом». По-видимому, гре

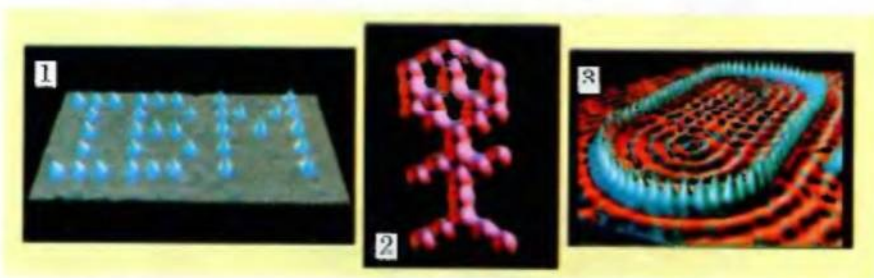


Рис. 5.3. Открой для себя красоту наномира: 1 – атомы ксенона на поверхности никеля; 2 – молекулы угарного газа на поверхности платины; 3 – атомы железа на поверхности меди

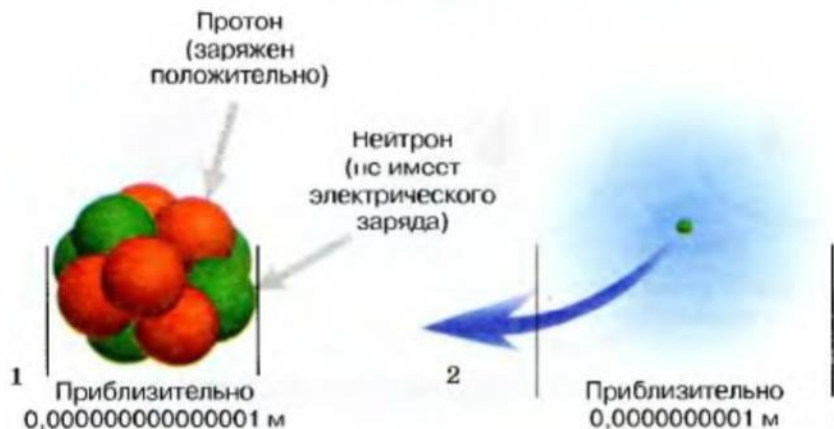


Рис. 5.4. 1. Приблизительная величина ядра. 2. Приблизительная величина околоядерного пространства, занятого электронами

ческие философы говорили, вероятнее, о тех мельчайших частицах материи, которые сейчас называют *элементарными*.

Именно элементарные частицы являются составляющими атомов. В атоме содержатся **электроны, протоны и нейтроны**. Их еще называют *субатомными* частичками.

Из **протонов и нейтронов** состоит ядро атома. Пространство **вокруг ядра** занято электронами.

В состав атома входят и заряженные (назови их), и незаряженные (назови их) частички. А заряжен ли сам атом? Экспериментально доказано, что эта частица вещества электро-нейтральна. Это означает, что положительный заряд всех протонов компенсирует отрицательный заряд всех электронов в атоме. Ведь сумма одинаковых по величине и противоположных по знаку зарядов равна нулю.

Как соотносится количество протонов с количеством электронов в атоме?

Проанализируем данные таблицы:

Название частицы	Величина заряда
Атом	0
Электрон	-1
Протон	+1
Нейтрон	0

**Примечание.** В природе наименьший заряд имеет электрон. Поэтому данный заряд избрали как единицу измерения зарядов элементарных частиц.

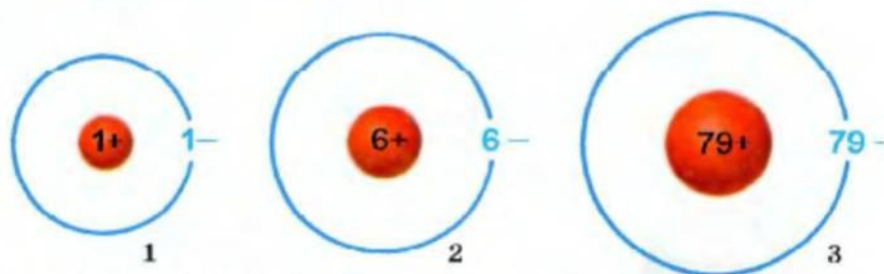


Рис. 5.5. В атоме водорода (1) содержится 1 протон и 1 электрон; в атоме углерода (2) – 6 протонов и 6 электронов; в атоме золота (3) – 79 протонов и 79 электронов

Очевидно, что заряд одного протона компенсирует заряд одного электрона.

Поскольку атом электронейтрален, легко сделать вывод:

**количество электронов в атоме равно количеству протонов в его ядре.**

Например, в ядре атома водорода один протон. Значит, и электрон в атоме водорода также один (рис. 5.5,1).



В атоме кислорода восемь электронов. Определи количество протонов в ядре его атома.

Количество протонов в атоме равно величине заряда его ядра.

**Атом – электронейтральная частичка, состоящая из положительно заряженного ядра и электронов, которые занимают пространство вокруг ядра.**

Например, в атоме углерода шесть протонов. Значит, величина заряда ядра его атома +6. А пространство вокруг ядра занимают 6 электронов.



Величина заряда ядра атома азота +7. Определи количество протонов в его ядре и количество электронов вокруг ядра.

**Химические элементы.** Английский химик Джон Дальтон, как и многие его современники, ошибочно считал атомы неделимыми. Однако это не помешало ему сформулировать утверждение, что каждому химическому элементу соответствует особый тип атома. Идея Дальтона стала основой современной химии. И теперь, когда ты узнал, что атом – сложная структура, этот факт приобретает новый смысл. Поэтому, исходя из представлений о сложном строении атома, уточним определение химического элемента.



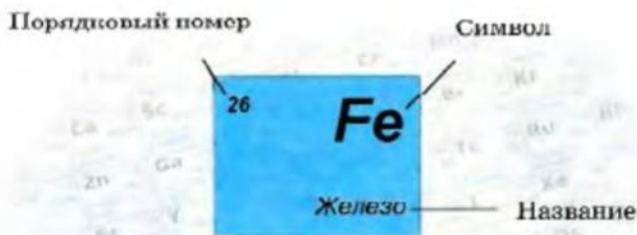


Рис. 5.6. В клеточках периодической системы содержится информация о химических элементах

**Химический элемент** – вид атомов с определенным зарядом ядра.

Это означает, что атомы одного и того же элемента имеют одинаковое количество протонов в ядре и электронов вокруг него.

Сейчас известно свыше 112 химических элементов. Все они вошли в **периодическую систему Д.И. Менделеева**. Надеюсь, при предварительном знакомстве с учебником ты обратишь внимание, что она размещена на форзацах.

Обратимся к этому важному источнику информации о химических элементах. В клеточках периодической системы указаны порядковые номера, названия и буквенные символы каждого химического элемента (рис. 5.6).

**Названия и символы химических элементов.** Рассматривая состав и строение атомов, мы упомянули названия некоторых химических элементов.



Каких именно? Вспомни, произнеси и запиши их символы. Назови химические элементы, обозначенные символами: Si, Fe, Al. В случае необходимости обратись к периодической системе химических элементов.

Откуда происходят названия и символы химических элементов? Уже в Древнем Египте для обозначения некоторых веществ использовали символические изображения, которые выражали целые слова или понятия (рис. 5.7).

В средние века количество алхимических символов достигло нескольких тысяч. А для одного и того же вещества существовали десятки разных знаков.

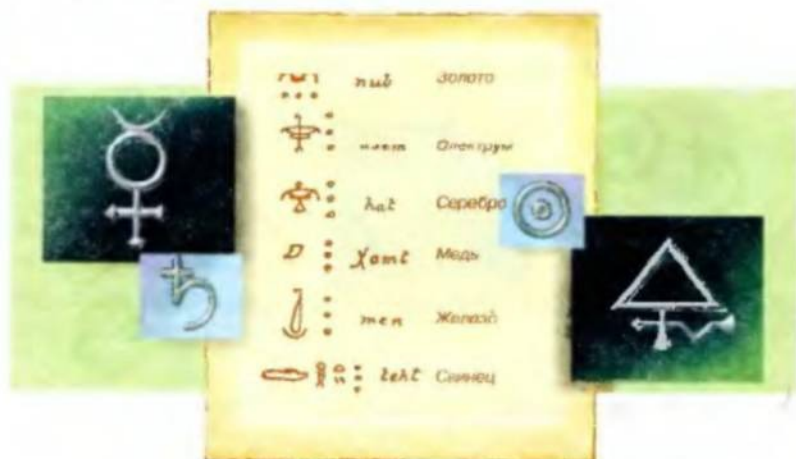


Рис. 5.7. Химические символы разных времен



Назови несколько причин, из-за которых, по твоему мнению, алхимики и даже химики в первой половине XVIII в. упорно придерживались старинных химических знаков.

Во второй половине XVIII в. ученые делали напрасные попытки упорядочить химические знаки. Обозначить каждое вещество отдельным символом не удавалось из-за открытия многих новых веществ. Поэтому со временем старинную алхимическую символику заменили химическими знаками, предложенными английским химиком Дж. Дальтоном. В символике Дальтона атом каждого элемента изображен кружком. На поле изображения обозначены либо черточки и точки, либо падающие буквы английских названий элементов.

Знаки Дальтона, хотя и имели определенное распространение, но были неудобны для печатания. Поэтому в 1814 г. шведский ученый Й.Я. Берцелиус предложил только бук-

Латинское название химического элемента	Символ		
	алхимический	по Дж. Дальтону	по Й.Я. Берцелиусу
Aurum			Au
Hydrargyrum			Hg
Plumbum			Pb

## Названия и символы некоторых химических элементов

Символ	Произношение	Латинское название	Современное название	
			русское	украинское
H	Аш	Hydrogenium	водород	Гідроген
C	Цэ	Carboneum	углерод	Карбон
N	Эн	Nitrogenium	азот	Нітроген
O	О	Oxygenium	кислород	Оксиген
F	Фтор	Fluorum	фтор	Флуор
Na	Натрий	Natrium	натрий	Натрій
Mg	Магний	Magnesium	магний	Магній
Al	Алюминий	Aluminium	алюминий	Алюміній
Si	Силиций	Silicium	кремний	Силіцій
P	Пэ	Phosphorus	фосфор	Фосфор
S	Эс	Sulfur	сера	Сульфур
Cl	Хлор	Chlorum	хлор	Хлор
K	Калий	Kalium	калий	Калій
Ca	Кальций	Calcium	кальций	Кальцій
Fe	Феррум	Ferrum	железо	Ферум
Cu	Купрум	Cuprum	медь	Купрум
Zn	Цинк	Zincum	цинк	Цинк
Ag	Аргентум	Argentum	серебро	Аргентум
Sn	Станум	Stannum	олово	Станум
Pb	Плюмбум	Plumbum	свинец	Плюмбум
Au	Аурум	Aurum	золото	Аурум
Hg	Гидраргирум	Hydrargyrum	ртуть	Меркурій
I	Йод	Iodum	иод	Йод

венную систему знаков. Знаки элементов составлялись или из первой буквы их латинских названий, или из первой и одной из последующих букв. Так Берцелиус добился максимально возможного сближения символа химического элемента с его названием.



Сравни разные системы химических знаков. Обоснуй, какую из них, по твоему мнению, наиболее удобно использовать.





Проанализируй данные, приведенные в таблице на странице 53. Сравни современные русские и украинские названия химических элементов. Определи, какие из них непосредственно происходят от латинских названий.

Запомни, что русские названия химических элементов – нарицательные, их пишут со строчной буквы. Современные украинские названия химических элементов являются собственными, поэтому их пишут с прописной буквы. И в том и в другом случае нельзя в устной речи заменять название химического элемента произношением его символа. Не следует также заменять название элемента его символом в рукописях или печатных текстах.



Объясни, почему, по твоему мнению, буквенная система химических знаков сохранилась до наших дней.



## Подведем итоги

Атом – электронейтральная частичка, состоящая из положительно заряженного ядра и электронов, которые занимают пространство вокруг ядра.

Ядро атома составляет очень малую долю его объема.

В ядре атома содержатся протоны и нейтроны. Заряд протона  $+1$ , нейтрон не имеет заряда.

Пространство вокруг ядра занято электронами. Заряд электрона  $-1$ .

Количество электронов в атоме равно количеству протонов в его ядре. Атом электронейтрален.

Химический элемент – вид атомов с определенным зарядом ядра.

Сейчас известно свыше 112 химических элементов. Все они вошли в периодическую систему Д.И. Менделеева. В ее клеточках указаны порядковые номера, названия и буквенные символы каждого химического элемента.

Символ химического элемента – его условное обозначение.

Буквенная система химических знаков является удобным способом записи, хранения и передачи химической информации.

Русские названия химических элементов – нарицательные, их пишут со строчной буквы. Современные украинские названия химических элементов являются собственными, поэтому их пишут с прописной буквы.

И в том и в другом случае нельзя в устной речи заменять название химического элемента проношением его символа. Не следует также заменять название элемента его символом в рукописях или печатных текстах.



### Примени свои знания и умения

1. На греческой монете в 10 драхм и банкноте в 100 драхм последнего выпуска (теперь они выведены из обращения и заменены евро) на лицевой стороне помещен портрет Демокрита, а на обороте – схематическая модель атома (рис. 5.8).



Рис. 5.8. Греческая монета в 10 драхм и банкнота в 100 драхм

Рассмотри рисунок 5.8 и определи величину заряда ядра атома, изображенного на нем.

2. Объясни, почему в дизайне банкноты были использованы именно портрет Демокрита и схема строения атома. Сравни портреты Демокрита на рис. 5.1, 2 и 5.8. Выскажи предположение о причинах их несхожести.

3. Назови химические элементы, символы которых изображены на рисунке 5.9.



Рис. 5.9. Химическая азбука

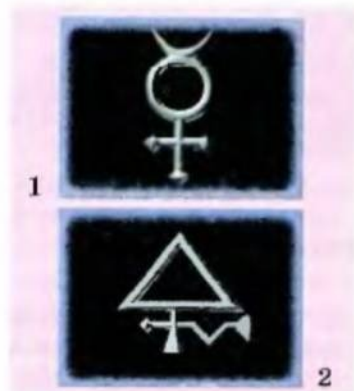


Рис. 5.10. Алхимические символы



Рис. 5.11. Современный герб г. Новый Роздол Львовской области

- На рисунке 5.10, 1 изображен алхимический символ элемента. В ядре его атома содержится 80 протонов. Определи количество электронов в атоме этого элемента.
- На рисунке 5.10, 2 изображен алхимический символ элемента. В его атоме содержится 16 электронов. Определи величину заряда ядра атома этого элемента.
- Исправь химические ошибки и отредактируй предложение: «В ядре атома Al содержится 13 электронов. Значит, величина заряда ядра атома Алюминия +13, а пространство вокруг ядра занимают 13 нейтронов».
- Узнай, алхимический символ какого вещества использован в современном гербе г. Новый Роздол Львовской области (рис. 5.11). Используя форзацы, определи название соответствующего химического элемента. Запиши его буквенный химический символ и охарактеризуй его атом.
- Докажи, что знание символов и названий химических элементов необходимо каждому человеку.
- На этикетке витаминного препарата указан его состав:

Каждая таблетка содержит			
Витамин А	(1,87 мг)	Медь	(2 мг)
Витамин С	(60 мг)	Цинк	(15 мг)
Кальций	(162 мг)	Калий	(40 мг)
Фосфор	(125 мг)	Марганец	(2,5 мг)
Иод	(150 мг)	Олово	(10 мкг)
Железо	(18 мг)	Кремний	(10 мкг)
Магний	(100 мг)	Ванадий	(10 мкг)



Проанализируй эту информацию. Запиши символы и их произношение для нескольких химических элементов, указанных на этикетке. Охарактеризуй их атомы.



### Твое портфолио

1. Проанализируй содержание этикеток пищевых продуктов и лекарственных средств. Запиши символы и названия нескольких химических элементов, указанных на этикетке. Охарактеризуй их атомы.
2. Взгляды художников на атом такие разные... (рис. 5.12). А каким видишь атом ты?



Рис. 5.12

## § 6. АТОМНАЯ ЕДИНИЦА МАССЫ. ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ. ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

После изучения § 6 ты сможешь:

- назвать эталон массы атомов;
- объяснить целесообразность его применения;
- использовать периодическую систему химических элементов для определения их относительных атомных масс и описания состава атомов.

**Атомная единица массы.** Ты уже знаешь, что атомы – очень маленькие частички. Тем не менее с помощью сканирующего туннельного микроскопа можно наблюдать изображения отдельных атомов на разные поверхности, и даже наносить на них заданный рисунок из атомов (обратись к рисунку 5.3).



Рис. 6.1. Эталон массы

Килограмм равен массе международного прототипа, который хранится в Международном бюро мер и весов в Севре, близ Парижа. Прототип килограмма изготовлен из платино-иридиевого сплава (90 % Pt, 10 % Ir) в виде цилиндрической гири.



**ХИМИЯ ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ.** Национальный институт стандартов США (NIST) предложил прибор для измерения нанорасстояний. Изготовленная из соединения кремния «нанолинейка» позволяет оценивать размеры микрообъектов с точностью до 0,0000000003 метра. Эта величина сопоставима с диаметром атома радона и всего втрое превышает диаметр атома водорода.

Более 200 лет тому назад ученые начали вычислять массы атомов химических элементов. Оказалось, что масса атома водорода, самого легкого среди атомов, составляет  
0,00000000000000000000000000000167 кг.

А масса одного из самых тяжелых атомов – атома урана – равна

0,000000000000000000000000000004 кг.

Очевидно, что использовать килограмм как эталон для измерения массы атомов неудобно.

Что же может быть образцом, с массой которого можно сравнить массу отдельного атома? Очевидно, что это должен быть объект, масса которого сравнима с массой этой частицы.

А можно ли взвесить атом? Учитывая достижения науки в области нанотехнологий, есть основания надеяться на решение этой проблемы в недалеком будущем. Так, в Корнельском университете США создан прибор, способный взвешивать отдельные молекулы и даже атомы. Главный элемент прибора – нанотрубка из атомов углерода.

Ты, конечно, помнишь, что взвешивание – это сравнение массы тела с массой определенного эталона. Килограмм – эталон массы (рис. 6.1). А удобно ли сравнивать с ним массу атома?

Сначала массу остальных атомов сравнивали с массой атома водорода. Потом в качестве образца была выбрана 1/16 атома кислорода.

Сейчас массы атомов сравнивают с другим эталоном. Им стала 1/12 массы атома углерода, в ядре которого содержится 6 протонов и 6 нейтронов.

Эту единицу измерения назвали атомной единицей массы, сокращенно а. е. м. Ее обозначают  $m_u$ . ( $u$  – первая буква англ. слова «unit» – единица измерения):

$$m_u = 0,000000000000000000000000166053886 \text{ кг.}$$

**Относительная атомная масса химических элементов.** Отношение абсолютной массы атома к атомной единице массы называют относительной атомной массой. Ее обозначают  $A_r$ . Такое обозначение соединило в себе первые буквы слов «атомная» и *relativus* – «относительный» (лат.). Формула для вычисления относительной атомной массы следующая:

$$A_r(E) = \frac{m(E)}{m_u},$$

где  $A_r(E)$  – относительная атомная масса химического элемента;  $m(E)$  – абсолютная масса его атома;  $m_u$  – атомная единица массы.

Имеет ли относительная атомная масса единицу измерения? Нет, как и любая относительная величина. Из записи

$$A_r(E) = \frac{m(E)(\text{кг})}{m_u(\text{кг})}$$

видно, что единицы измерения (кг) сокращаются. Значит, относительная атомная масса является безразмерной величиной. Она показывает, во сколько раз масса атома химического элемента больше массы эталона.

Вычисленные по рассмотренной формуле значения относительных атомных масс сравнительно небольшие и удобные в использовании числа. Они определены с большой точностью. Тем не менее, для расчетов в химии преимущественно используют значения относительных атомных масс, округленные до целых чисел.

Например, запись  $A_r(\text{Al}) = 27$  означает: относительная атомная масса алюминия 27, т. е. масса атома алюминия в 27 раз больше атомной единицы массы.



Объясни, что означают записи:  $A_r(\text{Mg}) = 24$ ;  $A_r(\text{Cl}) = 35,5$ .

Обрати внимание, что хлор – исключение, его относительная атомная масса округлена до десятых.


Обратимся к периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева. В ее клеточках кроме порядковых но-



Порядковый номер		Символ
9		F
18,99		Фтор
Относительная атомная масса		Название

Рис. 6.2. В клеточках периодической системы содержится информация о химических элементах

меров, названий и буквенных символов для каждого химического элемента указана его относительная атомная масса.

 Используя периодическую систему, определи и запиши относительные атомные массы кислорода, кальция, серы.

В дальнейшем ты неоднократно убедишься, что из периодической системы можно много узнать о химических элементах. Например, порядковый номер химического элемента равен количеству протонов в ядре его атома. То есть, кроме относительной атомной массы, ты уже сейчас можешь определять для каждого химического элемента величину заряда ядра его атома и, учитывая электронейтральность атома, количество электронов в пространстве вокруг его ядра.

Пойдем в периодической системе химический элемент фтор (рис. 6.2). Из надписей в клеточке узнаем, что относительная атомная масса фтора равна округленно 19. Порядковый номер фтора 9. А значит величина заряда ядра его атома составляет +9. В ядре атома фтора содержится 9 протонов, пространство вокруг ядра занимают 9 электронов.



### Подведем итоги

Атомная единица массы – эталон атомных масс. Его удобно использовать, так как масса этого эталона сравнима с массами атомов.

Относительной атомной массой называют отношение абсолютной массы атома к атомной единице массы.

Периодическая система Д.И. Менделеева – важный источник информации о химических элементах. В ее клеточках для каждого химического элемента указан его порядковый номер, название, буквенный символ и относительная атомная масса.

Порядковый номер химического элемента равен количеству протонов в ядре его атома. Таким образом, для каждого химического элемента можно определить величину заряда ядра его атома и, учитывая электронейтральность атома, количество электронов в пространстве вокруг ядра.



### Примени свои знания и умения

1. Рассмотрите рисунок 6.3. Найдите в периодической системе химические элементы, символы которых есть на рисунке. Запишите названия этих элементов и значения их относительных атомных масс.

Определите величины зарядов ядер их атомов, количества протонов и электронов в них.

2. Софийка нашла в Интернете информацию такого содержания: «Обозначение атомной единицы массы – а. е. м. или Дн (Дальтон). 1 Дн =  $1,6605655 \cdot 10^{-27}$  кг».

Обоснуй, считаешь ли ты вероятным существование единицы измерения Дальтон.

3. Используя доступные тебе источники информации, выясни, названия каких химических элементов происходят от:



Рис. 6.3. Химические символы



Рис. 6.4



Рис. 6.5. Богиня радуги

- а) санскритского слова «стойкий, крепкий»;
- б) имени злого горного духа Николаса;
- в) искаженного немецкого *weisse Masse* – белая масса;
- г) от продукта, получаемого из золы растений;
- д) греческого «светлый»;
- е) фамилий ученых.

Запиши относительные атомные массы этих химических элементов.

4. Найди в периодической системе пять химических элементов, названных в честь стран и частей света, символы которых изображены на рисунке 6.4. Запиши значения относительных атомных масс этих химических элементов и округли их до целых.

5. Используя рисунок 6.5, назови имя древнегреческой богини радуги, в честь которой назван элемент периодической системы. Запиши его относительную атомную массу. Объясни, какой эталон изготовлен из сплава, содержащего атомы этого элемента.



## Медиастраничка

### ОБРАЗЦОВЫЙ КИЛОГРАММ СОХРАНЯЮТ В «ТЕРМОСТАТЕ»

Никогда бы не подумала, что о самой обыкновенной килограммовой гире люди так беспокоятся: в отдельном помещении сохраняют, температуру в нем поддерживают плюс 20 градусов по Цельсию (плюс-минус два градуса), даже влажность воздуха в этом хранилище должна быть постоянной.

Что же это за гиря такая необыкновенная? Называется она – «вторичный эталон единицы массы». Столичная образцовая гиря, так сказать, ближайшая родственница харьковской, которую величают – «государственный эталон Украины».

*По Галине Ремизовской*



Объясни, чем определены такие условия хранения эталона.



## ПАРИЖСКИЙ ЭТАЛОН КИЛОГРАММА ХОТЯТ ЗАМЕНИТЬ

Группа известных ученых из нескольких государств выступила с предложением «отправить в отставку» эталон килограмма, хранящийся в парижской Палате мер и весов (Bureau International des Poids et Mesures). Как было заявлено на конференции, посвященной международным единицам измерения, новое определение килограмма должно основываться на постоянных физических величинах. Исследования еще не завершены, но авторы предложения уверены, что потребность физиков в «естественном» стандарте с неизбежностью приведет к замене эталона в ближайшем будущем.

Платиново-иридиевый эталон метра был отменен в 1960 году.

Эталон килограмма – цилиндр из сплава платины и иридия, который был изготовлен в 1889 году. Ранее килограмм определялся как масса одного кубического дециметра воды при 4 градусах Цельсия.

По материалам Lenta.ru



Оцени целесообразность такой замены.

### МЕТР «С ГАКОМ»

Откуда «есть пошла» наука об измерениях на нашей земле, мнения ученых расходятся. Есть весомые основания считать, что славяне и другие народы Киевской Руси позаимствовали египетско-вавилонскую систему, внося в нее много своего. Так, зерно у нас в старину меряли «калями» (бочками), «половниками», «четвертями», «осьминами». При этом каждая последующая мера была в половину меньшей. Жидкости отмеряли «бочками», «ведрами» и «корчагами», а для меда существовала даже своя собственная мера – его отмеряли «проварами».



Рис. 6.6. Братья Кличко



До очень многого в те времена ухитрились додуматься наши сообразительные предки. К примеру, когда сейчас братьям Кличко вручают золотые пояса чемпионов мира (рис. 6.6), мы понимаем – нам демонстрируют абсолютную меру их значения в мире бокса. Интересно, что впервые о «золотом поясе», как о мере, заговорили еще при Великом киевском князе Святославе Ярославиче без малого тысячу лет назад. Именно его «золотой пояс» стал эталоном для измерения. Уже тогда поняли, как важно тщательно оберегать и законно использовать образцовую меру, и начали заботиться о том, чтобы она сохраняла свои эталонные качества неизменными. Так были заложены основы соблюдения неизменных стандартов.

Много веков в истории становления единых мер и весов пришлось бы нам перечислить, прежде чем добрались бы до нынешних времен, но среди прочих нельзя не отметить вклад гениального ученого Дмитрия Менделеева. По его предложению в 1893 году была создана Главная палата мер и весов. Именно ею была выполнена беспрецедентная научная работа по изготовлению эталонов прототипов мер длины и веса. Принципиально важно и то, что Дмитрий Иванович довел до практического внедрения метрическую систему мер. В 1899 году по проекту ученого принят закон и утверждено положение о мерах и весах. Были основаны первые десять особых поверочных палаток в С. Петербурге, Москве, Варшаве, Харькове и других городах. Вскоре было принято решение об открытии еще десяти поверочных палаток. Одну из них разместили в Киеве, на улице Пушкинской, 40.

По Александру Рожену



Объясни смысл понятия «эталон».

## § 7. МОЛЕКУЛЫ И ИОНЫ

После изучения § 7 ты сможешь

- различать атомы, молекулы, ионы.

**Молекулы.** Изучая природоведение, ты узнал, что атомы могут соединяться между собой, в результате чего образуются молекулы. Уточним определение молекулы, учитывая электронейтральность ее составляющих – атомов.

**Молекула – электронейтральная частица вещества, состоящая из нескольких атомов и способная существовать самостоятельно.**

Примечание. Существуют и одноатомные молекулы.

Атомные ядра в составе молекулы имеют постоянный состав. Количество электронов в ней также неизменно.

Каждая молекула, как и любое физическое тело, имеет совокупность свойств (форму, размер, объем, массу и т. п.). Это позволяет отличать молекулы определенного вида от других молекул. Молекулы инертного газа неона одноатомные. Количество атомов в молекулах полиэтилена может достигать сотен тысяч.

Тебе известно немало веществ, которые построены из молекул. Это газы в составе воздуха: азот, кислород, углекислый газ. Сахар, вода, уксусная и лимонная кислоты, полиэтилен, крахмал, парафин также состоят из молекул. От вредного действия ультрафиолетового излучения все живое на Земле защищает озоновый слой. Он состоит из молекул «пахучего» газа озона.

Молекула азота состоит из двух атомов азота  $N_2$ . Молекула кислорода  $O_2$  – из двух атомов кислорода. Молекула воды  $H_2O$  – из одного атома кислорода и двух атомов водорода. Молекула углекислого газа  $CO_2$  состоит из одного атома углерода и двух атомов кислорода (рис. 7.1).

**Ионы.** Кроме атомов и молекул существует еще один вид частиц. Они заряжены и, в отличие от электронейтральных частиц, способны двигаться в электрическом поле.

**Ионы – это заряженные одно- или многоатомные частицы.**

Ионы входят в состав многих веществ. В частности, хорошо известные тебе поваренная соль (рис. 7.2) и питьевая сода – ионные вещества.

Мрамор и мел также состоят из ионов.

Ионы содержатся во многих естественных растворах: морской воде, грунтовых водах и водах минеральных источников. Вследствие работы электронных приборов (телевизио-

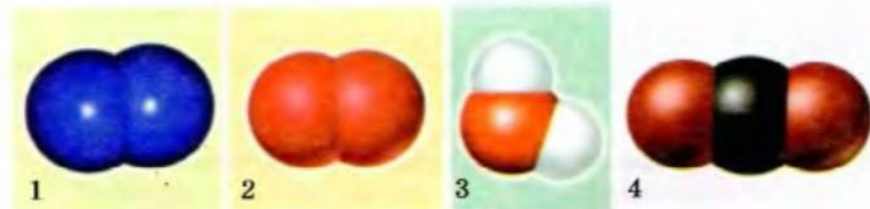


Рис. 7.1. Знакомые молекулы: 1 –  $N_2$ ; 2 –  $O_2$ ; 3 –  $H_2O$ ; 4 –  $CO_2$



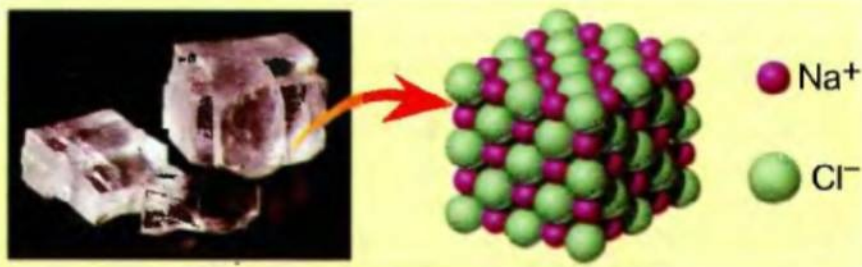


Рис. 7.2. Поваренная соль – ионное вещество

ров, компьютеров) в воздухе появляются вредные для здоровья положительные аэроионы. А вот свежий воздух в лесу, у реки или на морском побережье обогащен отрицательными аэроионами.



Объясни, почему нужно регулярно проветривать помещение и бывать на свежем воздухе.

**Как образуются ионы?** Если атом утратит определенное количество электронов, он приобретет положительный заряд и превратится в положительный ион.

**Положительные ионы называют катионами.**

Присоединив определенное количество электронов, атом приобретет отрицательный заряд и превратится в отрицательный ион.

**Отрицательные ионы называют анионами.**

Термин «ионы» (от греч. *ion* – «идущий») предложил М. Фарадей в 1834 г.

Посмотри на рисунок 7.3. Атомы натрия потеряли по одному электрону и превратились в катионы  $\text{Na}^+$ .

Атомы хлора присоединили по одному электрону и превратились в анионы  $\text{Cl}^-$ .

Обрати внимание: знак и величину заряда иона обозначают правым верхним индексом.



Объясни, имеет ли заряд кристалл галита (каменной соли).

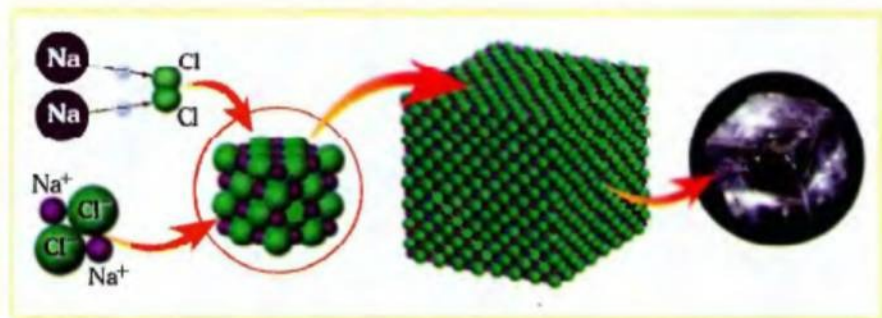


Рис. 7.3. Схема образования ионного кристалла хлорида натрия



### Подведем итоги

Молекула — электронейтральная частица вещества, которая состоит из нескольких атомов и способна существовать самостоятельно.

Ионы — это заряженные одно- или многоатомные частицы. Положительные ионы называют катионами, а отрицательные — анионами.



### Примени свои знания и умения

1. Назови явления, описанные в строках поэмы римского поэта Тита Лукреция Кара «О природе вещей»:

И, наконец, на морском берегу, разбивающем волны,  
Платье сыреет всегда, а на солнце вися, оно сохнет;  
Видеть, однако, нельзя, как влага на нем оседает,  
Да и не видно того, как она исчезает от зноя.  
Значит, дробится вода на такие мельчайшие части,  
Что недоступны они совершенно для нашего глаза.

Поясни, о каких частицах воды говорится в этом отрывке из произведения.

2. Проанализируй содержание этикетки (рис. 7.4) и распредели записи указанных на ней ионов по колонкам таблицы:

Катионы	Анионы

3. Молекула сахарозы (рис. 7.5, 1) — наименьшая частица хорошо известного тебе сахара. Назови частицы, из которых состоит молекула сахарозы.

Минерализация: 0,4-0,7 г/дм<sup>3</sup>

Химический состав, мг/дм<sup>3</sup>

хлориды	Cl <sup>-</sup>	<25
сульфаты	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	10-80
гидрокарбонаты	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	300-400
кальций	Ca <sup>2+</sup>	40-80
магний	Mg <sup>2+</sup>	20-40
натрий + калий	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	40-80

ВОДА МИНЕРАЛЬНАЯ

ПРИРОДНАЯ СТОЛОВАЯ ГИДРОКАРБОНАТНАЯ МАГНИЕВО-КАЛЬЦИЕВО-НАТРИЕВАЯ

2,0 л

Рис. 7.4. Этикетка от минеральной воды

4. Определи, какими буквами обозначены схематические изображения атома, катиона, аниона:



5. Подумай и объясни, какую молекулу, по твоему мнению, смоделировал художник на рисунке 7.5, 2.



Рис. 7.5. 1. Парковая скульптура в виде молекулы сахарозы. 2. Загадочная «молекула»

6. Оцени, соответствует ли содержание названия скульптуры «Молекулярный человек» ее форме (рис. 7.6).



### Твое портфолио

1. Проанализируй содержание этикеток разных пищевых продуктов. Определи, какие из них содержат информацию об ионах.





Рис. 7.6. Скульптура «Молекулярный человек».  
Германия, Берлин

2. Представления художников о молекулах очень разные (рис. 7.5 – 7.6). А какими видишь молекулы ты?

## § 8. ХИМИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ

После изучения § 8 ты сможешь:

- описывать и сравнивать качественный и количественный состав веществ по химическим формулам;
- объяснять смысл химических формул.

**Химические формулы.** Ты уже познакомился с буквенными символами химических элементов – своеобразной химической азбукой.

Следующий этап изучения химического языка связан с химическими формулами веществ. Лучше понять смысл термина «химическая формула» тебе поможет сравнительная схема (рис. 8.1).

**Химическая формула** – условная запись состава вещества с помощью химических знаков и индексов.



Рис. 8.1. Сравнение русского и химического языков

Например, химическая формула хлора  $\text{Cl}_2$ . Эта запись обозначает одну молекулу хлора. Она состоит из двух атомов хлора – на это указывает правый нижний индекс 2 в формуле. Молекула  $\text{Cl}_2$  – **структурная единица** хлора.

Химическая формула натрия  $\text{Na}$ . Натрий – немолекулярное вещество (не содержит молекул). Эта запись обозначает один атом натрия. Он является структурной единицей натрия.

Химическая формула хлорида натрия  $\text{NaCl}$  (рис. 8.2). Это ионное вещество. Его структурная единица – условная час-

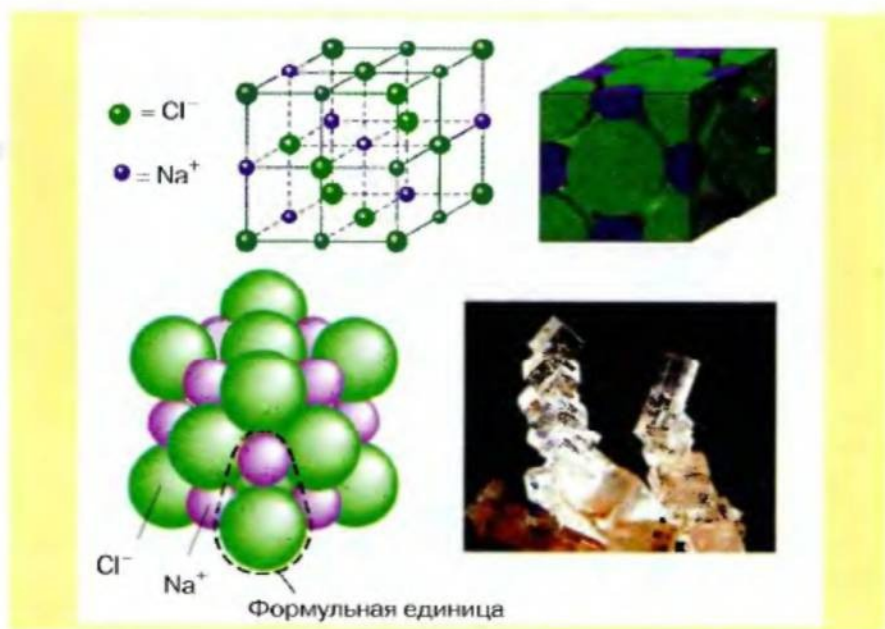


Рис. 8.2. Описание качественного и количественного состава хлорида натрия по его химической формуле



Рис. 8.3. Описание качественного и количественного состава воды по ее химической формуле

тица, состоящая из катиона натрия и аниона хлора. Такую условную частицу называют **формульной единицей**. Ее состав отображает соотношение между количествами ионов натрия и хлора в кристалле.

Структурная единица вещества – это реальная (атом, молекула) или условная (формульная единица) частичка. Ее повторением можно воссоздать всю структуру вещества.

**Качественный и количественный состав веществ.** Химические формулы веществ отображают их качественный и количественный состав (рис. 8.3).

Называя химические элементы, которыми образовано вещество, ты описываешь его **качественный состав**.

**!** Произнеси химические формулы двух хорошо известных тебе веществ: воды и пероксида водорода (перекиси водорода): – аш-два-о; – аш-два-о-два.

Сравним качественный состав этих соединений. Молекулы обоих веществ образованы атомами водорода и кислорода. Значит, качественный состав этих соединений одинаковый.

По правым нижним индексам в химических формулах ты можешь охарактеризовать **количественный состав** веществ.

В состав молекулы воды входят два атома водорода и один атом кислорода. Соотношение между количествами атомов этих элементов таково:

$$N(\text{H}) : N(\text{O}) = 2 : 1.$$



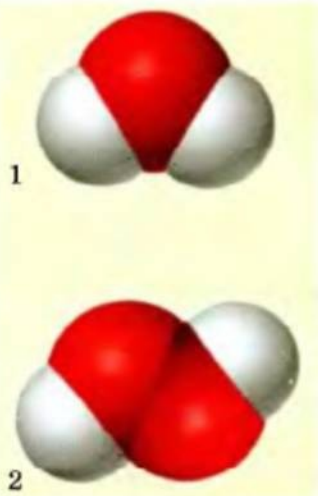


Рис. 8.4. Схема строения молекул воды (1) и пероксида водорода (2)

В молекуле пероксида водорода содержатся два атома водорода и два атома кислорода. Соотношение между количествами атомов этих элементов следующее:

$$N(\text{H}) : N(\text{O}) = 2 : 2 = 1 : 1.$$

**Коэффициенты.** Числа перед химическими формулами называют коэффициентами. Они показывают количество структурных единиц вещества.

Запись  $2\text{Fe}$  (произносим два феррум) обозначает два атома железа. А запись  $5\text{H}_2\text{O}$  (произносим пять аш-два-о) – пять молекул воды. Очевидно, что в пяти молекулах воды содержится 10 атомов водорода и 5 атомов кислорода. Запись  $8\text{Na}^+\text{Cl}^-$  (произносим восемь натрий-хлор)

обозначает восемь формульных единиц хлорида натрия.



### Подведем итоги

Химическая формула – условная запись состава веществ с помощью химических знаков и индексов.

Называя химические элементы, которыми образовано вещество, ты описываешь его качественный состав.

По правым нижним индексам в химических формулах ты можешь охарактеризовать количественный состав веществ.

Состав любого вещества отображает формула его структурной единицы. Структурная единица вещества это реальная (атом, молекула) или условная (формульная единица) частичка. Ее повторением можно воссоздать всю структуру вещества.

Числа перед химическими формулами называют коэффициентами. Они обозначают количества структурных единиц веществ.

Запись  $2\text{Fe}$  (произносим два феррум) обозначает два атома железа. А запись  $5\text{H}_2\text{O}$  (произносим пять аш-два-о) – пять молекул воды. Запись  $8\text{Na}^+\text{Cl}^-$  (произносим восемь натрий-хлор) обозначает восемь формульных единиц хлорида натрия.



## Примени свои знания и умения

1. Запиши химические формулы по их произношению: эн-о-два; аш-два-эс-о-четыре; цз-двенадцать-аш-двадцать-два-о-одиннадцать.
2. Произнеси химические формулы:  $\text{Au}$ ;  $\text{N}_2$ ;  $\text{Ca}^{2+}\text{F}_2$ . Назови структурные единицы золота, азота, фторида натрия. Объясни смысл их химических формул.
3. Сравни состав угарного газа и углекислого газа (рис. 8.5).
4. Прочитай вслух записи:  $8\text{Zn}$ ,  $7\text{O}_2$ ;  $3\text{CO}_2$ ;  $4\text{Zn}^{2+}\text{O}^{2-}$ . Объясни их смысл.
5. Д.И. Менделеев отмечал, что «...химические формулы говорят химике целую историю вещества». Объясни это выражение.
6. Украинский поэт Дмитрий Билоус так пишет о языках:

Много языков прекрасных,  
Каждый – чудо из чудес.  
Пусто стало б в этом мире,  
Если б хоть один исчез.  
Как прекрасна – ты заметил?  
Магия и сила слов.  
Столько языков на свете,  
Сколько красок и цветов.

Попробуй спрогнозировать, что бы произошло, если б исчез химический язык.

7. Проанализируй химические формулы:  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{H}_4$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{NO}_2$ . Сгруппируй вещества, которые имеют одинаковый качественный, но разный количественный состав.
8. Выпиши из перечня ионов на этикетке от минеральной воды (рис. 7.4) формулы многоатомных ионов.
9. Запиши химические формулы веществ, молекулы которых состоят из: а) двух атомов фосфора и пяти атомов кислорода; б) трех атомов водорода, одного атома фосфора и четырех атомов кислорода.

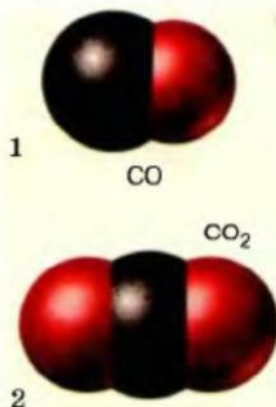


Рис. 8.5. Модели молекул угарного газа (1) и углекислого газа (2)



## Твое портфолио

Нарисуй, каким видишь химический язык ты, ведь «столько языков на свете, сколько красок и цветов». Вместо картины можешь избрать другую форму представления своего видения химического языка.



## § 9. ОТНОСИТЕЛЬНАЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ МАССА ВЕЩЕСТВА

После изучения § 9 ты сможешь

● *вычислять* относительную молекулярную массу вещества по его формуле.

**Относительная молекулярная масса вещества.** Молекулярная масса – одна из важнейших характеристик вещества. Это понятие тесно связано с определением молекулы.



Приведи определение молекулы.  
Назови другие структурные единицы веществ.

Для условных структурных частиц (формульных единиц) немолекулярных веществ применяют понятие «формульная масса».

Массы структурных единиц вещества очень малы. Поэтому для них используют относительные массы.



Назови эталон массы атомов.

Относительную молекулярную массу обозначают  $M_r$ .



Сравни смысл записей  $M_r$  и  $A_r$ .

Относительную формульную массу немолекулярных веществ также обозначают  $M_r$ .



Объясни смысл понятия «относительная атомная масса». Сформулируй определения понятий относительной молекулярной и относительной формульной масс.

Величины относительных молекулярных масс широко используют в разных химических, физических и химико-технических расчетах. Поэтому важно уметь их вычислять.

**Вычисление относительной молекулярной массы вещества по ее химической формуле.** По химической формуле вещества можно не только охарактеризовать его состав, а и вычислить относительную молекулярную массу или (для немолекулярных соединений) относительную формульную массу.

Относительная молекулярная масса состоит из относительных масс атомов, которые входят в молекулу, с учетом их количества.



**Пример.** Вычислим относительную молекулярную массу серной кислоты  $H_2SO_4$  (рис. 9.1). Относительная масса молекулы серной кислоты состоит из суммы относительных масс двух атомов водорода, одного атома серы и четырех атомов кислорода:

$$M_r(H_2SO_4) = 2A_r(H) + A_r(S) + 4A_r(O);$$

$$M_r(H_2SO_4) = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98.$$

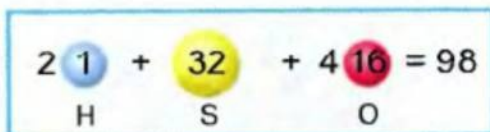
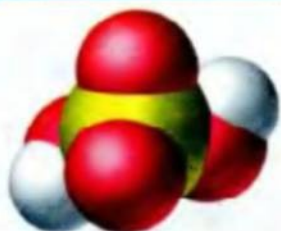
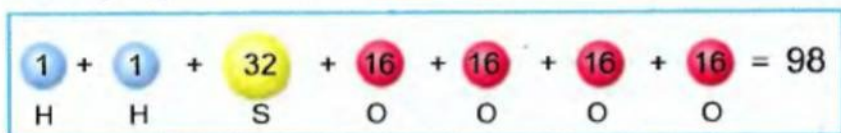


Рис. 9.1. Вычисление относительной молекулярной массы серной кислоты

Таким же образом вычисляют и относительные формульные массы немолекулярных веществ.

**Пример.** Вычислим относительную формульную массу фторида кальция  $CaF_2$  (рис. 9.2). Относительная масса формульной единицы фторида кальция состоит из суммы относительных масс катиона кальция  $Ca^{2+}$  и двух анионов фтора  $F^-$ :

$$M_r(CaF_2) = A_r(Ca) + 2A_r(F); \quad M_r(CaF_2) = 40 + 2 \cdot 19 = 78.$$

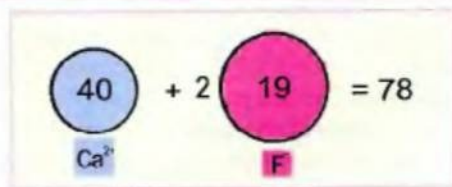
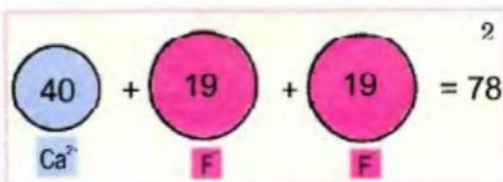


Рис. 9.2. 1. Фторид кальция  $CaF_2$  – основная составляющая кристаллов флюорита. 2. Вычисление относительной формульной массы фторида кальция

Часто химические формулы веществ содержат скобки. Например, состав минерала уваровита описывает химическая формула  $\text{Ca}_3\text{Cr}_2(\text{SiO}_4)_3$ . Уваровит – ионный кристалл (рис. 9.3). Относительную массу его формульной единицы можно вычислить так:

$$M_r(\text{Ca}_3\text{Cr}_2(\text{SiO}_4)_3) = 3A_r(\text{Ca}) + 2A_r(\text{Cr}) + 3[A_r(\text{Si}) + 4A_r(\text{O})];$$

$$M_r(\text{Ca}_3\text{Cr}_2(\text{SiO}_4)_3) = 3 \cdot 40 + 2 \cdot 52 + 3(28 + 4 \cdot 16) = 500.$$

Обрати внимание: индексы, стоящие в химической формуле за скобками, произносятся так – дважды, трижды и т. д.

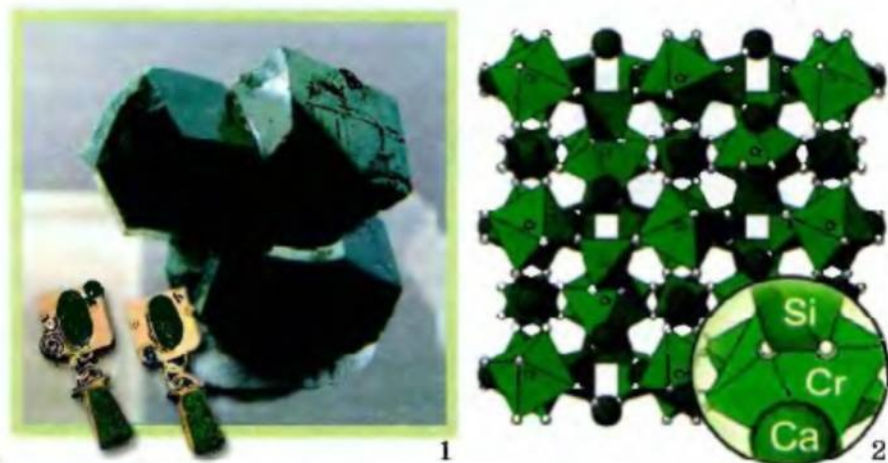


Рис. 9.3. 1. Уваровит: 1 – внешний вид; 2 – состав и строение



Относительную формульную массу уваровита можно вычислить другим способом. Приведи соответствующие расчеты.



### Подведем итоги

Состав любого вещества отображает формула его структурной единицы. Структурная единица вещества – это реальная (атом, молекула) или условная (формульная единица) частица.

Эталоном атомных, молекулярных, формульных масс является атомная единица массы.

Относительная молекулярная масса – это отношение абсолютной массы молекулы к атомной единице массы.

Относительная формульная масса – это отношение абсолютной массы формульной единицы к атомной единице массы. Ее также обозначают  $M_r$ .

Величины относительных молекулярных масс широко используют в разных химических, физических и химико-технических расчетах. Поэтому важно уметь их вычислять.

Относительная молекулярная масса состоит из относительных масс атомов, которые входят в молекулу, с учетом их количества.

Относительная формульная масса состоит из относительных масс ионов с учетом их количества в формульной единице.



### Примени свои знания и умения

1. В состав напитка «Кока-кола» входят вода  $H_2O$ , углекислый газ  $CO_2$ , угольная  $H_2CO_3$  и фосфорная  $H_3PO_4$  кислоты, сахароза (сахар)  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , кофеин  $C_8H_{10}N_4O_2$  и т. д. Вычисли относительные молекулярные массы соединений, изображенных на рисунке 9.4, и расположи формулы веществ в порядке уменьшения абсолютных масс их молекул.

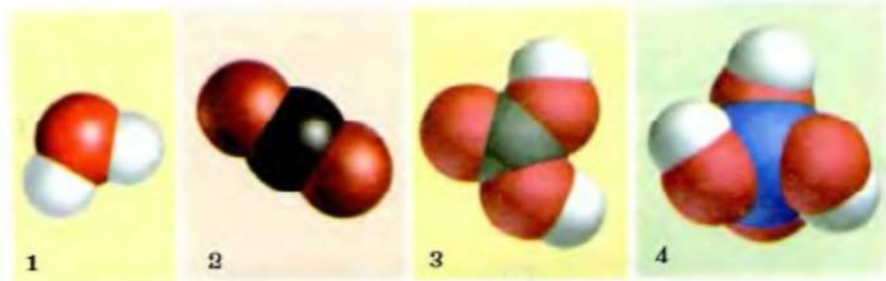


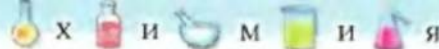
Рис. 9.4. Модели молекул воды (1), углекислого газа (2), угольной (3) и фосфорной (4) кислот

2. Вычисли относительные формульные массы малахита  $Cu_2(OH)_2CO_3$  и турмалина  $NaFe_3Al_6(BO_3)_3Si_6O_{18}(OH)_4$ .

3. Составь в общем виде формулу для вычисления относительной молекулярной массы.

4. Сейчас существует немало специальных компьютерных программ – так называемых калькуляторов молекулярных масс. Достаточно задать формулу вещества и нажать на соответствующую кнопку, чтобы получить готовый результат для самого сложного соединения. Так стоит ли учиться вычислять относительные молекулярные массы веществ? Се-





миклассники София и Василий не смогли прийти к общему мнению по этому вопросу. А как ты считаешь? Обоснуй свою позицию.

5. И относительную молекулярную, и относительную формульную массы обозначают  $M_r$ . Оцени целесообразность предложения обозначать относительную формульную массу буквами  $F_r$ .



## Твое портфолио

Проиллюстрируй свой взгляд на молекулярную массу.

## § 10. МАССОВАЯ ДОЛЯ ЭЛЕМЕНТА В ВЕЩЕСТВЕ

После изучения § 10 ты сможешь

- *вычислять* массовую долю элемента в веществе.

**Массовая доля элемента в веществе.** Ты уже убедился, что химические формулы – важный источник информации о веществах.



Объясни, какую информацию о веществе ты получаешь из его химической формулы.

Также по формуле вещества можно рассчитать массовую долю каждого химического элемента, который входит в его состав.

**Массовая доля элемента  $w(E)$  в соединении** – это отношение массы этого элемента в соединении к массе соединения.

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

где  $n$  – количество атомов химического элемента  $E$ ;  $A_r(E)$  – относительная атомная масса элемента;  $M_r(\text{вещества})$  – относительная молекулярная масса вещества. Символ массовой доли произносят «дубль-вэ».

Массовая доля не имеет размерности. Тем не менее довольно часто содержание химического элемента в веществе выражают в процентах.

**Для чего вычисляют массовые доли?** Понятие доли применимо не только для характеристики содержания химических элементов в составе вещества. Из курса природоведения ты узнал о содержании (объемных долях) азота, кислорода и других газов в воздухе. Со временем будешь изучать массовую долю растворенного вещества в растворе.

Тебе, конечно, известно, что для золотых и серебряных сплавов указывают массовую долю драгоценного металла – так называемую пробу (рис. 10.1, 1–2). На этикетках лекарственных препаратов (рис. 10.1, 3) есть информация о содержании (массовой доле) компонентов.



Рис. 10.1. 1. Памятная монета «Телец». На аверсе монеты из серебра – обозначение металла, его пробы: Ag 925 ( $w(\text{Ag}) = 92,5\%$ ). 2. Юбилейная монета «Киевский псалтырь». На аверсе этой монеты находятся обозначение и проба драгоценного металла Au 900 ( $w(\text{Au}) = 90,0\%$ ). 3. Лекарственные препараты

Сведения о массовых долях металлических элементов в рудах нужны металлургам. А производители минеральных удобрений – аммиачной селитры, мочевины – обязательно указывают на упаковках массовую долю азота.

**Пример.** Вычислим массовые доли химических элементов в карбонате кальция (рис. 10.2. 1).

$$w(\text{Ca}) - ?$$

$$w(\text{C}) - ?$$

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



$$M_r(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100;$$

$$w(\text{Ca}) = \frac{40}{100} = 0,4, \text{ или } 40\%;$$

$$w(\text{C}) = \frac{12}{100} = 0,12, \text{ или } 12\%;$$

$$w(\text{O}) = 1 - 0,4 - 0,12 = 0,48, \text{ или } 48\%.$$

Массовую долю кислорода можно вычислить и по-другому:

$$w(\text{O}) = \frac{3 \cdot 16}{100} = 0,48, \text{ или } 48\%.$$

**Ответ.** Массовые доли кальция, углерода, кислорода в карбонате кальция составляют соответственно 40, 12 и 48 %.

Массовые доли химических элементов в карбонате кальция представлены на диаграмме (рис. 10.2, 2).

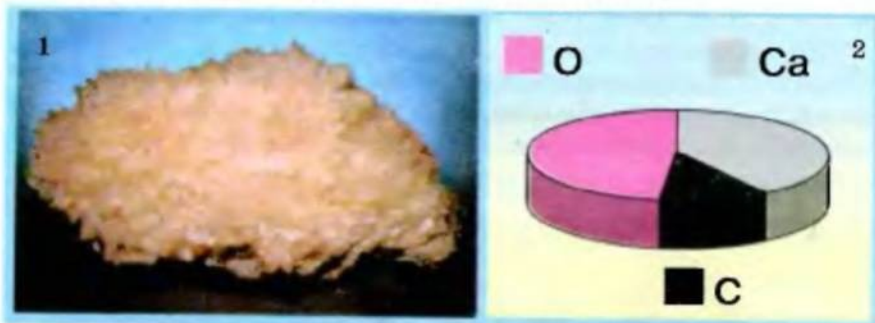


Рис. 10.2. 1. Главная составляющая кальцита – карбонат кальция  $\text{CaCO}_3$ . 2. Массовые доли элементов в карбонате кальция

Расшифруем легенду диаграммы:

$$w(\text{Ca}) = 0,4, \text{ или } 40\% ;$$

$$w(\text{C}) = 0,12, \text{ или } 12\% ;$$

$$w(\text{O}) = 0,48, \text{ или } 48\% .$$

Очевидно, что сумма массовых долей химических элементов равна 1, или 100 %.

Однако далеко не всегда результаты вычислений – целые числа. Следует округлять полученные результаты так, чтобы их точность не превышала исходных данных. При вычислении массовых долей химических элементов нужно проверять, чтобы сумма полученных значений (в долях от единицы) составляла 1, или 100 % (если доли выражают в процентах).

**Пример.** Вычислим массовые доли химических элементов в хлориде аммония (нашатыре)  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (рис. 10.3, А).

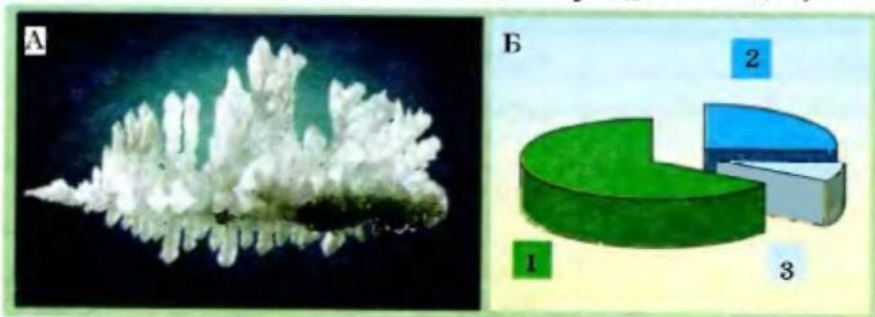


Рис. 10.3. А. Кристаллы нашатыря. Б. Массовые доли химических элементов в хлориде аммония (нашатыре)



$w(\text{N}) - ?$   
 $w(\text{H}) - ?$   
 $w(\text{Cl}) - ?$

$\text{NH}_4\text{Cl}$

$$M_r(\text{NH}_4\text{Cl}) = 14 + 4 \cdot 1 + 35,5 = 53,5.$$

$$w(\text{N}) = \frac{14}{53,5} = 0,26, \text{ или } 26\%;$$

$$w(\text{H}) = \frac{4 \cdot 1}{53,5} = 0,075, \text{ или } 7,5\%;$$

$$w(\text{Cl}) = 1 - 0,26 - 0,075 = 0,665, \text{ или } 66,5\%.$$

Массовую долю хлора можно вычислить и по-другому:

$$w(\text{Cl}) = \frac{35,5}{53,5} = 0,665, \text{ или } 66,5\%.$$

Мы округлили результаты (%) с точностью до десятых, поскольку с такой точностью было взято значение относительной атомной массы хлора.

**Ответ.** Массовые доли азота, водорода, хлора в хлориде аммония (нашатыре) составляют соответственно 26, 7,5 и 66,5 %.



Расшифруй легенду диаграммы, приведенной на рисунке

10.3, Б:

1 - ?

2 - ?

3 - ?



### Подведем итоги

По формуле вещества можно вычислить массовую долю каждого химического элемента, который входит в его состав.

Массовая доля элемента  $w(E)$  в соединении – это отношение массы этого элемента к массе соединения:

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

где  $n$  – количество атомов химического элемента  $E$ ;  $A_r(E)$  – относительная атомная масса элемента;  $M_r(\text{вещества})$  – относительная молекулярная (или формульная) масса вещества.

Массовая доля не имеет размерности. Тем не менее довольно часто содержание химического элемента в веществе выражают в процентах.



## Примени свои знания и умения

1. Вычисли массовые доли элементов в соединениях (см. § 9, задание 1).
2. Рекламуя свою продукцию, производитель указал: «Карбамид (мочевину) широко используют в сельском хозяйстве как удобрение (содержит 96,2 % азота)». Проанализируй текст сообщения. Сделай расчеты для подтверждения или опровержения приведенных в рекламной информации количественных данных относительно состава удобрения.
3. Расположи формулы веществ  $\text{CuFeS}_2$ ,  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$  в порядке уменьшения в них массовой доли меди.
4. Для йодирования пищевых продуктов используют йодид калия  $\text{KI}$  или йодат калия  $\text{KIO}_3$ . Определи, не осуществляя вычислений, в каком из этих соединений массовая доля йода больше.

## § 11. РАЗНООБРАЗИЕ ВЕЩЕСТВ. ПРОСТЫЕ И СЛОЖНЫЕ ВЕЩЕСТВА. МЕТАЛЛЫ И НЕМЕТАЛЛЫ

После изучения § 11 ты сможешь:

- приводить примеры металлических и неметаллических элементов, простых и сложных веществ;
- различать простые и сложные вещества;
- анализировать качественный и количественный состав простых и сложных веществ.

**Разнообразие веществ.** Сейчас известно свыше 18 млн веществ. И каждый день химики синтезируют не менее 250 новых соединений. Чем обусловлено такое разнообразие материального мира? В который раз обратимся к поэме Тита Лукреция Кара «О природе вещей»:

Даже и в наших стихах постоянно, как можешь заметить,  
Множество слов состоит из множества букв однородных,  
Но и стихи, и слова, как ты непременно признаешь,  
Разнятся между собой и по смыслу, и также по звуку,  
Видишь, как буквы сильны лишь одним измененьем порядка.  
Что жс до первоначал, то они еще больше имеют  
Средств для того, чтоб из них возникали различные вещи.

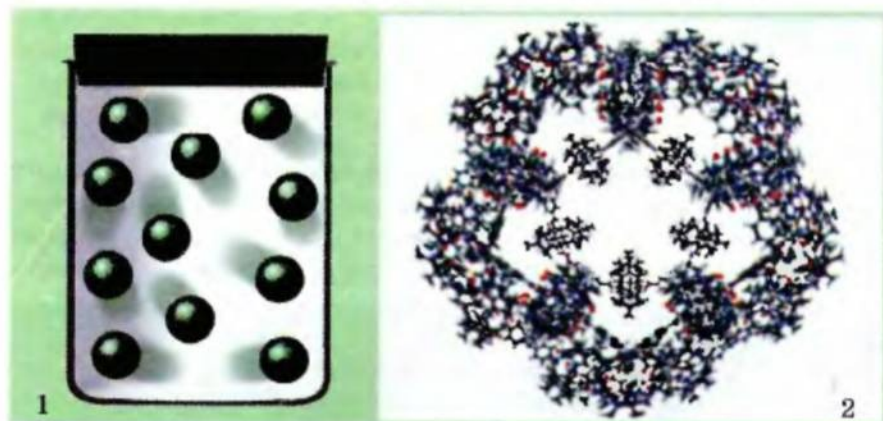


Рис. 11.1. 1. Молекулы инертного газа неона одноатомны.  
2. Модель супермолекулы

Атомы химических элементов соединяются между собой в самых разнообразных сочетаниях и количественных соотношениях. В результате образуются атомные и ионные кристаллы, молекулы – от простейших до супермолекул (молекулярных ансамблей) (рис. 11.1).

Очевидно, что такое количество разнообразных соединений нуждается в классификации (от лат. *classis* – «разряд», «класс» и *facio* – «делаю», «раскладываю»).

Изучая природоведение, ты узнал о простых и сложных веществах.



Приведи примеры известных тебе:

- простых и сложных веществ;
- других подходов к классификации веществ.

Недавно ты научился различать атомы, молекулы, ионы. По этому признаку естественно поделить вещества на молекулярные и немолекулярные соединения.

**Простые и сложные вещества.** Приобретенное тобой умение описывать качественный и количественный состав веществ по химическим формулам очень важно. Ведь теперь ты сможешь по химической формуле определить принадлежность определенного соединения к простым или сложным веществам. Конечно, нужно помнить, что **простые вещества** содержат атомы одного химического элемента. А **сложные вещества** образованы атомами или ионами разных химических элементов.

Выполни лабораторный опыт 1.



ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ 1

Ознакомление с образцами простых  
и сложных веществ

Тебе выданы вещи и вещества повседневного употребления (рис. 11.2). Рассмотрй их. Это коробок спичек, карандаш, лекарственный препарат «Карболен», стальные и медные канцелярские скрепки, алюминиевая жестянка, поварен-



Рис. 11.2. 1 – стальные скрепки; 2 – кристаллы поваренной соли; 3 – алюминиевая жестянка; 4 – коробок спичек; 5 – красный фосфор; 6 – сера; 7 – графит и алмаз; 8 – фруктоза

ная соль, сахар и т. п. Чтобы классифицировать соответствующие вещества на простые и сложные, проанализируй их химические формулы, приведенные в описании, поданном ниже.

Спичечный коробок изготовлен из картона, который состоит преимущественно из целлюлозы (клетчатки)  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Из нее состоит и палочка спички. Головка спички покрыта смесью, в состав которой входит сера S.

В состав смеси, нанесенной на боковые стенки спичечного коробка, входит красный фосфор P. Раньше при изготовлении спичек использовали ядовитый белый фосфор  $P_4$ .

И карандаш, и таблетка лекарственного средства «Карбонен» содержат графит. Формула графита C. Такую же формулу имеет и алмаз.

Воздух – смесь газов. В ее состав входят азот  $N_2$ , кислород  $O_2$ , аргон Ar, углекислый газ  $CO_2$  и т. д.

Канцелярские скрепки изготавливают из меди Cu. Также их делают из стали – сплава на основе железа Fe.

Формулу поваренной соли ты уже знаешь – NaCl.

Жестянки для напитков, кофе, другие упаковочные материалы для пищевых продуктов изготавливают из алюминия Al.

«Живчик Уник» – первый в Украине безалкогольный газированный напиток, который содержит вместо сахара  $C_{12}H_{22}O_{11}$  фруктозу  $C_6H_{12}O_6$ . Она легко усваивается организмом и способствует восстановлению утраченной влаги. Кроме других компонентов, в состав напитка входят вода  $H_2O$  и углекислый газ  $CO_2$ .

Результаты классификации запиши в таблицу:

Простые вещества	Сложные вещества

**Металлы и неметаллы.** Ты, наверное, обратил внимание, что среди простых веществ некоторые отличаются рядом общих признаков. Они имеют характерный блеск, ковкость, хорошо проводят электрический ток. Такие простые вещества называют **металлами** (рис. 11.3), а соответствующие химические элементы – **металлическими элементами**. Все металлы имеют молекулярное строение.

Еще об одном важном металле – железе – ты узнаешь из последующих параграфов учебника.

**Au** Золотая пектораль (фрагмент)



Гул утих, и зарево померкло,  
Только золото солнцем сияет.  
Ветер свистом над синей  
степью  
Имя скифское прославляет.

*Борис Мозолевский.*  
Скифская степь

**Al** Изделия из алюминия



Скульптура «Эрос» на площа-  
ди Пикадилли в Лондоне, Ве-  
ликобритания. Это одна из  
первых скульптур, при изго-  
товлении которой был исполь-  
зован алюминий.

**Cu** Медный флюгер



А ступку медную, красной  
меди, только пест перебит...

*Иван Карпенко-Карый.*  
Сто тысяч

Медь, как и золото, отличает-  
ся от других металлов харак-  
терным цветом.

Вот к Святославу подошла  
мать – княгиня Ольга, она дер-  
жала в руках сделанный луч-  
шими кузнецами из красной  
меди, позолоченный, укра-  
шенный множеством драго-  
ценных камней шлем.

*Семен Скляренко.* Святослав

**Hg** Ртуть при стандартных  
условиях ( $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 1\text{ атм}$ ) –  
жидкость



И на несколько сажен вокруг  
лодки тускло серебрилась тя-  
желая, поподрижкая, как ртути,  
мертвая зыбь.

*Чингиз Айтматов.*  
Пегий пес, бегущий  
краем моря



<p><b>Ag</b> Серебрянные монеты</p> 	<p>Блажен человек, который сни- скал мудрость, и человек, разу- м обрстший, потому что обрете- ние его лучше, чем обрете- ние серебра.</p> <p><i>Иван Огиенко. Библия</i></p>
<p><b>Zn</b> Оцинкованная посуда</p> 	<p>Ой, сколько, сколько майских луж – Обрезков голубого цинка!</p> <p><i>Василий Казин. Рабочий май</i></p> <p>Пруд по краям выложен цин- ком, и раз в неделю этот цинк снимается, относится в кухню, где и драится до блеска.</p> <p><i>Джером К. Джером. Трое на ве- лосипедах / Перевод А. Попова</i></p>

Рис. 11.3. Образцы металлов и изделий из них

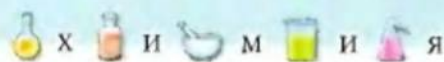
Неметаллам не присущи свойства, характерные для металлов. Тем не менее между этими группами веществ не существует четкой границы.

Например, кремний – неметалл. Однако по внешнему виду его легко спутать с металлом. Кремний широко используют как материал для изготовления полупроводниковых приборов, пластин для систем солнечной энергетики. Неметалл графит, подобно металлам, проводит электрический ток.

Неметаллам соответствуют **неметаллические химические элементы**.




Рис. 11.4. Примеры неметаллов: 1 – емкость с  $\text{Cl}_2$ ;  
2 –  $\text{Br}_2$ ; 3 –  $\text{I}_2$ ; 4 – сублимация йода



Выполняя лабораторный опыт 1, ты уже ознакомился с некоторыми неметаллами – углеродом, серой, фосфором, кислородом, азотом и т. д. Хлор, бром и йод также относят к неметаллам. Хлор – газ. Бром – летучая жидкость. Кристаллы йода имеют характерные цвет и блеск, которые делают его кое в чем подобным металлам. При нагревании йод образует пары фиолетового цвета (рис. 11.4).

Неметаллы преимущественно состоят из молекул. Однако алмаз (простое вещество углерода) и кремний – вещества атомного строения.

Обрати внимание на то, что названия металлов и неметаллов – нарицательные, а не собственные.

 Вспомни правила правописания собственных и нарицательных названий.

Как из периодической системы узнать, металлическим или неметаллическим является химический элемент? Неметаллических элементов значительно меньше. Преимущественно они размещены в правой части периодической системы. Их клеточки выделены жирной линией.



### Подведем итоги

Простые вещества содержат атомы одного химического элемента. А сложные вещества образованы атомами или ионами разных химических элементов.

Металлы имеют характерный блеск, они ковкие, хорошо проводят электрический ток.

Неметаллам не присущи свойства, характерные для металлов. Тем не менее между этими группами веществ не существует четкой границы.

Все металлы имеют немолекулярное строение. Неметаллы преимущественно состоят из молекул. Однако некоторые из них – вещества атомного строения.

Металлическим элементам соответствуют простые вещества – металлы. Неметаллическим элементам – неметаллы.

Неметаллических элементов значительно меньше, чем металлических. Преимущественно они размещены в правой части периодической системы. Их клеточки выделены жирной линией.

Классификацию веществ можно представить схемой (рис. 11.5).



Рис. 11.5. Классификация веществ



### Примени свои знания и умения

1. Приведи по два примера металлических и неметаллических элементов, простых и сложных веществ.
2. Проанализируй химические формулы  $H_2SO_4$ ;  $CuS$ ;  $O_3$ ;  $Mg$ ;  $NH_3$ ;  $P$ ;  $Ti$ . Классифицируй эти вещества на простые и сложные, а простые – на металлы и неметаллы.
3. Объясни, какие общие свойства металлов описаны в поэме Тита Лукреция Кара «О природе вещей»:

Золото, медь, серебро потекли раскаленным потоком  
 Вместе с ручьями свинца. А когда на земле появились  
 Слитки застывшие их, отливавшие ярко, то люди  
 Начали их поднимать, плененные глянец блестящим.





4. Вспомни свойства и применение некоторых металлов. Дополни поэтические строки:

Ты слышишь, как цекочет, как течет  
Под мышкой ..., она замрет – и тотчас  
Определит серебряная точность,  
Какой тебе оказывать почет.

*Белла Ахмадулина. Вступление в простуду*

5. Внимательно прочитай предложения из сообщений СМИ, найди и исправь в них химические ошибки:

«Готовые завтраки полезны, поскольку содержат витамины, Кальций, Железо и клетчатку». «Коричневый неочищенный сахар содержит Калий, железо, кальций и медь». «Соответственно государственной Программе по преодолению дефицита йода в Украине, все консервы будут содержать Йод». Назови сложные вещества и смеси, упомянутые в этих предложениях.



### Твое портфолио

Опиши и проиллюстрируй применение в твоей повседневной жизни металлов, неметаллов, сложных веществ.

## § 12. ВАЛЕНТНОСТЬ

После изучения § 12 ты сможешь:

- составлять формулы бинарных соединений по валентности;
- определять валентность элементов по формулам бинарных соединений.

**Валентность химических элементов.** До сих пор ты анализировал качественный и количественный состав веществ по готовым химическим формулам, приведенным в учебнике. И, наверное, хотел бы научиться составлять химические формулы сам. Выясним закономерности, согласно которым атомы химических элементов соединяются между собой в определенных соотношениях. Для этого сравним качественный и количественный состав соединений, формулы которых  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$  (рис. 12.1).

По качественному составу эти вещества схожи: в состав каждой из молекул входят атомы водорода. Тем не менее их

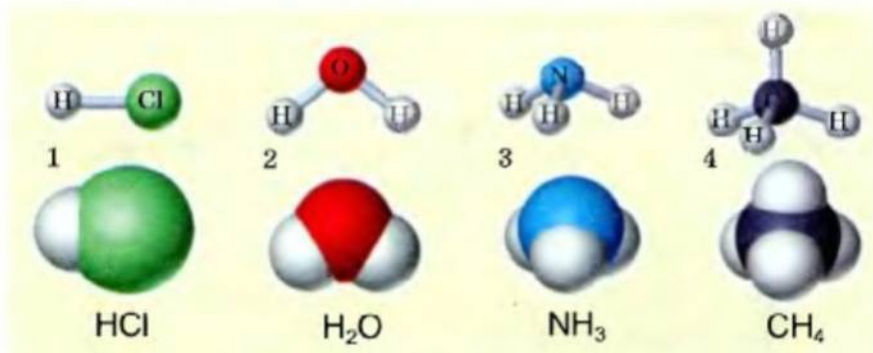


Рис. 12.1. 1. Хлороводород HCl. 2. Вода H<sub>2</sub>O.  
3. Аммиак NH<sub>3</sub>. 4. Метан CH<sub>4</sub>

количественный состав неодинаков. Атомы хлора, кислорода, азота, углерода соединены соответственно с одним, двумя, тремя и четырьмя атомами водорода.

Эту закономерность подметил еще в начале XI в. Дж. Дальтон. Со временем Й.Я. Берцелиус обнаружил, что наибольшее количество атомов, соединенных с атомом химического элемента, не превышает определенной величины. В 1853 г. Э. Франкленд назвал «соединительной силой» способность атомов связывать или замещать определенное число других атомов. Термин «валентность» (от лат. *valentia* «сила») предложил в 1868 г. немецкий химик К.Г. Вихельгауз.

**Валентность** – общее свойство атомов. Она характеризует способность атомов химически (валентными силами) взаимодействовать друг с другом.

Валентность многих химических элементов определили на основе экспериментальных данных о количественном и качественном составе веществ. За единицу валентности была принята валентность атома водорода. Если атом химического элемента соединен с двумя одновалентными атомами, то его валентность равна двум. Если он соединен с тремя одновалентными атомами, то он – трехвалентен и т. д. **Наивысшее значение валентности химических элементов – VIII.** Валентность обозначают римскими цифрами. Сделаем это в формулах рассмотренных нами соединений:

I I HCl	I II H <sub>2</sub> O	III I NH <sub>3</sub>	IV I CH <sub>4</sub>
------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------



Также ученые обнаружили, что немало элементов в разных соединениях проявляют разные значения валентности. То есть существуют химические элементы с постоянной

Элемент	Валентность	Элемент	Валентность
Водород (H)	I	Кальций (Ca)	II
Натрий (Na)	I	Барий (Ba)	II
Калий (K)	I	Цинк (Zn)	II
Фтор (F)	I	Кислород (O)	II
Бериллий (Be)	II	Алюминий (Al)	III
Магний (Mg)	II	Бор (B)	III

и переменной валентностью.

Элемент	Валентность	Элемент	Валентность
Хлор (Cl)	I, III, V, VII	Железо (Fe)	II, III, VI
Бром (Br)	I, III, V, VII	Сера (S)	II, IV, VI
Йод (I)	I, III, V, VII	Марганец (Mn)	II, IV, VII
Ртуть (Hg)	I, II	Хром (Cr)	II, III, VI
Медь (Cu)	I, II	Азот (N)	II, I, III, IV
Серебро (Ag)	I, II	Фосфор (P)	III, V
Золото (Au)	III, I	Мышьяк (As)	III, V
Олово (Sn)	II, IV	Углерод (C)	IV, II
Свинец (Pb)	II, IV	Кремний (Si)	IV, II

**Можно ли определить валентность по положению химического элемента в периодической системе?** Максимальное значение валентности элемента совпадает с номером группы периодической системы, в которой он размещен. Тем не менее бывают и исключения – азот, кислород, фтор, медь и некоторые другие элементы. Запомни: номер группы обозначен рим-



ской цифрой над соответствующим вертикальным столбиком периодической системы.

**Пример.** Сера содержится в VIa, а хлор – в VIIa группе. Значит, высшая валентность серы VI, а хлора – VII (рис. 12.2).



Рис. 12.2. Определение валентности химических элементов по расположению в периодической системе химических элементов

Значение валентности неметаллического элемента в соединении с водородом или металлическим элементом равно разности между числом VIII и номером соответствующей группы.

**Пример.** Азот содержится в Va группе. Следовательно, в соединениях с водородом и металлическими элементами он проявляет валентность III ( $VIII - V = III$ ).

Применим приобретенные знания для составления формул двухэлементных (бинарных) соединений.

**Задание.** Составь формулу соединения фосфора с кислородом, в котором фосфор проявляет высшую валентность.

Мы будем составлять химические формулы бинарных соединений по определенному плану:

Последовательность действий	Выполнение действий
1. Запиши химические символы фосфора и кислорода	PO
2. Помня, что кислород двухвалентный, обозначь в формуле его валентность римской цифрой над соответствующим символом	II PO
3. По периодической системе определи высшую валентность фосфора. Он находится в Va группе, значит его высшая валентность – V. Обозначь ее над символом фосфора	V II PO
4. Найди наименьшее общее кратное для значений валентности фосфора и кислорода. Наименьшее число, которое делится без остатка на валентности обоих элементов, – 10. Запиши его арабской цифрой сверху между значениями валентностей	V 10 II P O

Последовательность действий	Выполнение действия
5. Раздели наименьшее общее кратное на валентность фосфора ( $10 : V = 2$ ). 2 – нижний индекс; запиши его арабскими цифрами возле символа фосфора справа	$\overset{V}{P} \overset{II}{O}$ $P_2 O$
6. Раздели наименьшее общее кратное на валентность кислорода ( $10 : II = 5$ ). 5 – нижний индекс; запиши его арабскими цифрами возле символа кислорода справа	$\overset{V}{P} \overset{II}{O}$ $P_2 O_5$
7. Проверь правильность составления формулы соединения. <b>Суммарная валентность всех атомов одного элемента должна равняться суммарной валентности всех атомов другого элемента.</b> Умножь индексы на валентности соответствующих элементов и сравни полученные произведения: $2 \cdot V = 10$ и $5 \cdot II = 10$ . Произведение индекса фосфора в формуле на его валентность равно произведению индекса кислорода в формуле на его валентность. Следовательно, формула составлена правильно. Запиши ее	$P_2O_5$

Наши действия отображает схема (рис. 12.3):

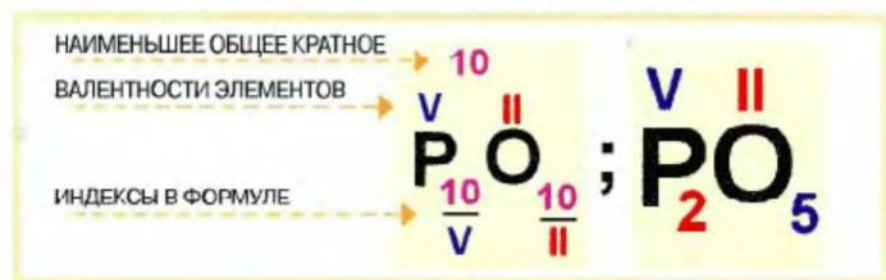


Рис. 12.3. Составление формулы соединения фосфора(V) с кислородом

**!** Фосфор имеет переменную валентность. Составь формулу соединения натрия с фосфором. Для этого вспомни, как определяют валентность неметаллического элемента в соединении с водородом или металлическим элементом. Решение задачи представь в виде схемы. Обрати внимание – в формулах бинарных соединений символ металлического элемента записывают первым.

**Определение валентности по формулам бинарных соединений.** Ты уже знаешь, как соотносятся суммарные валентности атомов каждого из химических элементов в бинарном

соединении. Следовательно, сможешь определить валентность одного из элементов в бинарном соединении по известной валентности другого химического элемента.

**Задание.** Определи валентность серы в соединении, формула которого  $H_2S$ .

Последовательность действий	Выполнение действия
1. Запиши химическую формулу вещества	$H_2S$
2. Помня, что водород одновалентен, обозначь в формуле его валентность римской цифрой над соответствующим символом	$I$ $H_2S$
3. Найди суммарную валентность атомов водорода, умножив его валентность на индекс: $I \cdot 2 = 2$ . Запиши ее арабской цифрой сверху между символами элементов	$I \ 2$ $II_2 S$
4. Раздели суммарную валентность на количество атомов серы: $2 : 1 = II$ . Полученное частное и будет искомым валентностью серы. Запиши ее значение над соответствующим символом в формуле соединения	$I \ 2 II$ $H_2 S$
5. Проверь правильность определения валентности серы. Суммарная валентность всех атомов одного элемента должна равняться суммарной валентности всех атомов другого элемента. Умножь индексы на валентности соответствующих элементов и сравни полученные произведения: $2 \cdot I = 2$ и $I \cdot II = 2$ . Произведение индекса водорода в формуле на его валентность равно произведению индекса серы в формуле на ее валентность. Следовательно, валентность серы определена правильно	$I \ 2 II$ $H_2 S$

Запишем решение в виде схемы (рис. 12.4):

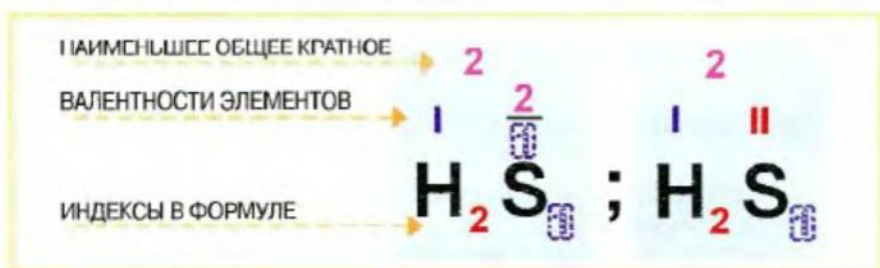


Рис. 12.4. Определение валентности серы в соединении с водородом





Сера имеет переменную валентность. Определи валентность серы в соединениях, формулы которых  $\text{SO}_2$  и  $\text{SO}_3$ . Для этого вспомни валентность кислорода и правило определения валентности.

Обрати внимание, что в формулах бинарных соединений символ кислорода записывают вторым, за исключением соединения с фтором.

Составь формулу соединения кислорода с фтором.



### Подведем итоги

Валентность – общее свойство атомов. Она характеризует способность атомов химически (валентными силами) взаимодействовать друг с другом.

За единицу валентности была принята валентность атома водорода.

Наивысшее значение валентности химических элементов – VIII.

Существуют химические элементы с постоянной и переменной валентностью.

Максимальное значение валентности элемента совпадает с номером группы периодической системы, в которой он размещен. Исключения – азот, кислород, фтор, медь и т. п.

Значение валентности неметаллического элемента в соединении с водородом или металлическим элементом равно разности между числом VIII и номером соответствующей группы.

В формулах бинарных соединений символ металлического элемента записывают первым.

Символ кислорода в формулах бинарных соединений записывают вторым, за исключением соединения с фтором.

Суммарная валентность всех атомов одного элемента равна суммарной валентности всех атомов другого элемента.



### Примени свои знания и умения

1. Составь формулы бинарных соединений азота, кислорода, фтора с кальцием.
2. Составь формулы бинарных соединений с кислородом, в которых значения валентности лития, магния, бора, углерода максимальны.

3. Определи валентность атомов химических элементов по формулам соединений:  $\text{PH}_3$ ,  $\text{Au}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}$ .
4. Из приведенного перечня выпиши химические формулы соединений, в которых атомы металлических элементов двухвалентны:  $\text{MnO}$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{CaH}_2$ .
5. Составь формулы бинарных соединений одно-, двух- и трехвалентных металлических элементов с фтором.
6. Найди закономерности в последовательностях формул: а)  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ; б)  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$ ,  $\text{HF}$ .
7. Составь схемы определения валентности элементов по формулам бинарных соединений и решения обратной задачи для случаев, когда:
- значения валентностей химических элементов, которые входят в состав соединения, одинаковы;
  - значение валентности одного элемента без остатка делится на значение валентности второго элемента в соединении;
  - значения валентностей химических элементов, которые входят в состав соединения, не делятся друг на друга.
8. Проиллюстрируй составленные схемы конкретными примерами.
9. Определи валентность химических элементов в соединениях, формулы которых приведены в схеме (рис. 12.5). Дополни схему собственными примерами.



Рис. 12.5

10. Объясни, учитывая изученное, поэтические строки из поэмы Тита Лукреция Кара «О природе вещей»:

Сами собою вещей семена в столкновеньях случайных,  
 Всячески втуне, вотще, понапрасну сходяся друг с другом,  
 Слились затем, накоисц, в сочетанья такие, что сразу  
 Всяких великих вещей постоянно рождают зачатки:  
 Моря, земли и небес и племени тварей живущих.



## Медиастраничка



Прочитай отрывок из произведения:

Разговор разговором, но – караул! – химия. Это же просто наказание господнее, а не учительница химии, которую два года назад прислали в школу, где учился Эдик. Когда я сравниваю наши знания со знаниями Эдика и его товарищей, даже медалистов, мне становится грустно. Конечно же, в целом они более образованны, чем были мы, а точнее – напшигованы информацией, но конкретных умений у них маловато. А химичка их совсем не учила основ – валентности. А как можно идти сдавать в вуз экзамены, не зная валентности? Я спохватился только тогда, когда узнал, что Эдик будет поступать в медицинский вуз. Два с половиной месяца я клюю, грызу, точу, как мышь, с ним валентность и решаю задачки. Я давно забыл свойства всех химических веществ, но законы валентностей помню хорошо. У нас был очень суровый, рябой химик, который половину каждого урока отводил заданиям на валентность. Два с половиной месяца я штудирую учебники по химии, я почти полностью восстановил свои знания, и временами мне кажется, что смог бы ответить на вступительном экзамене. Эдику же упражнения на валентность давались очень тяжело, это для него было что-то похожее на азбуку Морзе (по произведению Юрия Мухометова «Обвал».)



Представь себя в роли одного из персонажей произведения:  
 а) отца и попробуй сформулировать законы валентности;  
 б) учителя – составь несколько заданий на определение валентности.

## § 13. КАК ИЗУЧАЮТ ХИМИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ И ЯВЛЕНИЯ. НАБЛЮДЕНИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ В ХИМИИ

После изучения § 13 ты сможешь

- сознательно и целенаправленно применять наблюдение и эксперимент для изучения химических соединений и явлений.

Чтобы узнать, что представляют собой химические соединения и явления, нужно к ним, прежде всего, присмотреться. Ведь *наблюдение* – первый шаг к науке. На основе на-





Рис. 13.1. Наблюдение и эксперимент – ступени познания



Рис. 13.2. Научный закон – словесное или математическое выражение выявленных закономерностей

блюдений выдвигают *гипотезы* – предположения, которые проверяют экспериментально. То есть *эксперимент* помогает еще глубже изучить вещества и химические явления.

В изучении веществ и химических явлений наблюдение и эксперимент занимают центральное место. Эти два *метода* очень похожи по содержанию, однако несколько отличаются способом выполнения. Астроном не может создать звезду и подождать, пока она постареет, чтобы изучить изменения ее состава. Геолог не может ускорить движение литосферных плит на поверхности Земли, чтобы посмотреть, какие явления произойдут. В этих случаях ученым приходится ограничиваться *наблюдениями* за природой и *моделированием*, поскольку *предмет исследования* им неподвластен.

Химик-экспериментатор имеет возможность управлять исследуемой *системой*. Чаще всего он изменяет какое-то одно условие, чтобы посмотреть на результат этого *влияния*. *Эксперимент* не исключает *наблюдений*, и наоборот. В химии, как и в любой науке, используют их разумное сочетание (рис. 13.1).

После выполнения ряда экспериментов ученые анализируют полученные данные: *сравнивают, делают выводы, обобщают*. В результате они обнаруживают определенные закономерности в свойствах веществ и ходе химических явлений.



Рис. 13.3. Пути познания

не просто объединяет уже известные *факты*. На ее основе можно *прогнозировать* явления, которые до сих пор не наблюдали. Возвратившись к *эксперименту* и *наблюдениям*, можно выяснить, действительно ли существуют предсказанные теорией факты. Если да, то ученые ищут новые факты, которые следуют из теории и подтверждают ее правильность. Если нет, изменяют теорию и делают новую попытку. В любом случае успешность прогнозов теории является признаком ее качественности (рис. 13.3).

Эта опора на экспериментальную проверку – именно то, что отличает науку от других видов интеллектуальной деятельности. Наука – суровый воспитатель. Она неумолимо требует подвергать идеи сомнению, заставляет тщательно проверять их при помощи эксперимента, прежде чем принять.

Исследование веществ и химических явлений – бесконечный процесс. Нельзя получить у природы окончательные подтверждения своих идей, как нельзя достичь конца круга.

Исследователи на основе выявленных *закономерностей* стараются сформулировать их словесное или математическое выражение, которое называют научным законом (рис. 13.2).

Затем у ученых возникают вопросы: как можно объяснить открытый *закон*? Согласуется ли он с уже известными законами? Расширяет ли и углубляет ли представления об устройстве природы?

Снова выдвигаются *гипотезы* – догадки или предположения для объяснения существующих *законов* природы. На основе *гипотез* создают определенные *теории (модели)*. То есть *теория* – это *гипотеза*, выдержавшая многократные экспериментальные проверки.

Полученные в результате экспериментов и наблюдений данные, на которых основывается *теория*, определяют ее качественность. Качественная теория

Ведь в науке всегда есть место для расширения горизонтов познания в новых направлениях. И через столетия в средствах массовой информации будет не меньше, чем сейчас, сообщений о новых достижениях химии.



### Подведем итоги

Наблюдение и эксперимент занимают центральное место в изучении веществ и химических явлений.

Эксперимент не исключает наблюдений, и наоборот. На основе анализа их результатов обнаруживают определенные закономерности.

Словесное или математическое выражение этих закономерностей называют научным законом.

Для объяснения существующих в природе законов выдвигают гипотезы, которые проверяют экспериментально.

На основе гипотез создают определенные теории (модели). Теория – это гипотеза, которая выдержала многократные экспериментальные проверки.

На основе теории можно прогнозировать явления, которые до сих пор не наблюдали. Возвратившись к эксперименту и наблюдениям, можно выяснить, подтвердились ли факты, предсказанные теорией.

Успешность прогнозов теории является признаком ее качества.



### Прими свои знания и умения

1. Назови важнейшие методы изучения веществ и химических явлений.
2. Опиши, чем отличаются: а) наблюдение и эксперимент; б) гипотеза и теория.
3. Объясни, что неизменно: законы природы или теории, которыми их стараются объяснить.
4. Прокомментируй выражение: «Законы открывают. Теории развиваются».
5. Придя домой из школы, Андрей рассказал бабушке об изученных им на уроке химии важнейших методах научных исследований – наблюдении и эксперименте. Тем не менее бабушка никак не могла понять, чем научное наблюдение отличается от наблюдения в житейском смысле этого слова. А как бы ты объяснил это отличие? Запиши свое объяснение.





Рис. 13.4. Этапы исследования

6. Семиклассники Татьяна, Кирилл и Софийка поспорили. Татьяна убеждала одноклассников, что самое важное в исследовании – четко определить предмет наблюдения. То есть то, на что будет обращено внимание наблюдателя – конкретное вещество, его свойства или превращение одних веществ в другие, условия осуществления этих превращений и т. д. Кирилл доказывал, что главное для наблюдателя – знать, зачем он проводит наблюдение, и четко сформулировать цель исследования. А Софийка утверждала: достижение поставленной цели невозможно без составления плана наблюдения. Приобщись к их дискуссии и обоснуй собственную позицию по этой проблеме.

7. Тарас убеждал Мишу, что научную гипотезу можно выдвинуть только в результате наблюдения, то есть тогда, когда получен определенный результат, который нужно объяснить. А Миша утверждал, что важнее еще до начала эксперимента выдвинуть предположение относительно того, как будет происходить наблюдаемое явление. Кто из ребят, по твоему мнению, прав? Обоснуй и опиши собственную позицию по этой проблеме.

8. Составь рассказ об изучении химических соединений и явлений по рисунку 13.4.



## Медиастраничка



Прочитай отрывок из произведения. Узнай, используя разнообразные источники информации, о каких открытиях и ученых в нем идет речь (по произведению Януша Корчака «Наедине с Богом. Молитвы тех, кто не молятся»).

Идем мы дорогой истории, несем светильники знаний и свитки законов. Путь держим – вперед. Наш девиз «Почему?». Волей, мыслью тайну постичь. Ты, Господи, Тайна Тайн.

Мы все – добровольцы!

Впереди юноши поступью твердой идут – знаменосцы. Имя им – поэты. Прекрасные наши жрецы. Своенравны они, своевольны. Скажешь: что с них толку? – Первопроходцы они. Жизни кладут на алтарь, неопытные. Смерти в лицо смеются, песнью смерть целуют, призывом: «Ввысь!», клятвой: «До гроба!»

Мы любим этих юнцов безрассудных. Стихаем, завилы. как они, словно спугнутые птицы, взметнутся и унесутся в даль. «Что они там высмотрели?» «Кто знает: солнце!» Всяк свое болтает, чудеса рассказывает, соблазняет. «Тихо... Дойдем – увидим.» – «Скорее, за нами...»

К Тебе, Господи.

Идут математики. Мир скваляли числом, человека опутали. Солнце для них – одно, и песчинка – одна, и любовь – одна, и хлеб – один. Измерили бесконечность пространства и времени, взвесили и атом и Землю. Астроном, неотрывно глядящий в звездное небо, звезду не видит. Ее из бездны извлек он числом. «Бери и читай!». И в каббале цифр читает звезду, никогда не виденную, и точкой отмечает на карте. Химик чувствует дыхание Вселенной, и ароматы роз, и запахи гниения. Физик – вслушивается в колебания созвездий и скрешивает гром своей мысли с громом небесным в смертельной борьбе за Тебя, Господи. Идут, вооружившись заступами, саперы гор и морей. Рокуются в дымящихся чревах вулканов, режут холодные, как скелеты, камни, терзают плоть застывшей планеты, выискивают истоки жизни в миллионках ее сердец. Отгадывают прошлое, прощупают грядущее, по крохам вызнают, как прорастала из жизни смерть и из смерти жизнь – в насекомом, застывшем в янтаре, в алмазах, блеснувших в пепле, на коралловых грядках в море, в соленой крови земного великана. В пещерах и на болотах, на затопленных кладбищах, по черепам и костям изучают санскрит исчезнувших цивилизаций...

А за ними отряд за отрядом идут другие ученые. С головы до пят закованы в сталь мысли. И так их много, и такие разные. А все вместе – братья.

Вот тихий монах Грегор. Из долгих своих наблюдений над зеленым горохом он вывел грозный закон наследственности. Вот странник, чей возглас: «Земля!» приветствовал новые континеты. А этот

победил бытие заклинанием гордым и смелым: «Я мыслю, следовательно, существую». Другой извлек из земли древнейший закон Хаммурапи. Тот учитель в деревне глухой – на зависть фее властвует над пестрым царством насекомых. А этот взлететь сотни раз пытался – весь изранен, но своего добился: взял у птиц мощь их крыльев и парит в воздухе. Другой – властелин морского дна. А рядом шивовар, что вывел женщин и детей из охваченных болезнью городов и поразил противника – заразу. И тут же еще один: обрушился на хаос разноязыких слов и взял их в плен единства. А за ним – тот, кто установил иерархию растений, покорил зеленый мир. Другой открыл законы животного мира, сорвал корону с головы Создателя. Вот идет ученый, указавший в мироздании место Солнцу. За ним – его собрат, взявший в плен геометрической формулы божество. Этот вырвал у ведьмы отравленное жало нищеты. А тот триумфально возгласил: «*Omnis e cellula cellula*» (Все клетки – из клеток).

Во славу Твою, Господи.

А за отрядами бойцов тащатся обозы и мародеры. Юристы-букведы, эскулапы, разные инженеры да агрономы, политики-крикуны, всякий сброд, мошенники, торгаши... Из осколков наших побед создают они для людского муравейника богатство, комфорт и силу. Продадут за гроши, фейерверками чернь забавляют, девиц соблазняют.

Мы, Рыцари Красоты и Истины, и не смотрим на них. А если и взглянет самый печальный из нас, лоцман души человеческой, – улыбнется снисходительно. Идем, избравшие Тебя, священная Тайна Тайн, своим учителем, а наивный зевака вздохнет: «Бедные солдатики». Видит наши потемневшие лица и согбенные спины, рад бы попотчевать бедных-одиноких, в светлую горницу пригласить – пусть отдохнут.

Это мы – бедные? Это нам нужен отдых? Мы – счастливейшие! В вихре борьбы, в свободном полете, устремленные в неведомые края, лицом к лицу с враждебной тьмой – наедине с Господом Богом. Ты, Господи, наша отчизна, дом, семья. Ты – награда и радость. Ты – союзник посвященных. На наших глазах восходят и крепнут зори истины и все новые тайны тех истин. Для нас и на следников наших, сынов нашего Завтра.

## § 14. ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВА.

### ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

**После изучения § 14 ты сможешь:**

- *приводить примеры* химических явлений в природе и быту;
- *наблюдать* химические явления и описывать наблюдения, формулировать выводы;
- *различать* физические и химические свойства веществ, физические и химические явления.



**Физические свойства и явления.** Каждому индивидуальному соединению присуща определенная уникальная совокупность свойств. А отдельными признаками вещества могут отличаться или быть подобными между собой.

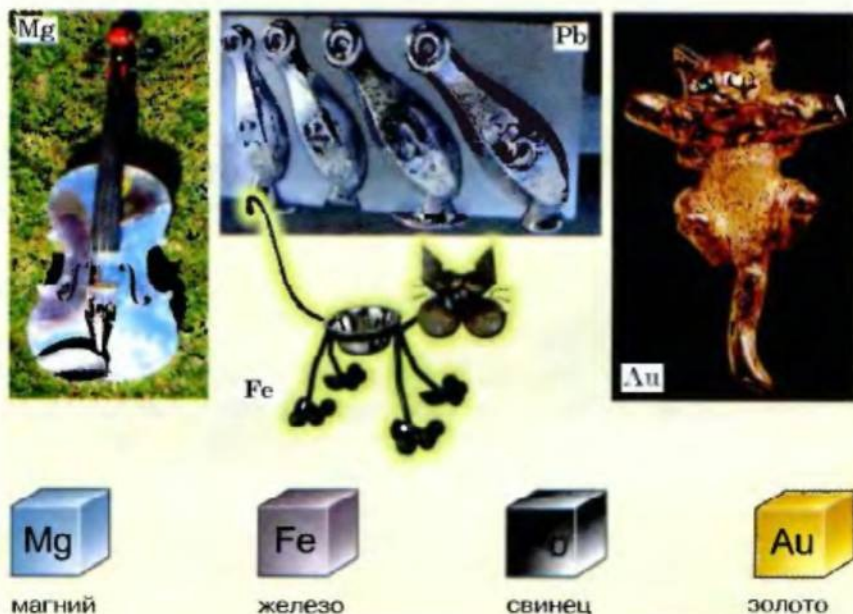
Металлы имеют разную плотность (рис. 14.1). Но общие свойства им также присущи.



Вспомни, какие свойства характерны для большинства металлов. Назови свойство, по которому легко отличить золото и медь от других металлов.

Приведи примеры веществ повседневного употребления, имеющих характерный цвет или запах.

Важнейшие физические свойства веществ – цвет, блеск, запах, вкус, твердость, температуры плавления и кипения, плотность, растворимость. Ковкость, пластичность, способность проводить электрический ток и тепло, притягиваться магнитом также относят к физическим свойствам (рис. 14.2).



ПЛОТНОСТЬ

Рис. 14.1. Физические свойства металлов



Рис. 14.2. 1. Растительное масло легче воды и не растворяется в ней. Через некоторое время после перемешивания этих жидкостей масло всплывает на поверхность. 2. Магний пластичин. Его обрабатывают прокатыванием

Сравни значения плотности воды и растительного масла. Назови те свойства веществ, которые можно определить при непосредственном наблюдении.

Назови приборы, с помощью которых можно измерить: а) температуры плавления и кипения; б) плотность вещества.

Объясни, чем надо подействовать на вещество, чтобы определить его: а) растворимость; б) пластичность; в) электропроводность.

При наблюдении или измерении физических свойств веществ их химический состав не изменяется. Изучение физических свойств веществ связано с физическими изменениями – явлениями.

Вспомни, какие явления называют физическими. Приведи несколько примеров физических явлений.

Переход воды из одного агрегатного состояния в другое – физическое явление, ведь химический состав вещества не изменился: лед, вода, водяной пар – разные состояния одного и того же вещества. Агрегатное состояние не является индивидуальной характеристикой вещества.

Физические свойства воды можно определить экспериментально: измерить ее температуры плавления и кипения (рис. 14.3).

Установлено, что при пониженном давлении вода кипит при температуре значительно меньшей, чем 100 °С. Плотность воды при разных температурах также отличается.

Проанализируй данные, представленные на рисунке 14.4, и объясни, почему лед не тонет в воде.

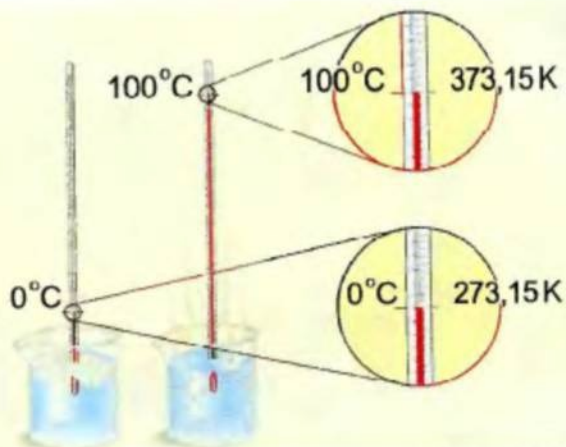


Рис. 14.3. Вода в разных агрегатных состояниях

Ты, наверное, обратил внимание, что результаты измерений некоторых свойств вещества зависят от температуры и давления. Поэтому при описании вещества принято отмечать условия, при которых были измерены его физические свойства. Нормальные условия: давление 1 атм (101 325 Па) и температура  $T = 273,15 \text{ К}$  ( $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ); стандартные условия: давление 1 атм (101 325 Па) и температура  $T = 298,15 \text{ К}$  ( $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ) (см. приложение). Тем не менее вода не единственное вещество, свойства которого нужно и интересно изучать. Ты убедишься в этом, выполняя лабораторный опыт 2.

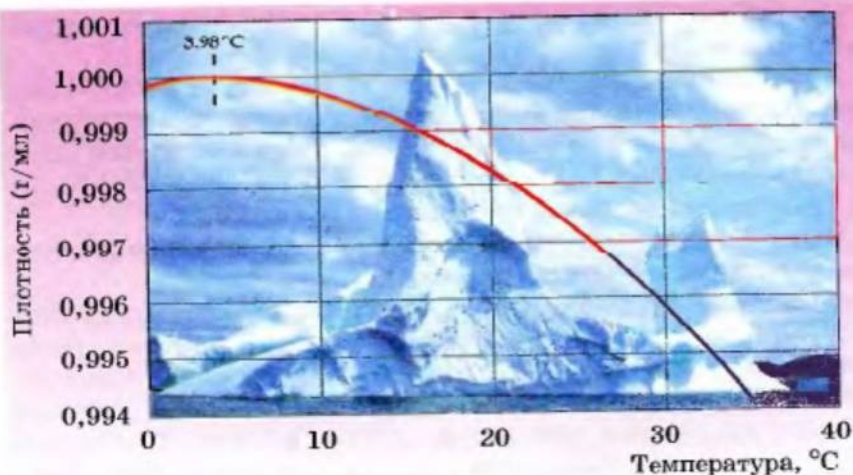


Рис. 14.4. Плотность воды при разных температурах



**ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ 2**
**ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ВЕЩЕСТВ**

Тебе выданы штатив с пробирками и стеклянными палочками, стеклышки, промывалка с водой, держатель для пробирок, горелка, стальные скрепки (или обрезки проволоки), опилки магния, медный купорос, измельченные в порошок мел, лимонная кислота, сахар.



Вспомни приемы обращения с лабораторным оборудованием, посудой и нагревательными приборами. Если нужно, обратись к инструкциям и рисунку 2 из практической работы 1.

**Задание.** Исследуй, опиши и сравни физические свойства двух веществ из перечня: а) медный купорос и желсао; б) мел и лимонная кислота; в) магний и сахар; г) магний и медный купорос. В описании также укажи агрегатное состояние веществ.

Результаты наблюдений запиши в таблицу:

Признак для сравнения	Вещества	
	...	...
Агрегатное состояние		
Цвет		
Блеск		
Запах		
Растворимость в воде		

Сделай вывод, чем похожи и чем отличаются исследуемые вещества.

Химические свойства и явления, в отличие от физических, связаны с изменением химического состава исходных веществ. Химические реакции всегда сопровождаются определенными внешними эффектами. Какими именно, выясним, наблюдая за ходом химических реакций.

**Опыт 1** (его нужно проводить *под тиссой*, надев *резиновые перчатки* и *защитные очки*).

В небольшой химический стакан поместим сахарную пудру и увлажним ее водой. Поставим этот стакан в стакан большего объема. Возьмем два лепестка с одной розы. Один лепесток положим в большой стакан, а другой – в стеклянную чашку рядом с ним. Осторожно нальем в стакан с сахарной пудрой концентрированную серную кислоту и тщательно перемешаем реагенты стеклянной палочкой (рис. 14.5).

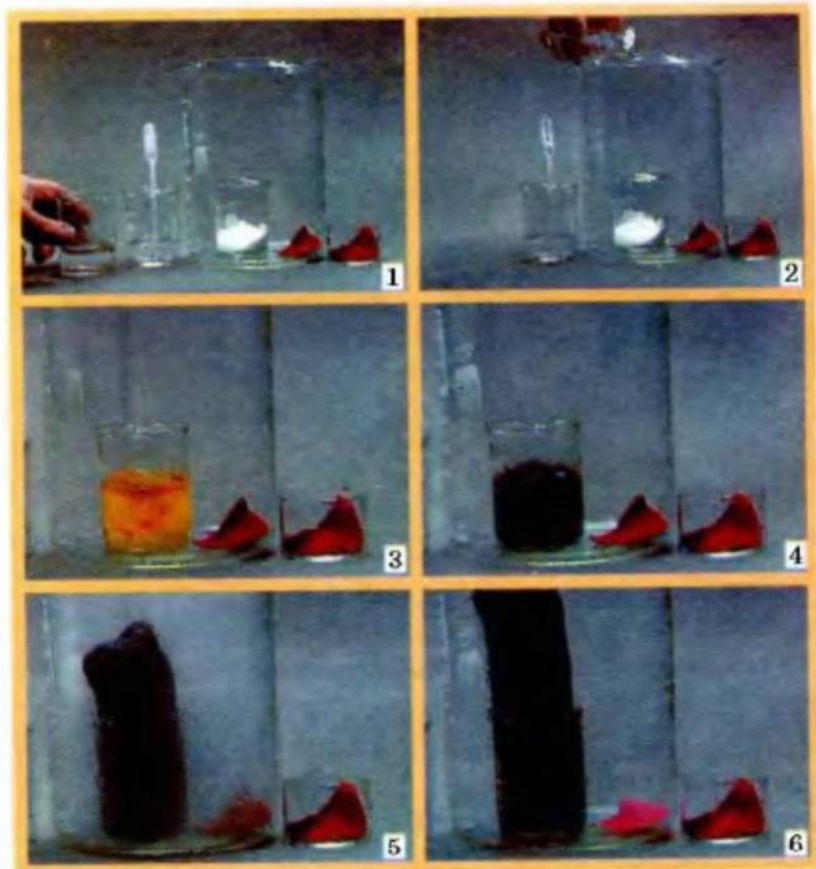


Рис. 14.5. Действие концентрированной серной кислоты на сахар (сахарозу)



Опиши изменения, которые произошли.

Объясни, почему опыт нужно было проводить под тягой.

Назови внешние эффекты, которые свидетельствуют о прохождении химической реакции.

**Опыт 2** (его нужно проводить, надев *темные защитные очки*).

Зажжем в пламени горелки магниевую ленту (рис. 14.6).



Объясни, почему опыт надо было проводить, надев темные очки.

Назови внешние эффекты, свидетельствующие о прохождении химической реакции.

Химические реакции могут сопровождаться выделением или поглощением энергии, появлением или исчезновением

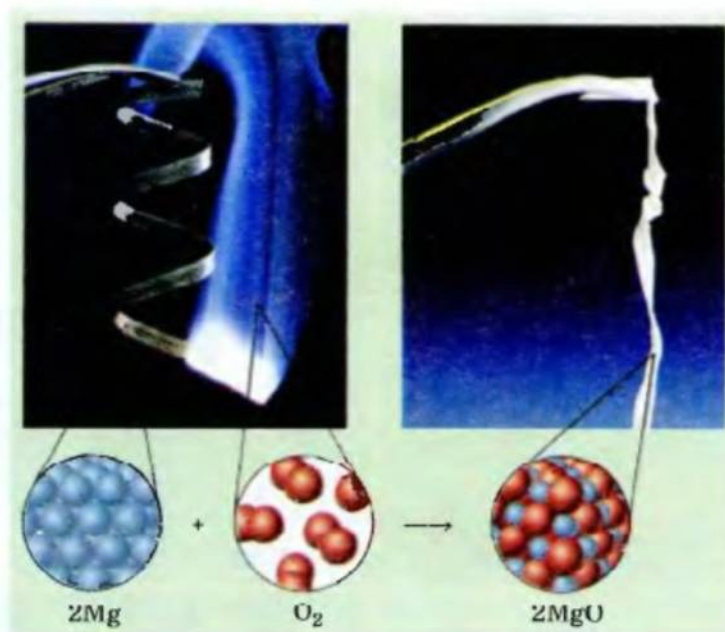


Рис. 14.6. Горение магния

осадка, запаха, изменением окраски, выделением газа и т. п. Чтобы окончательно убедиться в этом, выполни еще один лабораторный опыт.

### ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ 3

#### ПРОВЕДЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

**Задание.** Прodelай опыты. Опиши эффекты, которыми сопровождаются проведенные химические реакции.

#### I вариант

- помести стальную скрепку в раствор медного купороса;
- закрепи в держателе стеклышко, помести на него немного медного купороса и осторожно нагрей в пламени горелки.

#### II вариант

- смешай в пробирке мел с раствором лимонной кислоты;
- закрепи в держателе стеклышко, помести на него немного лимонной кислоты и осторожно нагрей в пламени горелки.

#### III вариант

- помести опилки магния в раствор лимонной кислоты;
- закрепи в держателе стеклышко, помести на него немного сахара и осторожно нагрей в пламени горелки.



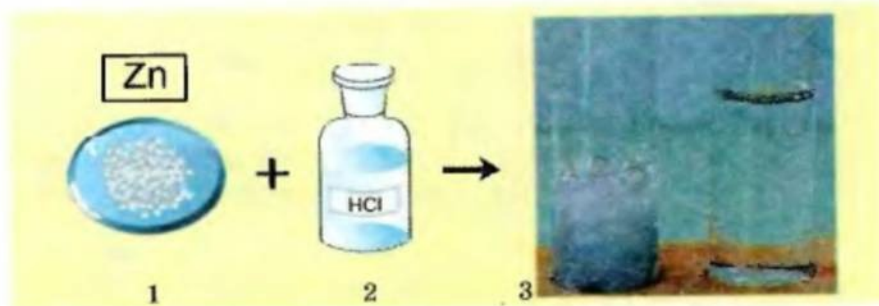


Рис. 14.7. 1. Серые блестящие гранулы Zn. 2. Соляная кислота (бесцветный раствор). 3. Выделение газа, «растворение» цинка

#### IV вариант

- помести опилки магния в раствор медного купороса;
- закрепи в держателе стеклышко, помести на него немного медного купороса и осторожно нагрей в пламени горелки.

Пример описания наблюдений за реакцией между цинком и соляной кислотой приведен на рисунке 14.7.

О чем свидетельствуют наблюдаемые изменения? О том, что одни вещества превращаются в другие. Следовательно, существенный признак химического явления – образование новых веществ.

**Способность вещества вступать в химические реакции характеризует его химические свойства.**



#### Подведем итоги

Каждому индивидуальному соединению присуща определенная уникальная совокупность свойств. Отдельными признаками вещества могут отличаться или быть подобными между собой.

При наблюдении или измерении физических свойств веществ их химический состав не изменяется. Важнейшие физические свойства веществ – цвет, блеск, запах, вкус, твердость, температуры плавления и кипения, плотность и т. д.

При описании вещества принято указывать условия (температуру, давление), при которых были определены его физические свойства. Агрегатное состояние вещества не является его физическим свойством.

Химические свойства и явления, в отличие от физических, связаны с изменением химического состава исходных веществ.

Химические реакции сопровождаются внешними эффектами: выделением или поглощением энергии, появлением или исчезновением осадка, запаха, изменением окраски, образованием газа.

Существенный признак химического явления – образование новых веществ. Способность вступать в химические реакции характеризует химические свойства веществ.



### Примени свои знания и умения

1. Назови свойства и явления, о которых идет речь в строках поэмы Тита Лукреция Кара «О природе вещей»:

Золото крепость свою теряет, в пылу расплавляясь,  
Жидким становится лед побежденной пламенем меди,  
Сквозь серебро и тепло и пронзительный холод проходят.

2. Опиши по рисунку 14.8 внешние эффекты химических явлений в повседневной жизни:

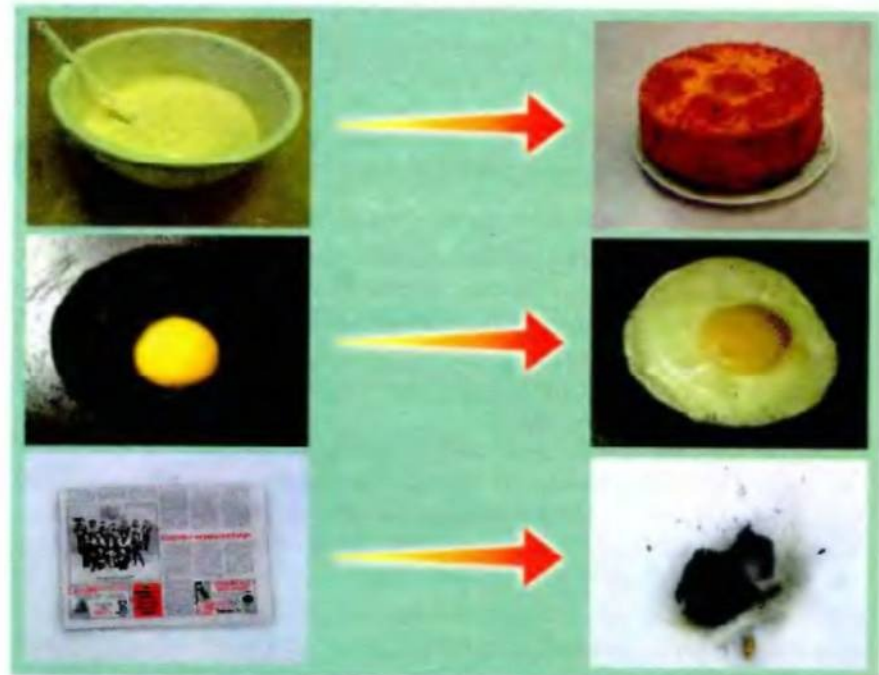


Рис. 14.8. Химические явления в повседневной жизни

3. Представь, что в твоих руках волшебная палочка и ты превращаешь: а) алмаз в углекислый газ; б) золотую цепочку в золотой перстень; в) железо в ржавчину; г) лед в пар. Определи, какие превращения являются физическими явлениями.
4. Предприятие вырабатывает: а) железо из железной руды; б) медный провод из медных болванок; в) щебень из гранита; г) скульптуры из мрамора. Определи, какие из перечисленных превращений являются химическими.
5. Объясни, на какой из станций для производства электроэнергии используют энергию химической реакции: а) ветровой; б) тепловой; г) гидроэлектростанции.
6. Объясни содержание строк поэмы Тита Лукреция Кара «О природе вещей»:

Свойство есть то, что никак отделить или отнять невозможно  
Без разрушенья того, чему оно будет присуще...



### Медиастраничка



Проанализируй рисунок 14.9 и текстовую (по Петру Синявскому, Янине Дягутите, Платону Воронько, Ирине Токмаковой, Сергею Погореловскому) информацию. Установи соответствие между частями рисунка и содержанием фрагментов текста.

Назови описанные в них способы разделения смесей, физические и химические явления (если нужно, обратись к учебнику биологии, вспомни технологии выращивания растений и приготовления блюд).

Подбери и запиши собственные заголовки к фрагментам рисунка 14.9.

Обсуди, какие процессы на пути хлеба от поля к столу (рис. 14.9) сопровождаются химическими превращениями.

\*\*\*

Зеленый росток,  
Веселый росток,  
Ты только пробился из зернышка.  
Расти, колосок!  
Расти, колосок!  
Расти, колосок, до солнышка!  
*Петр Синявский*

Знаете, как выпекают хлеб? Собранное зерно везут на элеватор. В оббивальной машине элеватора зерно очищают от оболочек и зародыша, потом моют и сушат. После высушивания зерно мелют и просеиванием отделяют муку от отрубей. От металломагнитных примесей муку очищают магнитом. Очищенная мука по трубам поступает на расфасовку.



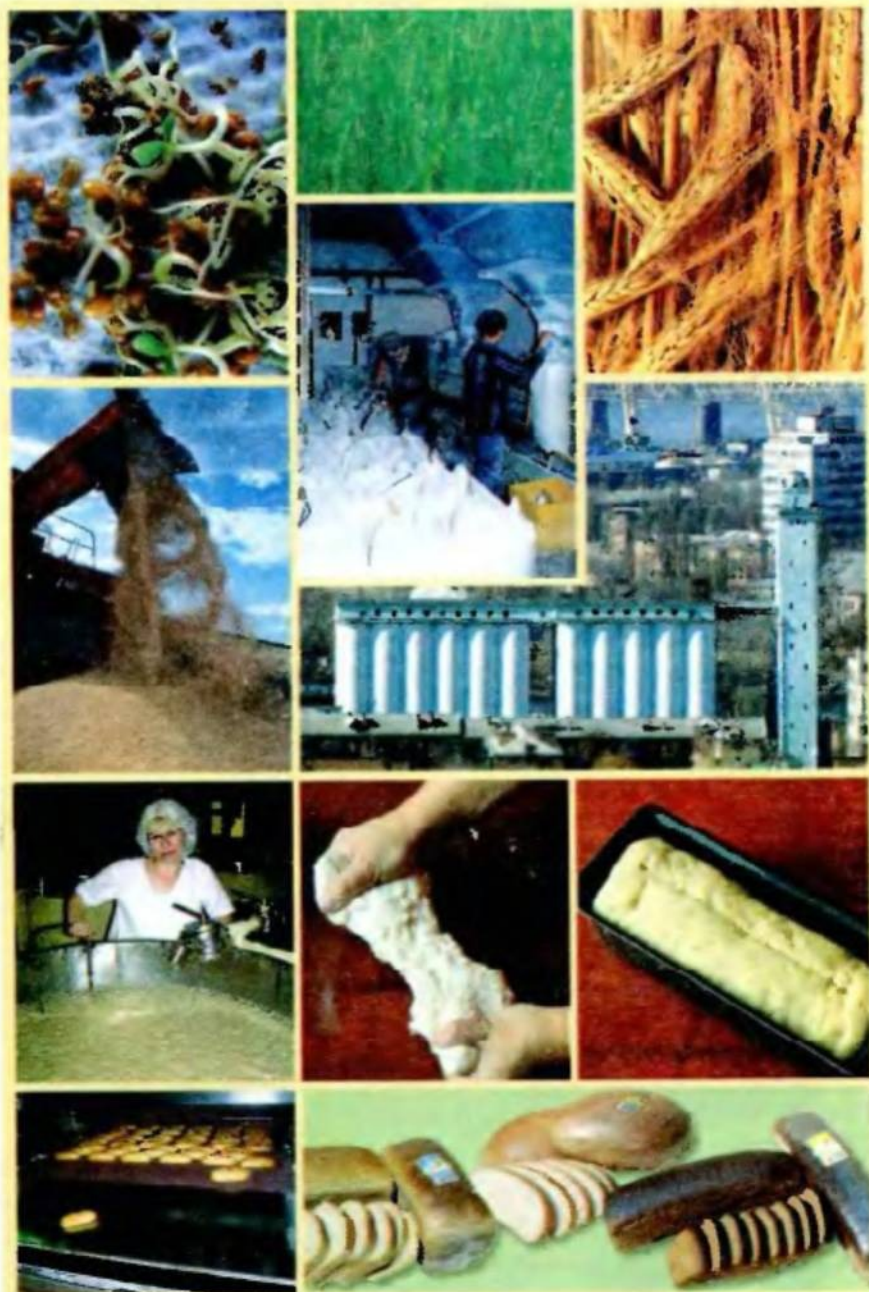


Рис. 14.9. Путь хлеба от поля к столу

***	
Солнце чертит в небе полосы, птицы песню завели – Созревай же, колос к колосу, сладкий хлеб моей земли!» <i>Янина Дзугутите</i>	
***	
Два комбайна в поле ходят. Взад-вперед, из края в край. Жнут – молотят, жнут – молотят, убирают урожай. <i>Платон Воронько</i>	
***	
Вот на мельнице пшеница. Здесь тако с ней творится! В оборот ее берут! В порошок ее сотрут! Стали зернышки мукою. <i>Сергей Погореловский</i>	
***	
Тесто кружится в квашне, Запекается в огне. <i>Ирина Токмакова</i>	
***	
Вот он, Хлебушек душистый. Вот он, теплый, золотистый. В каждый дом, на каждый стол, Он пожаловал, пришел. <i>Сергей Погореловский</i>	Десятки специалистов следят за изделием, пока оно сойдет с конвейера. Сначала инженеры хлебозавода проверяют сырье. Тестомесы готовят опару – дрожжевую основу теста. Для замеса используют чистую артезианскую воду. После того, как опара выстоится, огромный смеситель месит готовое тесто, добавляет необходимые составляющие. Автоматический распределитель кладет на конвейер куски этой массы, потом ее округляют. В специальном шкафу буханка «вырастает» до нужного размера. А уже из огромной современной печи, которая каждый час «выдает» около тонны продукции, буханки появляются на свет с румяными и вкусными корочками.

## § 15. ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ И ЯВЛЕНИЯ, КОТОРЫЕ ИХ СОПРОВОЖДАЮТ. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ МАССЫ ВЕЩЕСТВ

После изучения § 15 ты сможешь

- объяснять суть закона сохранения массы веществ.

**Суть и признаки прохождения химических реакций.** Ты уже знаешь, что существенный признак химического явления – превращение одних веществ в другие. И на основе этих знаний умеешь различать физические и химические свойства веществ, физические явления и химические реакции.

«Химическое превращение, химическая реакция является главным предметом химии», – утверждал выдающийся химик Н.Н. Семенов. Поэтому важно уметь наблюдать и описывать внешние признаки прохождения химических реакций – явлений, которые принадлежат к *макромиру*. Еще важнее уметь объяснять эти явления, анализируя процессы, которые происходят между частичками, принадлежащими к *микромиру*.



Вспомни структурные уровни физического мира.

Для выяснения того, что происходит с атомами при химических превращениях, рассмотрим реакцию *синтеза* воды из простых веществ – кислорода и водорода. Для *прохождения* этой реакции необходимо создать соответствующие *условия*: поджечь смесь газов. Экспериментально были установлены простейшие соотношения между количествами *реагентов* и *продуктов* этой реакции. Реагенты – соединения, которые вступают в реакцию. В этом случае – две молекулы водорода и одна молекула кислорода. *Продукт*

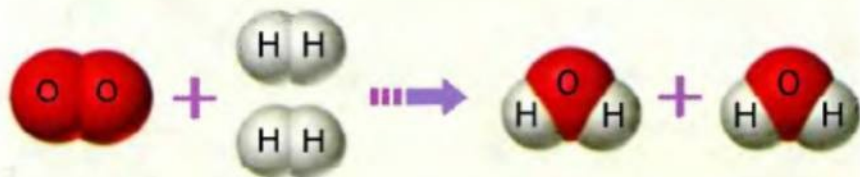


Рис. 15.1. Описание реакции между кислородом и водородом на молекулярном уровне

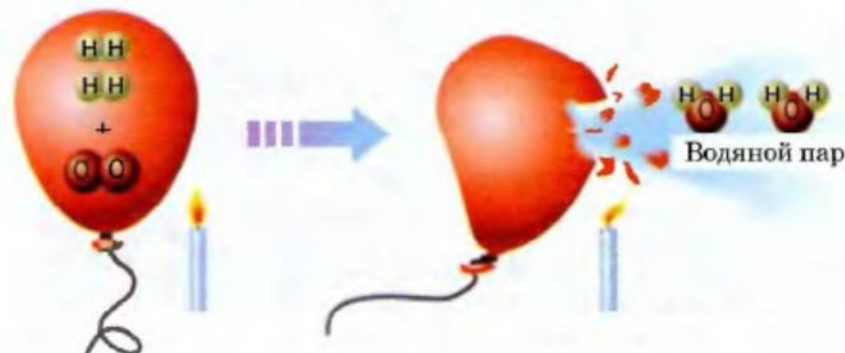


Рис. 15.2. Синтез воды



(вещество, образовавшееся в результате взаимодействия реагентов) этой реакции – две молекулы воды.

На схеме (рис. 15.1) изображен единичный акт реакции. Однако увидеть его невозможно. Для того чтобы наблюдать признаки реакции, необходимо брать довольно значительные, вполне ощутимые количества веществ.



Объясни, на каком уровне физического мира описана реакция между кислородом и водородом (рис. 15.1).



Опиши по рисунку 15.2 условия и признаки прохождения реакции синтеза воды.



**ХИМИЯ ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ.** В мае 1937 г. немецкий дирижабль «Гинденбург» (рис. 15.3) взорвался в аэропорту г. Нью-Йорка. Оболочка дирижабля была заполнена водородом. От взрыва образовалось огромное количество паров воды, которые от внезапного расширения в воздухе охладились и конденсировались. С безоблачного неба над аэродромом пролился дождь.



Рис. 15.3. Взрыв дирижабля «Гинденбург»

Причины наблюдаемых явлений макромира кроются в процессах, которые происходят на уровне изменений объектов микромира. Анализируя внешние эффекты химических реакций, можно прийти к определенным выводам относительно соответствующих изменений на *микроуровне*. Состав молекулы воды был подтвержден не только ее *синтезом* из простых веществ, а и *анализом*. Вспомни, метод определе-



Рис. 15.4. 1. Прибор для разложения воды электрическим током. 2. Эвдиометр (в буквальном переводе с греческого – «измеритель добротности») – прибор для анализа воздуха



Рис. 15.5. Описание реакции разложения воды на молекулярном уровне

ния состава веществ путем их разложения на более простые составляющие называют анализом (от греческого – «разложение»). При разложении воды электрическим током образуются кислород и водород в объемном соотношении 1 : 2 (рис. 15.4, 1).

Из рисунка 15.5 видно, что во время химических реакций атомы сохраняются. Происходит лишь их перегруппировка. То есть суть химической реакции состоит в перегруппировке атомов.

**Закон сохранения массы веществ.** Поскольку атомы сохраняются, то должна сохраняться и их масса. Для проверки этой гипотезы выполним опыт. Уравновесим весы, на одной чашке которых стоят сосуды с растворами йодида натрия и нитрата свинца(II). После смешивания растворов и образо-



Рис. 15.6. Масса реагентов (1) равна массе продуктов реакции (2)

вания ярко-желтого осадка весы остались уравновешенными. Итак, наша гипотеза подтвердилась, и можно утверждать, что масса реагентов равна массе продуктов реакции (рис. 15.6).

Очевидно, что на основании одного опыта обобщения делать нельзя. Подобное исследование реакции мела с кислотой приведет нас к другому выводу. Можно предположить, что масса веществ уменьшилась. А вот масса продуктов прокаливания металлов больше массы металлов, взятых для реакции. К такому выводу еще в XVII в. пришел английский ученый Роберт Бойль.

Какая же из этих гипотез является правильной и можно ли это доказать? Как выяснилось, достаточно изменить одно из условий эксперимента. А именно – проводить опыты в закрытых сосудах.

Такой подход позволил М.В. Ломоносову в отчете за 1756 г. записать: «... деланы опыты в заплавленных накрепко стеклянных сосудах, чтобы исследовать, прибывает ли вес металлов от чистого жару. Оными опытами наплось, что славного Роберта Бойля мнение ложно, ибо без пропущения внешнего воздуха вес сожженного металла остается в одной мере». Однако эти наблюдения не были обнародованы. А. Лавуазье собственноручно выполнил множество опытов по прокаливанию металлов в закрытых сосудах. Также он тщательно проанализировал экспериментальные данные, полученные другими учеными. И на основании этого в 1789 году сформулировал закон сохранения массы.

Современная формулировка закона сохранения массы такая:

**масса реагентов равна массе продуктов реакции.**





**Закон – форма научных знаний.** На конкретных примерах ты понял, какое значение имеет количественный подход к изучению веществ и явлений. Увидел, как исследователи на основании выявленных закономерностей формулируют их словесное или математическое выражение – научный закон.

Проявления закона сохранения массы ученые наблюдали и исследовали на макроуровне. А теоретическое обоснование выявленных закономерностей связано с процессами, которые происходят между частицами микромира. Ведь при химических реакциях атомы не исчезают и не возникают из ничего. Общее количество атомов в химической реакции не изменяется. Масса каждого атома также остается постоянной. Поэтому и общая масса веществ не изменяется.

Открытие закона сохранения массы способствовало дальнейшему развитию химической науки и производства, пониманию законов природы и связи между ними.



### Подведем итоги

Причины наблюдаемых явлений макромира кроются в процессах, которые происходят на уровне изменений объектов микромира.

Реагенты – вещества, которые вступают в химическую реакцию. Продукты реакции – вещества, образовавшиеся в результате ее прохождения.

Суть химической реакции состоит в перегруппировке атомов. При химических реакциях атомы не исчезают и не возникают из ничего. Общее количество атомов в химической реакции не изменяется. Масса каждого атома также остается постоянной. Поэтому и общая масса веществ не изменяется.

Исследователи на основании выявленных закономерностей формулируют их словесное или математическое выражение – научный закон. Закон – форма научных знаний.

Открытие закона сохранения массы способствовало дальнейшему развитию химической науки и производства, пониманию законов природы и связи между ними.



## Примени свои знания и умения

1. Металл натрий взаимодействует с хлором с образованием хлорида натрия – поваренной соли. По рисунку 15.7, А опиши реагенты, продукт реакции и признаки ее прохождения.
2. Объясни, на каких уровнях физического мира описана реакция между натрием и хлором на рисунке 15.7, А и 15.7, Б.
3. Сформулируй закон сохранения массы веществ.
4. На платформу электронных весов поставили сосуд с прозрачной известковой водой. Со временем вода стала мутной, а показания весов свидетельствуют об увеличении массы объекта. Докажи, что результаты опыта не противоречат закону сохранения массы веществ.

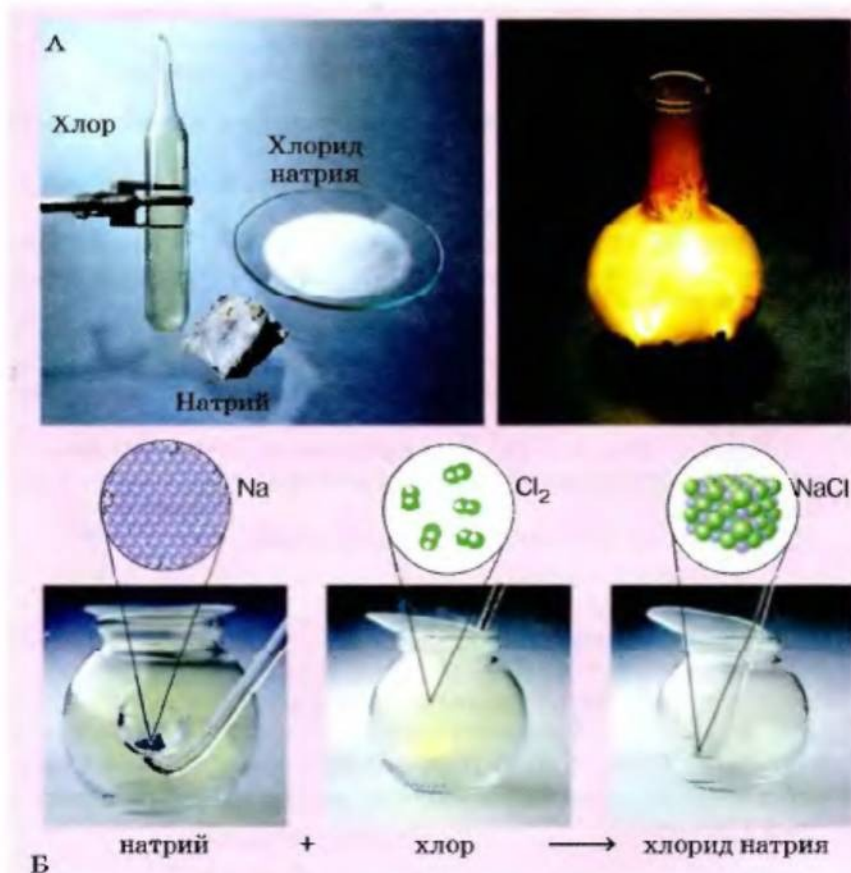


Рис. 15.7. Горение натрия в хлоре



Рис. 15.8

5. На весах уравновешены два закрытых сосуда Ландольта (рис. 15.8). При наклоне сосуда происходит смешивание реактивов, которые содержались в его разных коленах.

Спрогнозируй показания весов при смешивании: а) реактивов только в левом сосуде; б) реактивов в обоих сосудах одновременно; в) реактивов сначала в правом, потом в левом сосудах.

6. Объясни строки из поэмы Тита Лукреция Кара «О природе вещей»:

В целом, однако, стоит нерушимо вещей совокупность  
В силу того, что тела, уходящие прочь, уменьшают  
Вещи, откуда ушли, а другие собой причащают.

Первоначалам должно быть присуще бессмертное тело,  
Чтобы все вещи могли при кончине на них разлагаться,  
И не иссяк бы запас вещества для вещей возрожденья.

7. Сравни ход исследований, схемы которых изображены на рисунках 15.9 и 13.4.

8. Иллюстрируй схему (рис. 15.9) конкретными фактами из истории химической науки.

9. Определи, есть ли на этой схеме информация о необходимости соблюдения правил техники безопасности при проведении химического эксперимента.

Найди в литературе или Интернете сведения о последствиях пренебрежения выдающимися учеными-химиками правилами техники безопасности при проведении химического эксперимента.

10. Дима и Ореста не пришли к общему мнению: что лучше в научном исследовании – одна гипотеза или несколько. А как ты считаешь?

Обоснуй свою позицию по этой проблеме.



## Твое портфолио

В соответствии с содержанием изученного, составь кроссворд с ключевым словом «закон». Учти, что кроссворд должен содержать только те слова (физические или химические термины, фамилии ученых и т. д.), которые есть в тексте § 15.





Рис. 15.9. Ход исследования

## § 16. ХИМИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ

После изучения § 16 ты сможешь:

- объяснять содержание уравнений химических реакций;
- использовать закон сохранения массы веществ для составления уравнений химических реакций.

Ты уже знаешь, что суть превращений, происходящих в химических реакциях, можно описать на микроуровне с помощью графических схем.

Ту же самую информацию, которая содержится в графических схемах, можно записать с помощью химических формул. Ведь сущность химического превращения не зависит от того, каким языком его описывают. Чтобы убедиться в этом, проанализируй описание реакции синтеза воды (рис. 16.1).

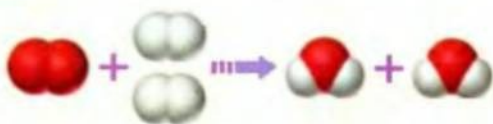
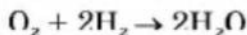


Рис. 16.1. Синтез воды

Словесное описание: одна молекула кислорода (простого вещества) содержит два атома кислорода – химического элемента. Две молекулы водорода (простого вещества) содержат четыре атома водорода – химического элемента. Две молекулы воды (сложного вещества) содержат два атома кислорода и четыре атома водорода.

Описание с помощью химических формул:

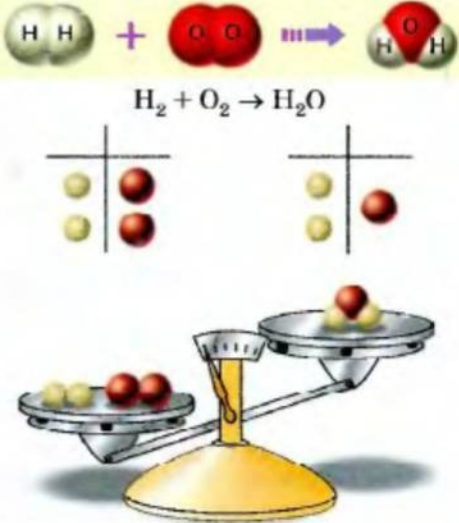
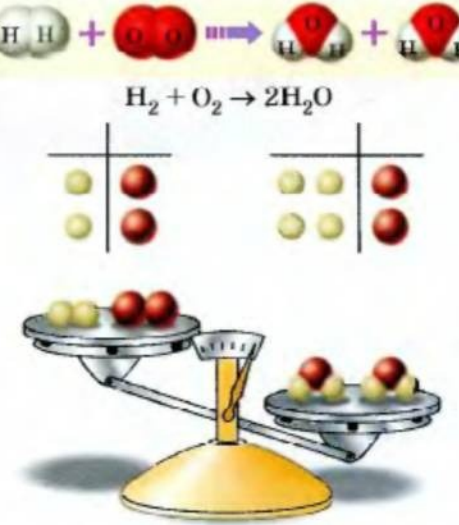


Очевидно, что самое компактное из трех рассмотренных – описание  $\text{O}_2 + 2\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ . Вместо стрелки в нем нужно поставить знак равенства – ведь количества атомов каждого из элементов в левой и правой частях записи одинаковы. Запись  $\text{O}_2 + 2\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$  – химическое уравнение реакции синтеза воды.


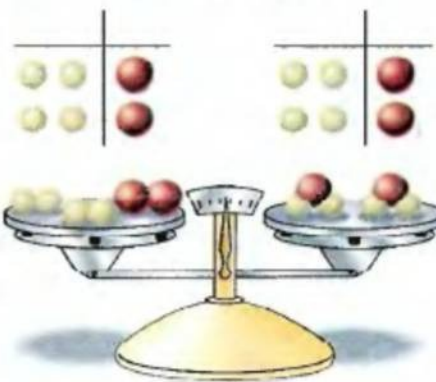
**Химическое уравнение** – условная запись химической реакции с помощью химических формул, математических знаков и коэффициентов.

**Коэффициенты в химическом уравнении показывают простейшие соотношения между количествами структурных частичек реагентов и продуктов реакции.**

Химические уравнения ты будешь составлять в определенной последовательности. Рассмотрим ее на примере реакции синтеза воды:

Последовательность действий	Выполнение действия
<p>1. Составь схему взаимодействия: слева запиши формулы водорода и кислорода, ставя между ними знак «+», справа – формулу воды. Между левой и правой частями схемы поставь знак «→»</p>	
<p>2. Уравняй количество атомов кислорода, поставив коэффициент перед формулой воды</p>	



Последовательность действий	Выполнение действия
<p>3. Уравняй количество атомов водорода, поставив коэффициент перед формулой водорода. Вместо знака «→» поставь знак «=»</p>	<div style="text-align: center;">  <math display="block">2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}</math> </div> <div style="text-align: center;">  </div>



Сформулируй закон, на основании которого составляют уравнения химических реакций.

Объясни, почему при преобразовании схемы химической реакции в уравнение нельзя изменять индексы в формулах реагентов и продуктов реакции.

В общем виде алгоритм составления химического уравнения имеет такой вид:

1. Составь схему взаимодействия: слева запиши формулы реагентов, ставя между ними знак «+». Справа запиши формулы продуктов реакции. Если их несколько, также поставь между ними знак «+». Между левой и правой частями схемы поставь знак «→».

2. Подбери коэффициенты к формулам каждого из веществ так, чтобы количество атомов каждого элемента в левой части была равна количеству атомов этого элемента в правой части схемы.

3. Сравни количества атомов каждого элемента в левой и правой частях схемы. Если они одинаковы, замени знак «→» знаком «=».

По химическим уравнениям вычисляют массы реагентов и продуктов реакций.



## Подведем итоги

Химическое уравнение – условная запись химической реакции с помощью химических формул, математических знаков и коэффициентов.

Уравнения химических реакций составляют на основе закона сохранения массы веществ.

Коэффициенты в химическом уравнении показывают простейшие соотношения между количествами структурных частичек реагентов и продуктов реакции.

Количества атомов каждого элемента в левой и правой частях уравнения одинаковы.

При преобразовании схемы химической реакции в уравнение нельзя изменять индексы в формулах реагентов и продуктов реакции.



## Примени свои знания и умения

1. Проанализируй и объясни записи, приведенные на рисунке 16.2:

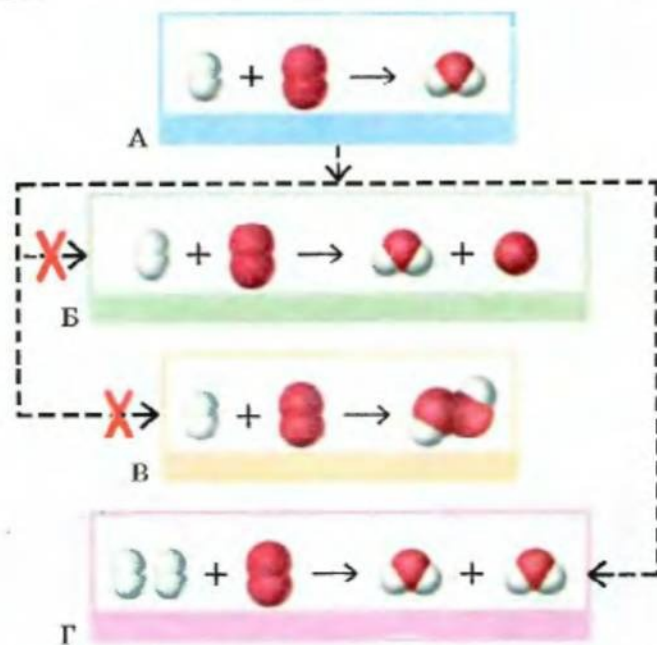


Рис. 16.2. Преобразование схемы химической реакции в уравнение: А – не уравнено; Б, В – уравнено неправильно; Г – уравнено правильно

2. По рисунку 16.3, на котором синим цветом обозначены атомы азота, запиши химические уравнения между: а) оксидом азота(II) и кислородом; б) аммиаком и кислородом.

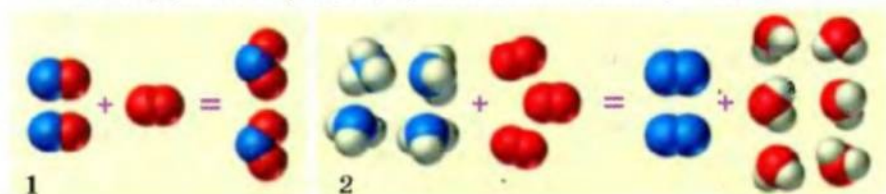


Рис. 16.3. Схемы реакций между: 1 – оксидом азота(II) и кислородом; 2 – аммиаком и кислородом

3. Рассмотрите рисунок 16.4. Опиши с помощью химических формул, математических знаков и коэффициентов преобразование схемы реакции между азотом и водородом в уравнение.

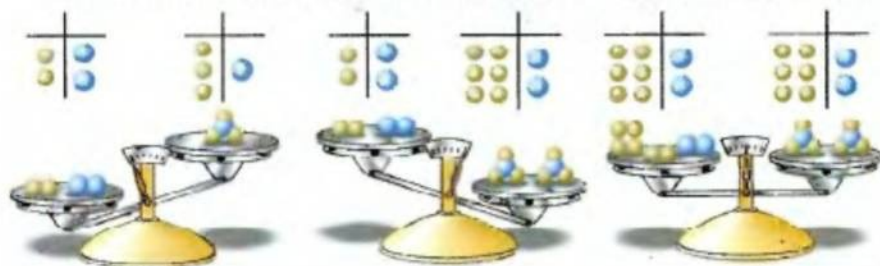
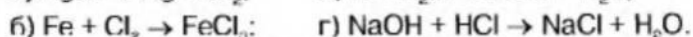
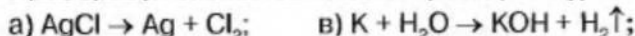


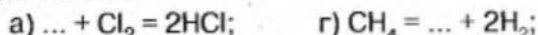
Рис. 16.4. Преобразование схемы реакции между азотом и водородом в химическое уравнение

4. Объясни, чем отличается химическое уравнение от схемы реакции.

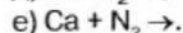
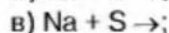
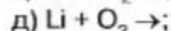
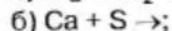
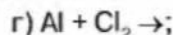
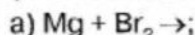
5. Преобразуй схемы химических реакций в уравнения:



6. Воспроизведи химические уравнения по приведенным фрагментам:



7. Вспомни: а) как связана валентность химических элементов с их положением в периодической системе; б) как составляют формулы бинарных соединений по валентности химических элементов. Преобразуй приведенные полусхемы реакций в химические уравнения:





**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2****ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ**

Запиши в предназначенной для этого тетради дату, название практической работы и ее цель.

Тебе выдан штатив с пробирками и стеклянными палочками, одноразовая пластиковая трубочка, стеклышко, промывалка с водой, держатель для пробирок, горелка, известковая вода, медная проволока, парафин.



Вспомни приемы обращения с лабораторным оборудованием, посудой и нагревательными приборами. Если нужно, обратись к инструкциям и рисункам § 2 и практической работы 1.

**Задание.** Проведи опыты. Определи, какие из наблюдаемых явлений относятся к физическим, а какие являются химическими реакциями.

После выполнения каждого опыта сразу же записывай последовательность действий, наблюдения и выводы из них.

**Опыт 1. Нагревание и охлаждение воды в пробирке**  
Нагрей в пробирке воду до кипения (рис. 1).

**Опыт 2. Нагревание и охлаждение парафина**

Закрепи в держателе стеклышко, положи на него маленький кусочек парафина. Осторожно нагрей парафин, держа стеклышко высоко над верхней частью пламени. Когда парафин расплавится, погаси спиртовку и дай парафину остыть (рис. 2).



Рис. 1. Нагревание воды в пробирке



Рис. 2. Плавление и отвердевание парафина



Рис. 3. Медная спираль до (1) и после (2) прокаливания



Рис. 4. Действие уксуса на яичную скорлупу

**Опыт 3. Изготовление спирали из медной проволоки**

Накрути на карандаш часть медной проволоки так, чтобы образовалась спираль (рис. 3, 1).

**Опыт 4. Прокаливание меди**

Закрепи медную спираль в держателе и прокаливай ее в пламени горелки. Охлади спираль (рис. 3, 2), положив ее на керамическую плитку.

**Опыт 5. Действие уксуса на яичную скорлупу**

Положи в пробирку немного скорлупы куриного яйца (вместо скорлупы можно использовать мел или мрамор). Добавь в пробирку уксус.

**Опыт 6. Действие углекислого газа на известковую воду**

Через одноразовую трубочку осторожно выдыхай воздух в пробирку с известковой водой.



Рис. 5. Действие углекислого газа на известковую воду

Отчет о выполнении работы оформи в произвольной форме.

## Тема 2

### ПРОСТЫЕ ВЕЩЕСТВА МЕТАЛЛЫ И НЕМЕТАЛЛЫ

#### § 17. КИСЛОРОД. СОСТАВ МОЛЕКУЛЫ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КИСЛОРОДА

После изучения § 17 ты сможешь:

- назвать состав молекул кислорода;
- охарактеризовать физические свойства кислорода.

**Химический элемент кислород.** Изучая химию, ты узнаешь о свойствах некоторых химических элементов. Один из важнейших среди них – кислород. Охарактеризуем его, используя периодическую систему химических элементов.

Химический символ кислорода –  $O$ .

Относительная атомная масса кислорода – 16,  $A_r(O) = 16$ .

Кислород – неметаллический элемент VIа группы периодической системы, но его высшая валентность равна II.

Кислород образует два простых вещества – кислород  $O_2$  и озон  $O_3$ .

(В 2001 г. в печати появилось сообщение о синтезе итальянскими учеными нового вещества, химическая формула которого  $O_4$ ).

**Простое вещество кислород.** Молекула кислорода состоит из двух атомов кислорода (рис. 17.1).

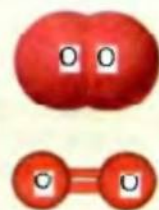


Рис. 17.1. Модели молекул кислорода

**!** Запиши формулу кислорода. Вычисли его относительную молекулярную массу. Определи, тяжелее или легче кислород по сравнению с воздухом, средняя относительная молекулярная масса которого 29.

**Физические свойства кислорода.** При стандартных условиях кислород – бесцветный газ без вкуса и запаха. Жидкий кислород – голубая подвижная жидкость, которая притягивается магнитом.



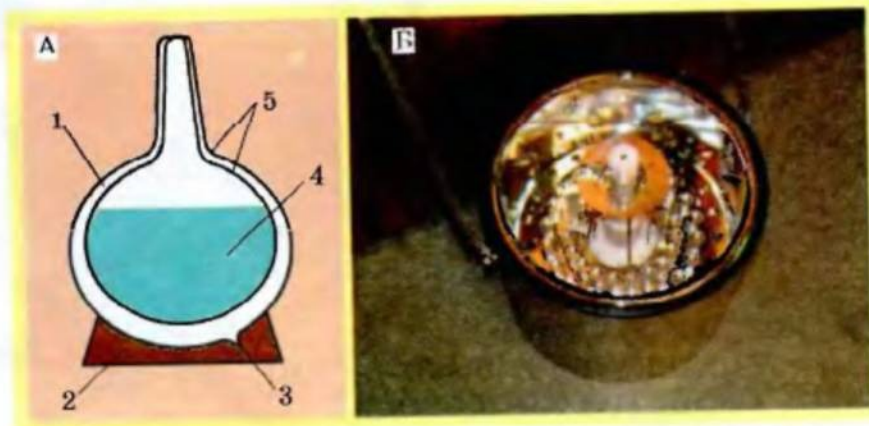


Рис. 17.2. Сосуд Дюара: А – схема строения: 1 – вакуум; 2 – подставка; 3 – патрубок для откачивания воздуха; 4 – сжиженный газ; 5 – двойной металлический корпус; Б – внешний вид

Сжиженный кислород хранят в сосудах Дюара (рис. 17.2). И бытовой термос, и кислородный танк, собственно, – сосуда Дюара.

Твердый кислород плавится при 55 К ( $-218\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Жидкий кислород кипит при 90 К ( $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Кислород мало растворим в воде: при нормальных условиях ( $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 1 атм) в воде объемом 100 л растворяется кислород объемом 5 л. А при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и давлении 1 атм в воде такого же объема растворяется кислород объемом 3,1 л.

⚠ Едва ли не каждый аквариумист использует компрессоры для аэрации воды. Объясни, почему в жару потребность в аэрации возрастает. Вспомни из курса природоведения, как зависит растворимость газов от температуры.



### Подведем итоги

Химический символ кислорода – О.

Относительная атомная масса кислорода  $A_r(\text{O}) = 16$ .

Кислород – неметаллический элемент VIа группы периодической системы, однако его высшая валентность равна II.

Кислород образует два простых вещества – кислород  $\text{O}_2$  и озон  $\text{O}_3$ .

Молекула кислорода состоит из двух атомов кислорода. Относительная молекулярная масса кислорода 32.

При стандартных условиях кислород – бесцветный газ, без вкуса и запаха, в 1,11 раза тяжелее воздуха.

Твердый кислород плавится при температуре 55 К ( $-218\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Жидкий кислород кипит при температуре 90 К ( $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Жидкий кислород – голубая подвижная жидкость, которая притягивается магнитом. Кислород слабо растворим в воде.



### Примени свои знания и умения

1. Назови состав молекул кислорода.
2. Охарактеризуй физические свойства кислорода.
3. Кислород, выпущенный из баллона, накапливается в нижней части производственного помещения. Он заполняет все углубления и траншеи и надолго там задерживается. Назови причину этого явления.
4. Объясни, почему охлажденную кипяченую воду не следует наливать в аквариум и поливать ею растения.
5. Живую розу погрузили в сосуд с жидким кислородом. Объясни, почему цветок стал хрупким (рис. 17.3).



Рис. 17.3. Изучение действия жидкого кислорода на живой цветок

6. Яринка по материалам Интернета подготовила сообщение об удивительном свойстве жидкого кислорода. Ознакомившись с ее презентацией, Данила сказал, что это все выдумки, а фотографии фальшивые. Рассмотрите рисунок 17.4 и прочитайте комментарий к нему:

«Британские физики впервые добились «невесомости» объекта под влиянием магнитного поля. Ученые из Ноттингемского университета «заставили» кусочки золота, платины и алмаза «плавать» в охлажденном сжиженном кислороде. Сосуд Дюара с жидким кислородом размещен на крышке магнита.



Рис. 17.4. Удивительное свойство жидкого кислорода

Сверху вниз: кристалл кремния, кристалл арсенида галлия, монета в 1 фунт, кусочек свинца, золотая монета.

Оцени достоверность этой информации. Аргументируй свою позицию.

## § 18. ПОЛУЧЕНИЕ КИСЛОРОДА В ЛАБОРАТОРИИ. РЕАКЦИЯ РАЗЛОЖЕНИЯ. ПОНЯТИЕ О КАТАЛИЗАТОРЕ

После изучения § 18 ты сможешь:

- приводить примеры реакций разложения;
- оценивать значение катализаторов.

**Получение кислорода в лаборатории. Реакция разложения.** В промышленности кислород получают из воздуха (рис. 18.1), а в лабораторных условиях – разложением некоторых кислородосодержащих веществ. Например, перманганат калия (рис. 18.2) – хорошо известная твоим родителям из повседневной жизни «марганцовка» – при нагревании разлагается.

**Реакцией разложения называют химическую реакцию при участии одного реагента с образованием нескольких продуктов реакции.**

Термическим разложением перманганата калия (рис. 18.3) впервые получил кислород Карл Вильгельм Шееле.

Опиши по рисунку 18.3 прибор для получения кислорода и собирания его вытеснением воды. В результате разложе-





Рис. 18.1. Промышленные установки разделения газов воздуха



Рис. 18.2. Перманганат калия

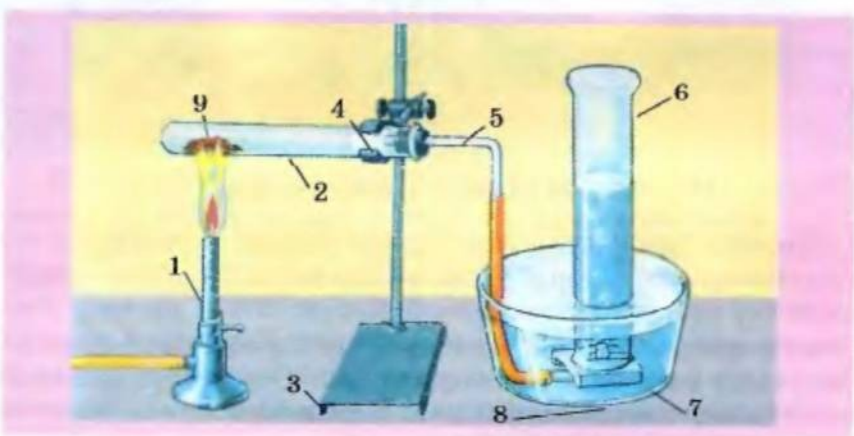
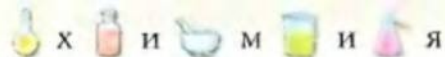


Рис. 18.3. Получение кислорода из перманганата калия  
и сбориение кислорода вытеснением воды



ния перманганата калия, кроме кислорода, образуются два твердых пылеобразных соединения марганца. Подумай и попробуй объяснить назначение рыхлого клочка ваты (4) в пробирке.



Объясни, какое физическое свойство кислорода обусловило возможность собирать его таким способом (рис. 18.3).

Преобразуй в химическое уравнение схему реакции получения кислорода:



Кислород обнаруживают тлеющей лучинкой – она ярко вспыхивает возле отверстия газоотводной трубки прибора или при внесении в сосуд с кислородом (рис. 18.4).



Рис. 18.4. Обнаружение кислорода

Также в лабораторных условиях кислород получают разложением пероксида водорода. Это вещество тоже хорошо известно тебе из повседневной жизни: 3% -й раствор этого соединения должен быть в каждой аптечке первой помощи. Его (как и раствор перманганата калия) используют для обработки царапин и мелких ран. Пероксид водорода неустойчив и при длительном хранении медленно разлагается на кислород и воду. Нагревание и освещение ускоряют этот процесс (рис. 18.5, 1).

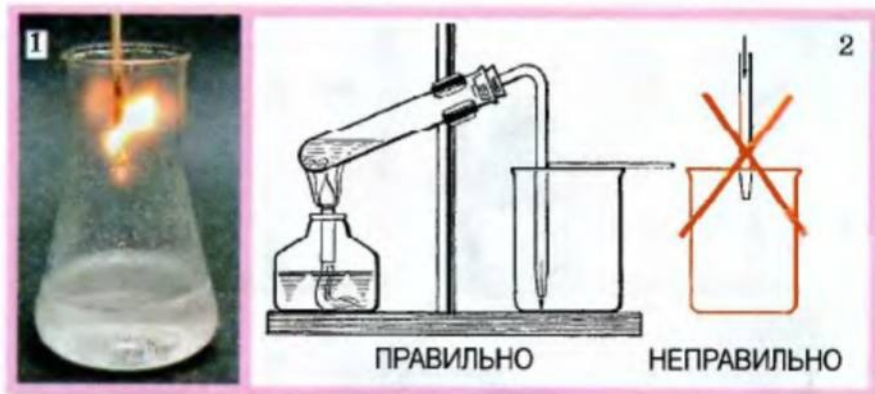


Рис. 18.5. 1. Внесение тлеющей лучинки в сосуд с нагретым пероксидом водорода. 2. Схема получения кислорода разложением пероксида водорода и собирания кислорода вытеснением воздуха



Объясни, о чем свидетельствует вспыхивание тлеющей лучинки при внесении в сосуд с нагретым пероксидом водорода (рис. 18.5, 1).

**Понятие о катализаторе.** Попав на царапину или ранку, пероксид водорода разлагается намного интенсивнее (сильно пузырится, «шипит»). Кислород в момент выделения обладает сильными дезинфицирующими свойствами. Вместе с пеной из ранки удаляется загрязнение. Это происходит потому, что кровь содержит особые вещества, которые ускоряют разложение пероксида водорода. В 1835 г. шведский химик Й. Берцелиус установил, что в присутствии определенных веществ скорость некоторых химических реакций существенно возрастает. Для таких веществ он ввел термин «катализатор» (греч. *katalysis* – «ослабление», «разрушение»).

**Катализаторы** – вещества, которые ускоряют химические реакции, но не входят в состав их продуктов.

**Ферменты** – биологические катализаторы, они ускоряют химические реакции в живых организмах.

Разложение пероксида водорода могут ускорять многие вещества. Среди них – оксид марганца(IV) – один из продуктов разложения перманганата калия. Щелочка этого соединения ускоряет разложение все новых и новых порций пероксида водорода. Сам оксид марганца(IV) при этом не расходуется и не входит в состав продуктов реакции (рис. 18.6).



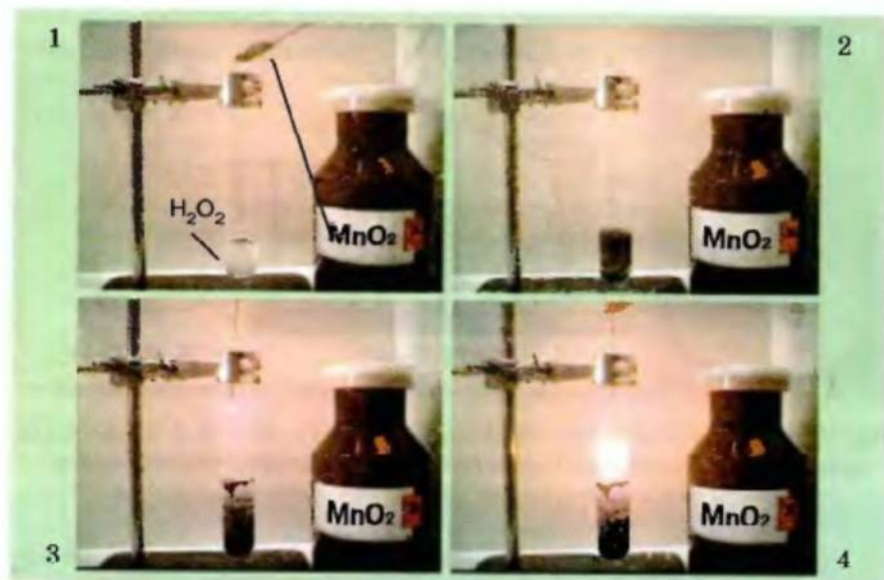


Рис. 18.6. Каталитическое разложение пероксида водорода



Рис. 18.7. Изготовление сыра невозможно без применения ферментов

Кислород немного тяжелее воздуха. Поэтому его можно собрать вытеснением воздуха в сосуд, размещенный отверстием вверх (рис. 18.5, 2).

Катализаторы играют важную роль в жизни человека. Ферменты принимают участие в регуляции биохимических процессов. С давних времен ферментативные процессы применяют в хлебопечении, сыроварении, виноделии, пивоварении, кожевничестве и т. п.

И сейчас ферменты применяют в промышленности: при переработке сахара, получении синтетических антибиоти-

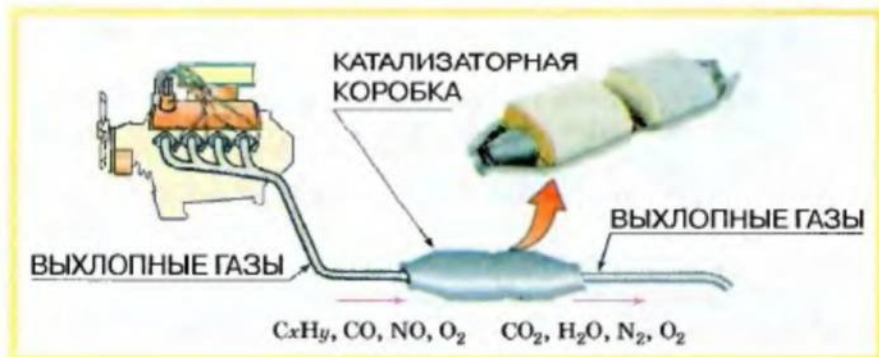


Рис. 18.8. Схема очистки автомобильных выхлопных газов

ков и белков. В моющие средства добавляют ферменты, которые ускоряют расщепление загрязнений белковой природы. Универсальные стиральные порошки для эффективного удаления пятен от пота, крови, пищевых продуктов и других белковых загрязнений содержат биодобавки и ферменты (их еще называют «энзимы»).

Важная черта современной практической химии – осуществление процессов с использованием катализаторов. Без них, например, невозможно превратить растительное масло в маргарин.

Каталитические методы очищения газообразных отходов промышленных предприятий применяют для удаления разнообразных токсичных соединений.

Также катализаторы нужны для очистки автомобильных выхлопных газов (рис. 18.8).



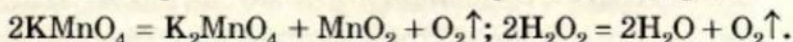
Назови вещества, в которые превращаются составляющие автомобильных выхлопных газов после каталитической очистки. Вспомни состав воздуха и объясни, есть ли среди продуктов каталитической очистки выхлопных газов ядовитые вещества.



### Подведем итоги

Реакцией разложения называют химическую реакцию при участии одного реагента с образованием нескольких продуктов реакции.

В лабораторных условиях кислород получают разложением некоторых кислородосодержащих веществ, в частности, перманганата калия и пероксида водорода:





Кислород мало растворим, поэтому его можно собрать вытеснением воды.

Кислород немного тяжелее воздуха, поэтому его можно собрать вытеснением воздуха в сосуд, размещенный отверстием вверх.

Катализаторы – вещества, которые ускоряют химические реакции, но не входят в состав их продуктов. Ферменты – биологические катализаторы, они ускоряют химические реакции в живых организмах.

Катализаторы играют важную роль в жизни человека.



### Примени свои знания и умения

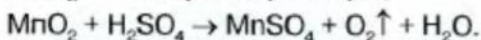
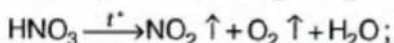
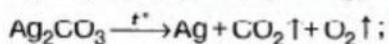
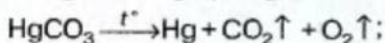
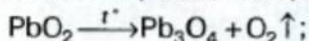
1. Приведи примеры реакций разложения.
2. Объясни, почему раствор пероксида водорода нужно хранить в неплотно закупоренных флаконах из темного стекла, в прохладном месте.
3. Исследуй и опиши поведение 3 %-го раствора пероксида водорода при контакте с: а) вареными холодными картофелем и мясом; б) сырыми картофелем и мясом.
4. Сережа мечтает стать хирургом, а Татьяна – ветеринаром. Они поспорили, раствором какого вещества – перманганата калия или пероксида водорода – целесообразнее обрабатывать загрязненные раны. Обоснуй свою позицию по этому вопросу.
5. Оцени значение катализаторов в жизни человека.
6. Голландский естествоиспытатель Ян Баптист ван Гельмонт (1579–1644) изучал летучие вещества и ввел в науку термин «газы». Он предостерегал, что их «нельзя собрать ни в какой сосуд и нельзя сделать видимым телом». Прокомментируй это предостережение.
7. Датчанин Корнелиус ван Дреббель (1572–1633) в 1620 г. сконструировал подводную лодку. По свидетельствам современников, изобретатель использовал для «восстановления» воздуха в подводной лодке газ, который получал нагреванием селитры. Воспроизведи химическое уравнение разложения селитры по приведенному фрагменту:  
$$2\text{KNO}_3 - \dots \text{KNO}_2 + \dots \uparrow$$
8. Английский священник Джозеф Пристли (1733–1804) не имел специального химического образования. Тем не менее, именно он усовершенствовал пневматическую ванну, используя вместо воды ртуть. Это позволило эффективно собирать и анализировать вещества, которые до сих пор считали неуловимыми, – газы. 1 августа 1774 г., нагревая с помощью линзы красный оксид ртути(II), он получил и собрал газ. В нем



ярко горела свеча, а тлеющая лучина вспыхивала. Воспроизведи химическое уравнение разложения оксида ртути(II) по приведенному фрагменту:



9. Самый выдающийся труд Карла Вильгельма Шееле – «Химический трактат о воздухе и огне» (1777). Эта книга содержит результаты его многочисленных экспериментов в 1768–1773 г. по исследованию газов и процессов горения. Шееле – независимо от Пристли и Лавуазье и за два года до них – получил кислород многими способами и обстоятельно описал его свойства. Преобразуй схемы проведенных Шееле реакций в химические уравнения. Определи, все ли эти реакции являются реакциями разложения.



10. Раньше на подводных лодках для получения кислорода применяли пероксид натрия:  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2 \uparrow$ .

Сейчас используют реакцию разложения воды электрическим током:  $\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{эл. ток}} \text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ .

Преобразуй схемы этих реакций в химические уравнения. Объясни, какое существенное преимущество имеет способ очистки воздуха с использованием пероксида натрия.

## § 19. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КИСЛОРОДА. УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПРЕКРАЩЕНИЯ ГОРЕНИЯ

После изучения § 19 ты сможешь:

- приводить примеры реакций соединения и объяснять их суть;
- характеризовать химические свойства кислорода, составлять уравнения соответствующих реакций;
- объяснять суть процессов окисления, горения;
- анализировать условия процесса горения.



Назови те физические свойства кислорода, которые, по твоему мнению, затруднили его открытие.

Опиши, как можно распознать кислород.

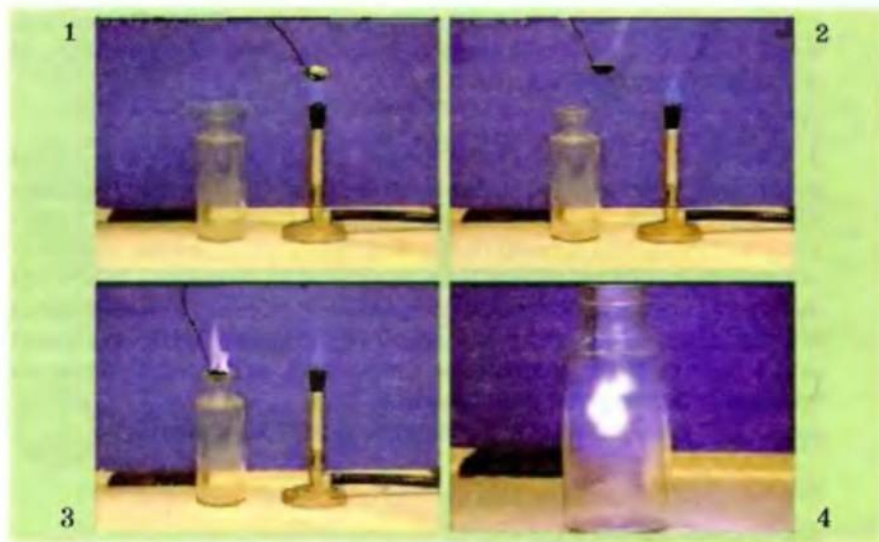


Рис. 19.1. Горение серы в воздухе и в кислороде

**Химические свойства кислорода.** Вспыхивание тлеющей лучинки при ее внесении в сосуд с кислородом характеризует его химические свойства. Ведь и с древесиной, и с кислородом произошли при этом химические изменения.



Используя собственный повседневный опыт и рисунки 18.4, 18.5, назови условия и признаки прохождения реакции между древесиной и кислородом.

Что нужно сделать, чтобы лучинка загорелась?

Как меняется характер горения лучинки при приближении ее к отверстию сосуда с кислородом?

Чем отличается горение древесины на воздухе и в кислороде?

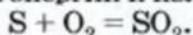
Какие внешние эффекты прохождения химической реакции между кислородом и древесиной?

Для того чтобы деревянная лучинка загорелась, ее нужно нагреть в пламени горелки до определенной температуры. Многие вещества также реагируют с кислородом только после предварительного нагревания.

Чтобы убедиться в этом, выполним опыты. Под тягой нагреем немного серы в стальной ложечке для сжигания веществ (рис. 19.1).

Сначала сера плавится. Расплавленная сера горит в воздухе слабым синим пламенем. Возле отверстия сосуда с кислородом горение серы усиливается. В атмосфере кислорода сера сгорает ярким голубым пламенем.

Горение серы сопровождается выделением большого количества световой и тепловой энергии и появлением резкого запаха:



Этот запах свидетельствует об образовании сернистого газа, который сильно раздражает слизистые оболочки.



Объясни, почему серу нужно сжигать в вытяжном шкафу. Сернистый газ  $SO_2$  пагубно действует на бактерии и микроскопические грибы. Многие хозяева для лучшего сохранения овощей перед закладкой их на зиму сжигают в погребе немного серы. Назови правила безопасности, которые следует соблюдать при этом.

Следующий опыт также будем проводить под тягой. Насыпем на дно толстостенной колбы кварцевого песка. Подожжем в ложечке красный фосфор. Он горит желтоватым пламенем. Быстро внесем его в колбу с кислородом и закроем ее пробкой. Пламя становится ослепительно-белым. Густой белый дым – частицы оксида фосфора(V) – продукта сгорания фосфора (рис 19.2).

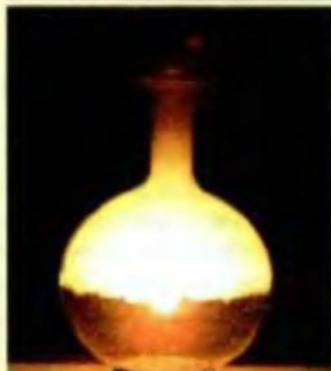
1



2



3



4

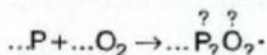


Рис. 19.2. Горение красного фосфора в воздухе и в кислороде (1–4)

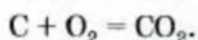




По приведенному фрагменту воспроизведи уравнение реакции горения фосфора:



Раскаленный древесный уголек при внесении в сосуд с кислородом раскаляется добела и быстро сгорает без пламени и дыма:



Реакция горения угля проходит и на воздухе. Уголь широко применяют в качестве твердого топлива.

Проанализируем уравнения реакций серы, фосфора и углерода с кислородом. В каждую из реакций вступает по два вещества, а в результате их взаимодействия образуется одно вещество.

**Реакции при участии нескольких реагентов с образованием одного продукта называют реакциями соединения.**



Объясни, какие реакции противоположны реакциям соединения.

Все продукты рассмотренных реакций соединения – бинарные соединения, в состав которых входит кислород. Такие вещества называют оксидами.

**Оксиды – сложные вещества, образованные двумя элементами, один из которых – кислород.**

**Реакции веществ с кислородом называют реакциями окисления.**

**Если окисление сопровождается выделением света и тепла, то его обычно называют горением.**

Условия возникновения и прекращения горения интересовали человека со времен его первого знакомства с огнем. Что же необходимо для возникновения горения?

Конечно, для этого в первую очередь нужны вещества, между которыми будет происходить реакция, то есть **горючее вещество** и **кислород**. Эти вещества должны тесно контактировать друг с другом. Однако этого мало. Дрова в печке не загораются сами, хотя и окружены со всех сторон воздухом, содержащим кислород. Их нужно зажечь, то есть довести температуру древесины до такой, при которой начинается ее взаимодействие с кислородом. Для этого совсем не обяза-



Рис. 19.3. Добывание огня трением

тельно, чтобы дерево непосредственно контактировало с огнем (рис. 19.3).



Объясни по рисунку 19.3, как аборигены добиваются повышения температуры для добывания огня.

Температура воспламенения разных веществ неодинакова. Керосин загорается при  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ , сера – при  $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ , древесная пыль – при  $610\text{ }^{\circ}\text{C}$ , белый фосфор – при  $45\text{--}60\text{ }^{\circ}\text{C}$  (в зависимости от степени его измельчения).

Для продолжения начавшегося горения последующее нагревание уже не нужно. Вещество нагревается за счет тепла, которое выделяется при горении. При сжигании любого топлива в процессе горения освобождается скрытая в нем химическая энергия в виде тепла и света.

Чтобы лучина загорелась, мы вводим ее кончик в пламя горелки. В этом месте древесина нагревается до нужной температуры и загорается. Ближайший к огню участок лучины нагревается от тепла, которое выделяется при горении. Процесс распространяется все дальше и дальше, захватывает новые и новые участки. Иногда горючее вещество сильно измельчено, то есть представляет собой тонкий порошок (угольная, сахарная пыль) или находится в виде мелких капель (аэрозоль керосина, бензина). При поджигании таких смесей веществ с воздухом тепло быстро распространяется во все стороны. Вся смесь мгновенно нагревается до температуры воспламенения. Происходит быстрое сгорание – вспышка. Например, тонкая





Рис. 19.4. Горение  
ликоподия

желтая пыльца спор плауна (ликоподий) применяется в фармации для пересыпания пилюль. Кучку этого вещества не всегда удается поджечь спичкой. Зато при распылении ликоподия в воздухе на пламя происходит мгновенная вспышка (рис. 19.4).

Следовательно, для возникновения горения нужен тесный контакт горючего вещества с воздухом и нагревание до температуры воспламенения. Если хотя бы одно из этих условий не будет выполнено, горение не возникнет. Понятно, что для предотвращения возникновения горения достаточно нарушить хотя бы одно из указанных условий (вспомни, ты уже изучал это на уроках основ здоровья).

Чтобы прекратить горение топлива в топках печей или ослабить горение, сокращают приток кислорода, закрывая поддувало.

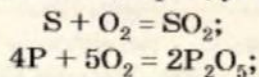
Условия прекращения горения учитывают и при тушении пожаров. При горении деревянного дома пытаются баграми удалить из огня горючие материалы. Огонь засыпают песком, накрывают плотной тканью, заливают водой, пеной. Вода, попадая на горящее вещество, снижает его температуру. А образовавшийся водяной пар препятствует доступу воздуха.

Наша жизнь невозможна без процессов горения. Поэтому каждому необходимо знать условия возникновения и прекращения горения и приемы безопасного обращения с горючими и огнеопасными веществами.

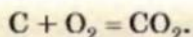


### Подведем итоги

При нагревании кислород реагирует со многими веществами, в частности с древесиной, серой, углеродом, фосфором:







Реакции при участии нескольких реагентов с образованием одного продукта называют реакциями соединения. Они противоположны реакциям разложения.

Оксиды – сложные вещества, образованные двумя элементами, один из которых – кислород.

Реакции веществ с кислородом называют реакциями окисления.

Горение – это окисление, которое сопровождается выделением света и тепла.

Для возникновения горения нужны тесный контакт горючего вещества с воздухом (кислородом в его составе) и нагревание до температуры воспламенения.

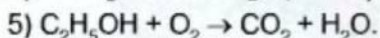
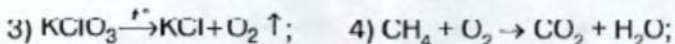
Для прекращения горения нужно удалить горючее вещество, охладить его ниже температуры воспламенения, перекрыть доступ кислорода.

Наша жизнь невозможна без процессов горения, потому каждому человеку необходимо знать условия возникновения и прекращения горения и приемы безопасного обращения с горючими и огнеопасными веществами.



### Примени свои знания и умения

1. Приведи примеры реакций соединения, объясни их суть.
2. Сравни реакции соединения с реакциями разложения.
3. Преобразуй схемы реакций (рис. 19.5) в химические уравнения:



Определи, какие из них соответствуют реакциям: а) соединения; б) окисления.

4. Охарактеризуй химические свойства кислорода, составь уравнения соответствующих реакций.

5. Сравни процессы окисления и горения.

6. Объясни содержание строк из поэмы Тита Лукреция Кара «О природе вещей»:

Но и от ветра, когда, раскачавшись, деревья ветвями,  
Сильно шатаясь, начнут налегать одно на другое,  
Мощное трение их исторгает огонь, и порою,  
Вспыхнувши, вдруг заблестит и взнесется горячее пламя.  
Если взаимно они и стволами и сучьями трутся.

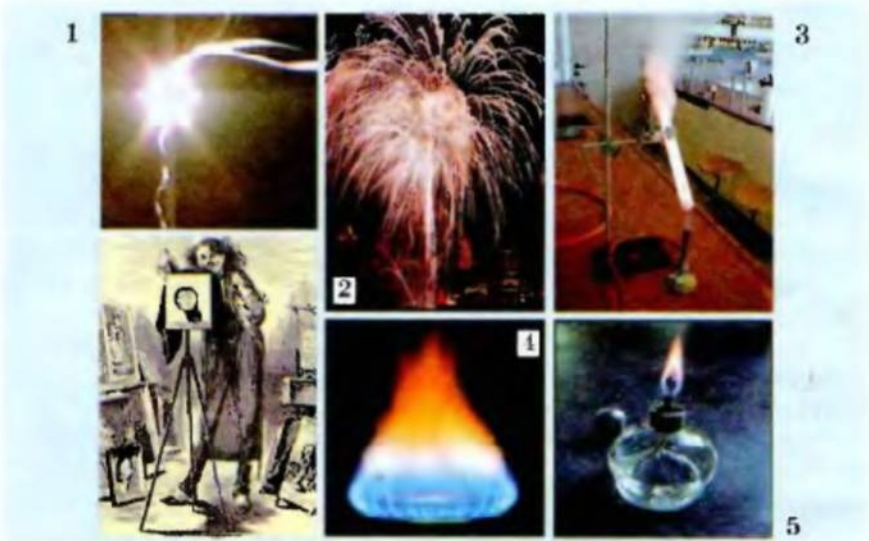


Рис. 19.5. Химические реакции

7. Рассмотрите рисунок 19.6, учитывая условия возникновения и прекращения горения: а) назовите причины загорания; б) оцените целесообразность изображенных приемов гашения пожара.



Рис. 19.6. Возникновение и прекращение горения

## § 20. РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ И КРУГОВОРОТ КИСЛОРОДА В ПРИРОДЕ. ПРИМЕНЕНИЕ КИСЛОРОДА, ЕГО БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ

После изучения § 20 ты сможешь:

- описать распространённость кислорода в природе;
- объяснить круговорот кислорода;
- обосновать применение кислорода;
- оценить роль кислорода в жизнедеятельности организмов.

**Распространённость кислорода в неживой природе.** Кислород – самый распространённый элемент на Земле. Он входит в состав воды и многих соединений земной коры, в которой из 100 атомов каждые 58 – атомы кислорода.



Проанализируй содержание диаграммы (рис. 20.1) и сравни массовую и атомную доли кислорода в земной коре между собой и долями других химических элементов.

Вычисли массовую долю кислорода в воде (если нужно, обратись к § 10).

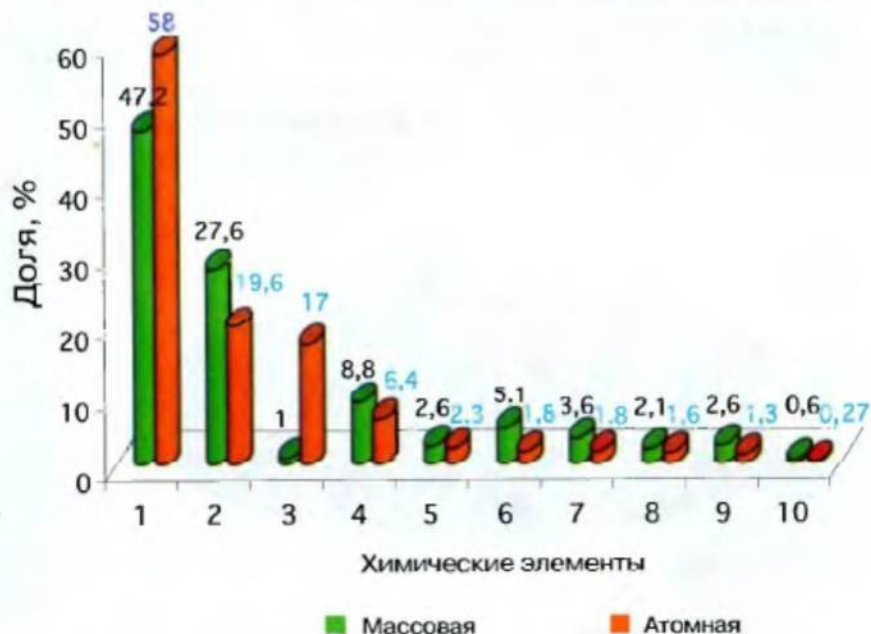



Рис. 20.1. Содержание наиболее распространённых химических элементов в земной коре. Легенда: 1 – O; 2 – Si; 3 – H; 4 – Al; 5 – Na; 6 – Fe; 7 – Ca; 8 – Mg; 9 – K; 10 – Ti



Кислород – важный компонент воздуха.

 Проанализируй содержание диаграммы (рис. 20.2) и определи массовую долю кислорода в воздухе.

**Биологическая роль кислорода.** В атмосфере Земли кислород начал накапливаться в результате деятельности первичных фотосинтезирующих организмов. В среднем за 2000 лет весь атмосферный кислород проходит цикл фотосинтеза.

Кислород – важный элемент живой природы. В каждом растении или животном кислорода намного больше, чем любого другого элемента. В теле человека массой 70 кг масса кислорода в среднем составляет 43 кг. В организмы животных и человека кислород поступает через органы дыхания и с водой.

**Круговоротом кислорода в природе называют процесс образования кислорода в результате фотосинтеза растений и потребления его при дыхании, в реакциях окисления и горения.**

Уменьшение содержания кислорода в атмосфере в результате процессов дыхания, гниения и горения компенсируется кислородом, который выделяется при фотосинтезе. В природе беспрестанно происходит круговорот кислорода. Это поддерживает постоянство состава атмосферного воздуха. Также кислород осуществляет круговорот в составе воды.

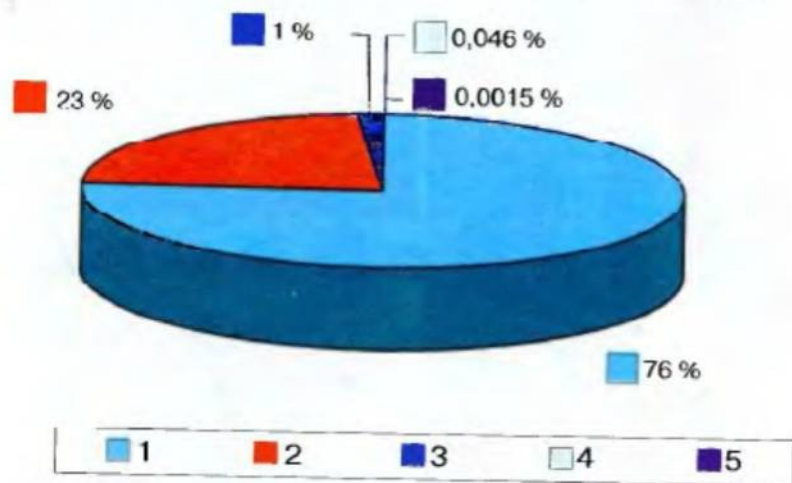



Рис. 20.2. Массовые доли газов в воздухе.  
 Легенда: 1 –  $N_2$ ; 2 –  $O_2$ ; 3 – Ar; 4 –  $CO_2$ ; 5 – другие газы

 Вспомни из курса природоведения, в чем заключается круговорот воды в природе.

Круговорот кислорода – планетарный процесс, он связывает атмосферу и гидросферу с земной корой. Ключевые звенья круговорота кислорода такие:

- образование кислорода из воды и углекислого газа при фотосинтезе в зеленых растениях; при разложении водяного пара в верхних слоях атмосферы под воздействием ультрафиолетовых лучей солнца; взаимопревращение кислорода и озона;
- потребление кислорода для дыхания, реакций окисления органических и неорганических веществ и других химических превращений, одними из продуктов которых являются вода и углекислый газ;
- использование образовавшихся воды и углекислого газа в новом цикле обращения кислорода.

**Применение кислорода** в практической деятельности человека чрезвычайно широко. Чистый кислород и его смесь с углекислым газом используют при ослаблении дыхания в

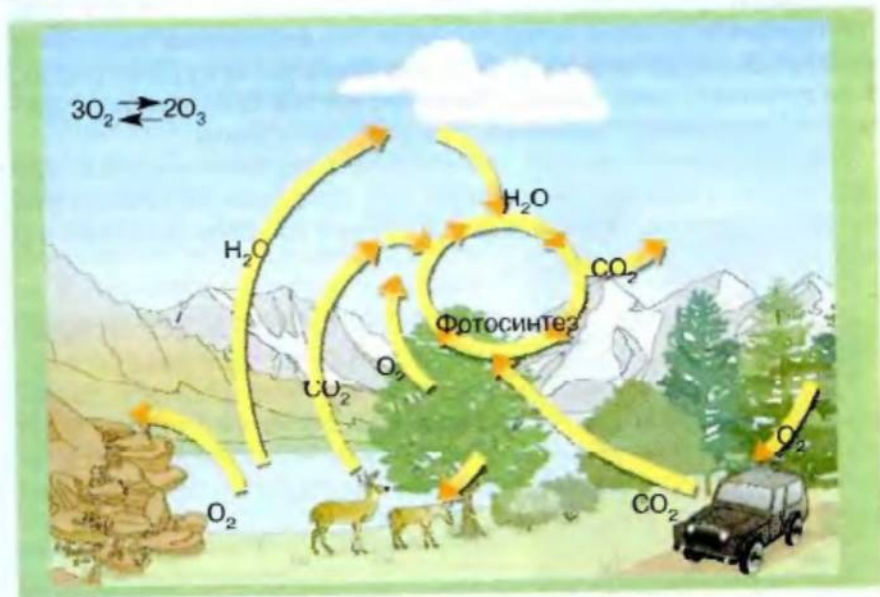


Рис. 20.3. Круговорот кислорода связан с круговоротами воды, углекислого газа, с образованием и разложением озона, дыханием, горением, фотосинтезом, окислением минералов и органических остатков



Рис. 20.4. Барокамеры

послеоперационном периоде, при отравлениях, интоксикациях организма и т. п.

Также кислород применяют под повышенным давлением для так называемой гипербарической оксигенации. Установлена высокая эффективность этого метода при лечении различных заболеваний, в частности с использованием специальных барокамер (рис. 20.4).

Для улучшения обменных процессов при кислородной недостаточности организма используют кислородные коктейли. Коктейль обычно готовят пропусканием под небольшим давлением кислорода в виде мелких пузырьков через белок куриного яйца. В полученную пену часто добавляют настои шиповника и других лекарственных растений, глюкозу, витамины.

Следует отметить, что длительное вдыхание воздуха, обогащенного кислородом, опасно для здоровья человека. Высокие концентрации кислорода влекут за собой вредные изменения в живых тканях.



**ХИМИЯ ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ.** Результаты курильщиков в пяти тестах на умственные способности были намного хуже, чем у людей, которые раньше никогда не курили или бросили курить. Возможно, причина этого кроется в том, что курение создает нехватку кислорода для жизненно важных органов человека, в числе которых и мозг.

Кислород широко применяют не только для повышения насыщения им тканей организма и борьбы с гипоксией. В последнее время в медицинских целях используют газовые смеси со сниженным содержанием кислорода для создания его искусственной нехватки.





Рис. 20.5. Гипобарическая камера

Установлено, что специальными тренировками при кислородной недостаточности может быть выработана повышенная устойчивость организма к разным неблагоприятным факторам внешней и внутренней среды. Ведь жители горных районов не страдают от кислородной недостаточности. Их организм приспособился к экстремальным условиям: интенсивнее происходят процессы кровообращения, организм производит больше гемоглобина.

Баллоны, которые используют для обеспечения дыхания космонавтов, летчиков, водолазов, аквалангистов, пожарников и т. п., содержат кислород.

Медленное окисление веществ еды в нашем организме — «энергетическая база» жизни. А тепловую энергию, которая выделяется при окислении мусора и перегноя, используют для обогрева парников и коттеджей.

Применяют кислород и в сельском хозяйстве. Один из эффективных способов предпосевной подготовки семян — замачивание в насыщенной кислородом воде. Это мероприятие убыстряет прорастание семян и повышает их полевую всхожесть.

Важную роль играет кислород в промышленности. Обогащение воздуха кислородом убыстряет технологические процессы, свя-



Рис. 20.6. Баллоны с воздухом — составляющая космического скафандра



занные с окислением веществ. Они – основа тепловой энергетики и металлургии. Ведь превращение чугуна в сталь, обжиг руд цветных металлов невозможно осуществить без применения кислорода.

Кислород используют и для получения высоких температур. Для этого разные горючие газы (водород, ацетилен, метан) сжигают в специальных горелках.

Смеси жидкого кислорода с угольным порошком, древесной мукой или другими горючими веществами называют окисилквитами. Их очень сильные взрывные свойства применяют на подрывных работах.

Жидкий кислород – эффективный окислитель ракетного топлива.

Однако, стремясь покорить космос, не следует забывать о сохранении атмосферы родной планеты. Нужно заботиться о зеленых насаждениях. Ведь растения вырабатывают кислород, способствуют снижению перепадов температур, уровня шума и электромагнитных излучений.



### Подведем итоги

Кислород – самый распространенный элемент на Земле. Кислород – продукт фотосинтеза.

Круговоротом кислорода в природе называют процесс образования кислорода в результате фотосинтеза растений и потребления его при дыхании, в реакциях окисления и горения.

Кислород широко применяют в разных сферах производства и услуг.

Биологическая роль и применение кислорода обусловлены его способностью поддерживать дыхание и вступать в реакции окисления.

И кислородная недостаточность, и длительное вдыхание воздуха, обогащенного кислородом, опасны для здоровья человека.

Нужно заботиться о зеленых насаждениях – источнике кислорода на планете Земля.



### Примени свои знания и умения

1. Опиши распространенность кислорода в природе.
2. Объясни круговорот кислорода.
3. Обоснуй применение кислорода.



4. Оцени роль кислорода в жизнедеятельности организмов.
5. Проанализируй содержание этикетки столовой воды «Куяльник Тонус-кислород» (рис. 20.7).  
Выполни опыт: быстро внеси тлеющую лучинку в только что откупоренную бутылку этой воды. Объясни, какую информацию относительно состава воды «Куяльник Тонус-кислород», свойств и применения кислорода ты смог проверить этим опытом.



Рис. 20.7. Этикетка столовой воды «Куяльник Тонус-кислород»

6. Выполни, опиши и объясни опыт: в стакан с водой под лейку помести несколько побегов элодеи или другого водного растения. На лейку надень пробирку с водой, поставь собранный прибор на яркий свет. После заполнения пробирки газом внеси в нее тлеющую лучинку.
7. Андрей и Оксана поспорили, нужны ли в аквариуме живые растения. Андрей считает, что их можно заменить искусственными, из пластмассы. Обоснуй свою позицию по этой проблеме.
8. Олесь и Марийка не смогли прийти к согласию, нужно ли освещать аквариум. Приобщись к их дискуссии и аргументируй свое мнение.
9. Понаблюдай за жизнью обитателей аквариума и составь схему круговорота кислорода в нем. Подумай и попробуй объяснить, о чем свидетельствует такое поведение жителей аквариума: рыбы поднимаются к поверхности, хватают ртом воздух; мотыль оставляет грунт и повисает на стенках аквариума; улитка молания по стенкам аквариума поднимается к поверхности.





## Медиастраничка

### В ЯПОНИИ ПРОДАЕТСЯ ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ

В Японии начали продавать чистый воздух, всего по пять с половиной долларов порция. Компания – производитель необычного товара пророчит себе финансовый успех, ведь исследования рынка показывают – японцы заботятся о своем здоровье и готовы выкладывать немалые суммы даже за «пшик» воздуха.

Глоток чистого воздуха в Японии – редкость. Из-за сильной загазованности в городах страны жители уже забыли, каков воздух, насыщенный кислородом. Вспомнить о нем предлагают владельцы компании, которая теперь производит кислородные емкости. Содержание кислорода в них достигает 95 процентов. Кислородные бары в Японии уже не новость.

#### **Хироши Кобори, разработчик идеи.**

– После того как вы подышите чистым воздухом, сразу чувствуете себя активнее – усталость исчезает. Это очень хорошо также для тех, кто «сидит» на диете. Чистый воздух нужен и водителям, и тем, кто все время должен быть сконцентрированным.

Кроме чистого воздуха, компания предлагает и емкости с газом, ароматизированным грейпфрутом и ландышами. Они действительно прибавляют бодрости – соглашаются покупатели новинок.

Экологические проблемы для японцев – болезненный вопрос. Здесь уже озабочены тем, где найти чистую воду и чистый воздух. Жители японских мегаполисов привыкли к смогу, поэтому для них новый товар в магазинах актуален, как никогда.

*По Анне Гороженко*



Оцени потребность в этом товаре в Украине.

Обоснуй, стал ли бы ты посетителем кислородного бара.

Докажи, что неправильно употреблять слово «воздух» по отношению к содержимому емкости, описанной в статье.



## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3

### ПОЛУЧЕНИЕ КИСЛОРОДА В ЛАБОРАТОРИИ И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО СВОЙСТВ



Запиши в предназначенной для этого тетради дату, название практической работы и ее цель.

Тебе выданы лабораторный штатив, штатив с пробирками, пробка с газоотводной трубкой, горелка, кристаллиза-

тор с водой, клочок ваты, лучинка; перманганат калия, пероксид водорода, оксид марганца(IV) (или кусочки сырых овощей), известковая вода.



Повтори по учебнику физические и химические свойства кислорода, методы получения его в лаборатории и способы собиранья.

Выполняя эту работу, ты применишь знания о реакциях разложения и соединения, физических и химических свойствах кислорода для получения, собиранья и изучения свойств этого газа.

По указанию учителя одним из способов, описанных в инструкциях, получи и собери кислород, докажи его наличие.



Вспомни приемы обращения с лабораторным оборудованием, посудой и нагревательными приборами. При необходимости обратись к инструкциям и рисункам § 2 и рисунку 3 практической работы 1.

### 1. Получение кислорода разложением перманганата калия

Собери по рисункам 1, 2 из выданных деталей прибор для получения кислорода и проверь его на герметичность (рис. 3).

Помести в сухую пробирку выданный перманганат калия. Возле отверстия пробирки расположи неплотный клочок ваты для улавливания твердых частиц. Пробирку закрой газоотводной трубкой и закрепи ее в лапке штатива. Конец газоотводной трубки погрузи в сосуд с водой. Туда же положи пробирку, которая должна заполниться водой, и пробку к ней. Осторожно прогрей всю пробирку с перманганатом калия, а затем нагревай то место, где находится веще-

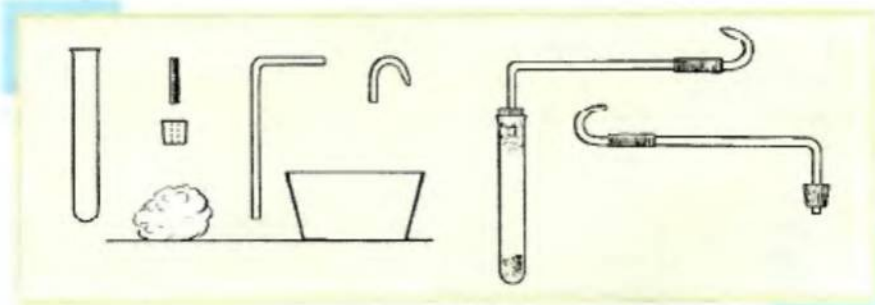


Рис. 1. Составляющие прибора для получения и собиранья кислорода

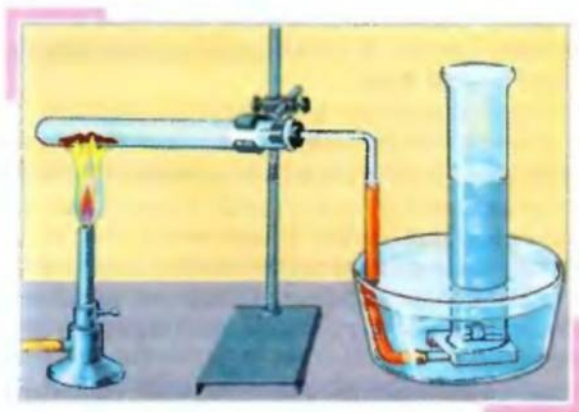


Рис. 2. Получение кислорода термическим разложением перманганата калия

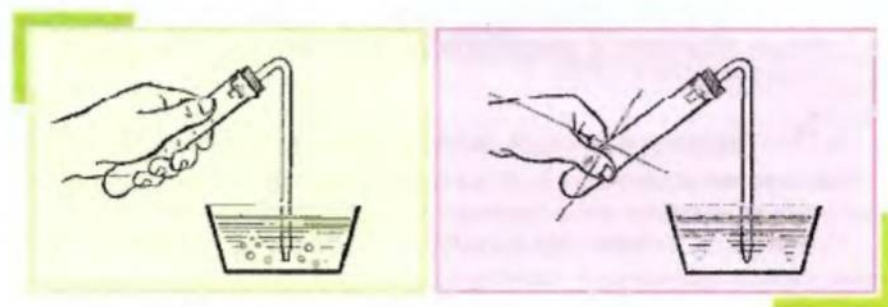


Рис. 3. Проверка прибора на герметичность

ство. Собери кислород в пробирку с водой. Когда вода полностью будет вытеснена из пробирки, закрой ее плотно пробкой и вынь из воды.

Сначала вынь из воды газоотводную трубку, и только после этого прекрати нагревание. Если сделать наоборот, холодную воду засосет в горячую пробирку.

Внеси в пробирку с кислородом тлеющую лучинку. Вынь лучинку из пробирки и долей туда немного известковой воды.

Опиши ход работы и наблюдения.

Обоснуй, почему кислород можно собрать вытеснением воды. Объясни, о чем свидетельствуют изменения, которые произошли с известковой водой.

Запиши уравнение реакции разложения перманганата калия, укажи условия ее прохождения.



## 2. Получение кислорода термическим разложением пероксида водорода

В пробирку помести немного речного песка или фарфоровых черепков – они обеспечат равномерное кипение жидкости. Добавь раствор пероксида водорода объемом 2 мл и закрой пробирку пробкой с газоотводной трубкой. Осторожно прогрей всю пробирку с пероксидом водорода, а затем нагревай то место, где находится вещество. Собери кислород в пробирку, размещенную отверстием вверх. Полноту заполнения кислородом пробирки определи, поднося к ее отверстию тлеющую лучинку.

Внеси в пробирку с собранным кислородом тлеющую лучинку. Вынь лучинку из пробирки и добавь туда немного известковой воды.



Опиши ход работы и наблюдения.

Обоснуй, почему кислород можно собрать вытеснением воздуха в пробирку, размещенную отверстием вверх.

Объясни, о чем свидетельствуют изменения, произошедшие с известковой водой.

Запиши уравнение реакции разложения пероксида водорода, отметь условия ее прохождения.

## 3. Получение кислорода каталитическим разложением пероксида водорода

В пробирку помести немного оксида марганца(IV). (Вместо оксида марганца(IV) можно положить в пробирку кусочки сырых овощей). Добавь раствор пероксида водорода объемом 2 мл и быстро закрой пробирку пробкой с газоотводной

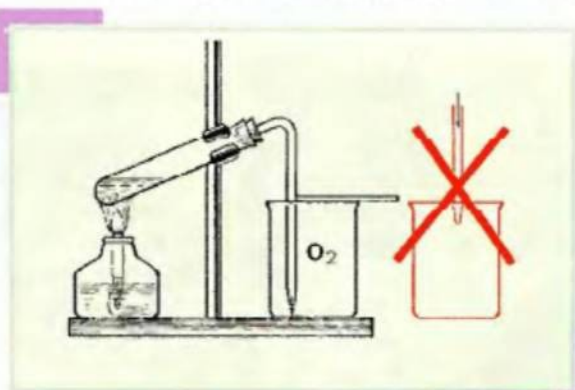


Рис. 4. Получение кислорода термическим разложением пероксида водорода



трубкой. Собери кислород в пробирку, размещенную отверстием вверх. Полноту заполнения кислородом пробирки определи, поднося к ее отверстию тлеющую лучинку.

Внеси в пробирку с кислородом тлеющую лучинку. Вынь лучинку из пробирки и добавь туда немного известковой воды.

В пробирку с продуктами реакции добавь еще немного пероксида водорода.



Опиши ход работы и наблюдения. Объясни роль оксида марганца(IV) в этой реакции. Обоснуй, почему кислород можно собрать вытеснением воздуха в пробирку, размещенную отверстием вверх. Объясни, о чем свидетельствуют изменения, произошедшие с известковой водой.

Запиши уравнение реакции разложения пероксида водорода, отметь условия ее прохождения.

Отчет о выполнении работы представь в произвольной форме, например в виде таблицы.

Последовательность действий	Наблюдения	Уравнение реакции	Вывод
Получение кислорода			

Вместо словесного описания можешь использовать рисунки с пояснительными надписями, схемы и т. п.

## § 21. ЖЕЛЕЗО. РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ЖЕЛЕЗА В ПРИРОДЕ

После изучения § 21 ты сможешь

- описать распространенность железа в природе

Ты уже узнал о некоторых свойствах кислорода – неметаллического химического элемента. Другой очень важный химический элемент, который ты будешь изучать в этом году, – железо. Поскольку этот элемент образует простое вещество – металл – железо, его относят к металлическим. Охарактеризуем его, используя периодическую систему химических элементов.

Химический символ железа – Fe.

Относительная атомная масса железа – 56.

Железо – металлический элемент VIII группы периодической системы, его максимальная валентность должна быть равна VIII. Однако в соединениях железо чаще всего

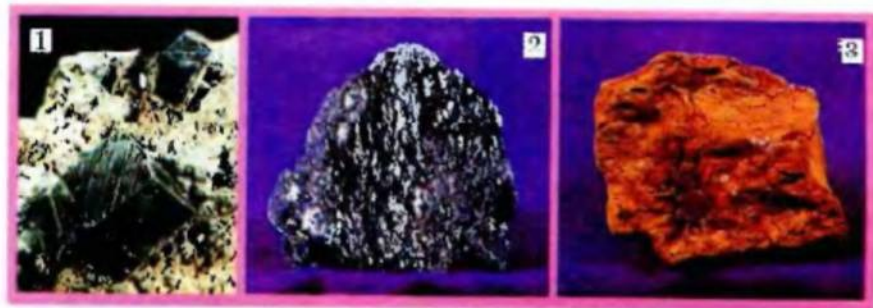


Рис. 21.1. 1. Магнетит. 2. Гематит. 3. Лимонит

проявляет значения валентности II и III, хотя известны также соединения железа(VI).

Железо встречается в природе преимущественно в составе руд. Важнейшие из них – магнетит (магнитный железняк)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , гематит (красный железняк)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , лимонит (бурый железняк)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , пирит (железный колчедан)  $\text{FeS}_2$ , сидерит (шпатовый железняк)  $\text{FeCO}_3$ , гетит  $\text{FeO}(\text{OH})$ .

Самородное железо (рис. 21.2, 1) – большая редкость и по стоимости сравнимо с самородками золота.

Железные образования величиной до 30 см и весом до 5 кг найдены в базальтовых породах поблизости Касселя (Германия). На о. Диско (вблизи Гренландии) была обнаружена 25-тонная глыба железа.

Железо – компонент многих метеоритов (рис. 21.2, 2–4).

Считают, что железо – главная составляющая ядра земного шара. Вспомни, Земля имеет слоистое строение. Она состоит из твердых силикатных оболочек: коры и мантии и



Рис. 21.2. 1. Самородное железо.  
2–4. Железные метеориты



имеет металлическое ядро. Внешняя часть ядра жидкая, а внутренняя – твердая.

Среди разных объектов, исследуемых физиками, особый интерес представляют металлы, в частности железо, из которого состоит ядро Земли. Ученые исследуют жидкое железо при давлении, сравнимом с давлением в центре Земли. Для этого они используют специальные алмазные камеры размером в несколько микрон. Микроскопический объем сжатого вещества изучали с помощью лазерных лучей. В ходе экспериментов удалось определить такие малоизученные свойства сжатых жидких металлов, как вязкость и диффузию. До сих пор считали, что вязкость жидкостей при сжатии практически не изменяется. Работа доказала, что с ростом давления вязкость жидкого железа увеличивается в миллиарды раз.

Это значит, что, вполне вероятно, внутреннее ядро Земли находится не в кристаллическом, а в аморфном состоянии и похоже на загустевший мед.



Проанализируй диаграммы (рис. 20.1) и сделай вывод относительно распространенности железа в земной коре.

Естественный пигмент охра – желтое или красное соединение железа с кислородом (рис. 21.3, 1–2). Охру широко использовали для раскрашивания в пещерном искусстве, керамическом производстве, для украшения тела.

Выяснено, что красный цвет Марса обусловлен соединениями железа(III) (рис. 21.3, 3).



Рис. 21.3. 1. Соединения железа(III) придают природным объектам красноватый оттенок: 1 – пещерное искусство; 2 – охра в природе; 3 – поверхность Марса



Рис. 21.4. Пищевые продукты, богатые железом

Естественные воды также содержат соединения железа. В артезианские скважины они попадают при просачивании атмосферных осадков через железосодержащие породы. Вода, которая содержит железоорганические соединения, имеет характерную окраску и болотный запах.

Соединениями железа питаются колонии бактерий и грибов, которые можно увидеть на внутренних поверхностях трубопроводов с хлорированной водой. Отмирая, эти поселения превращаются в слизь с ржавчиной. Важную роль такие бактерии играют в образовании залежей некоторых железных руд, в частности лимонита.

Железо — жизненно важный элемент. В крови человека массовая доля гемоглобина — красного пигмента эритроцитов крови — составляет 14,5 % (477 мг/л).

Суточная потребность в железе для человека — 10–15 мг. Железо принимает участие в процессе переноса кислорода от легких к тканям организма.

У животных и человека из-за нехватки железа возникает малокровие — снижение уровня гемоглобина, эритроцитов в крови и т. п.

Богаты соединениями железа телятина, печень, язык, желток яйца. Достаточно много железа содержат гречиха, фасоль, горох, сливовый сок, курага, изюм, орехи, тыквенные и подсолнечные семечки. Петрушка, укроп, черный хлеб, отруби — также источник железа (рис. 21.4).





Медицинские препараты железа следует употреблять только по назначению врача.

При недостатке железа в почве у растений нарушается обмен веществ. Это резко замедляет их рост, снижает урожайность, а иногда приводит к гибели.



### Подведем итоги

Химический символ железа – Fe.

Относительная атомная масса железа – 56,  $A_r(\text{Fe}) = 56$ .

Железо – металлический элемент, который образует простое вещество-металл железо. В соединениях железо чаще всего проявляет значимые валентности II и III.

Железо встречается в природе преимущественно в составе руд. Важнейшие из них – магнетит (магнитный железняк)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , гематит (красный железняк)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , лимонит (бурый железняк)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , пирит (железный колчедан)  $\text{FeS}_2$ , сидерит (шпатовый железняк)  $\text{FeCO}_3$ , гетит  $\text{FeO}(\text{OH})$ .

В горных породах очень редко попадает самородное железо. Соединениями железа питаются колонии бактерий. Большую роль такие бактерии играют в образовании залежей некоторых железных руд.

Железо – жизненно важный элемент. Он принимает участие в переносе кислорода от легких к тканям организма.

Богаты железом телятина, печень, язык, желток яйца. Достаточно много железа содержат гречиха, фасоль, горох, сливовый сок, курага, изюм, орехи, тыквенные и подсолнечные семечки.

Петрушка, укроп, черный хлеб, отруби – еще один источник железа. Медицинские препараты железа следует употреблять только по назначению врача.



### Примени свои знания и умения

1. Опиши распространенность железа в природе.
2. Рассмотрите рисунок 21.5 и объясните происхождение названия «магнетит».
3. Сравните массовые доли железа в магнетите, гематите, пирите и сидерите.
4. Препарат «Ферроплекс» содержит сульфат железа(II)  $\text{FeSO}_4$ . Вычислите массовую долю железа в этом соединении.





Рис. 21.5. 1–3. Образцы магнетита. 4. Физические свойства магнетита

5. Рассмотрите рисунок 21.6 и определите, молекулу какого вещества изображает эта скульптура. Объясните, нехватка какого химического элемента в рационе приводит к снижению содержания этого вещества в крови.

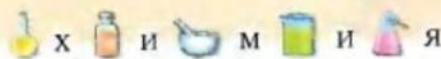
6. Надя излишне увлеклась разнообразными диетами для похудения. А во время профилактического осмотра у нее обнаружили признаки малокровия. Посоветуйте, какие пищевые продукты нужно употреблять Наде, чтобы нормализовать состав крови. Объясните, стоит ли ей употреблять без консультации с врачом фармацевтические препараты, содержащие соединения железа.

7. Препарат «Гемофер» содержит хлорид железа(II). Составьте химическую формулу этого соединения и вычислите массовую долю железа в нем.

8. В глубинах Индийского океана живет необычная улитка. Ее по-



Рис. 21.6. Скульптура – модель молекулы



дошва имеет чешую, с помощью которой она передвигается по дну. Такая чешуя уникальна в царстве животных, потому что содержит сульфид железа(II). Составь химическую формулу этого соединения, вычисли и сравни массовые доли элементов в нем.



### Твое портфолио

Проанализируй содержание этикеток детского питания, соков, витаминных, сухих кормов для животных и птиц и т. п. Определи, содержат ли эти продукты железо, и составь обобщающую таблицу.

## § 22. ЖЕЛЕЗО. ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖЕЛЕЗА

После изучения § 22 ты сможешь:

- характеризовать физические и химические свойства железа;
- составлять уравнения соответствующих реакций.



Назови те свойства веществ, которые можно определить при непосредственном наблюдении.

Объясни, изменяется ли химический состав веществ при наблюдении или измерении их физических свойств.

Объясни, почему при описании вещества принято указывать условия (температуру, давление), при которых были измерены его физические свойства.

**Физические свойства** железа в значительной мере зависят от его чистоты. В промышленных железосодержащих материалах, кроме железа, есть разнообразные примеси. Даже в небольших количествах они сильно изменяют свойства материала по сравнению с чистым металлом.

Например, снижение доли примесей до 0,0000001–0,000000001 % существенно повышает пластичность такого материала.

Физические свойства железа, массовая доля примесей в котором меньше 0,01 %, представлены в таблице:

Плотность при 20 °С	$\rho(\text{Fe}) = 7,874 \text{ г/см}^3$
Относительная твердость	Меньше твердости оконного стекла

## Продолжение таблицы

Температура плавления	$t_{\text{пл}}(\text{Fe}) = 1539\text{ }^{\circ}\text{C}$
Температура кипения	$t_{\text{кип}}(\text{Fe}) \approx 3250\text{ }^{\circ}\text{C}$
Магнитные свойства	При температуре ниже $768\text{ }^{\circ}\text{C}$ намагничивается в магнитном поле
Растворимость в воде	Не растворяется
Теплопроводность	Высокая
Электропроводность	Высокая



Сравни цвет чистого железа в компактном (рис. 22.1, 1) и порошкообразном (рис. 22.1, 2) состояниях.  
Сравни плотность железа и воды.

Чтобы сравнить описанные свойства чистого железа и стали (массовая доля железа в ней около 99 %), выполни лабораторный опыт.



Рис. 22.1. Физические свойства железа



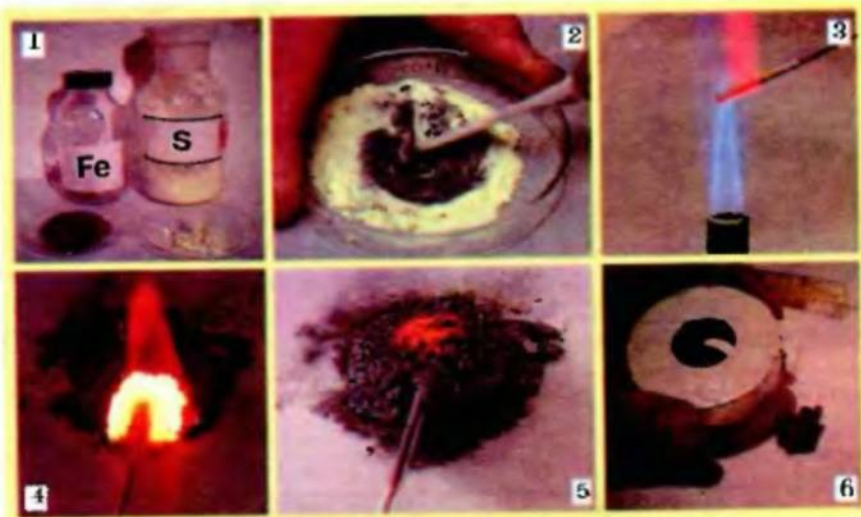


Рис. 22.2. 1. Железо и сера. 2. Смешивание железа и серы. 3. Разогревание стальной спицы. 4, 5. Начало реакции между железом и серой и ее продукт. 6. Продукт реакции не притягивается магнитом



#### ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ 4

##### ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖЕЛЕЗА

Тебе выданы стальные изделия (проволочки или канцелярские скрепки), сосуд с водой, магнит, прибор для исследования электрической проводимости веществ, стеклышко, горелка, свеча, спички, держатель для пробирок.

По указанию учителя исследуй свойства стали.

1. Рассмотрй внимательно стальные изделия. Определи, имеет ли сталь цвет и блеск.

**Будь осторожен при исследовании стальных изделий и работе со стеклом – береги руки от повреждений!**

2. Попробуй несколько раз согнуть и разогнуть изделие. Сделай вывод о пластичности стали.

3. Попробуй поцарапать стеклышко стальным изделием, и наоборот. Сделай вывод об относительной твердости стекла и стали, из которой изготовлено изделие.

4. Определи, притягиваются ли стальные изделия магнитом.

5. Осторожно погрузи стальные изделия в сосуд с водой. Определи, растворяется ли сталь в воде. Сделай вывод об относительной плотности воды и стали.

6. Осторожно подними сосуд с водой и снаружи приложи к нему магнит. Медленно передвигая магнит по поверхности сосуда, извлеки из него стальные изделия.

**Будь осторожен при работе с нагревательными приборами!**

7. Зажги свечу и нанеси немного расплавленного парафина на кончик стального изделия. Закрепи изделие посередине в держателе. Нагревай в пламени спиртовки самый дальний от парафина участок изделия. Наблюдай за изменениями. Сделай вывод о теплопроводности стали.

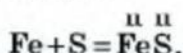
8. Определи, проводит ли сталь электрический ток.

Обобщи результаты и сделай вывод относительно сходства и отличия свойств чистого железа и стали.

**Химические свойства железа** рассмотрим на примере его взаимодействия с типичными неметаллами – серой и кислородом.

Смешаем в чашке Петри измельченные до порошкообразного состояния железо и серу. Раскалим в пламени стальную спицу и коснемся ею смеси реагентов. Бурная реакция между железом и серой сопровождается выделением тепловой и световой энергии. Твердый продукт взаимодействия этих веществ – сульфид железа(II) – черного цвета. В отличие от железа он не притягивается магнитом.

Составим уравнение реакции:



Определи, к какому типу относится реакция между железом и серой.

Для реакции железа с кислородом также нужно предварительное нагревание. Насыпем в толстостенный сосуд кварцевого песка. Разогреем в пламени горелки пучок очень тонкой железной проволоки так называемую железную шерсть (рис. 22.3, 3). Раскаленную проволоку внесем в сосуд с кислородом. Железо сгорает ослепительным пламенем (рис. 22.3, 1, 2, 4, 5), разбрасывая искры – раскаленные частицы железной окалины  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (рис. 22.3, 6).



По приведенному фрагменту воспроизведи уравнение реакции горения железа:





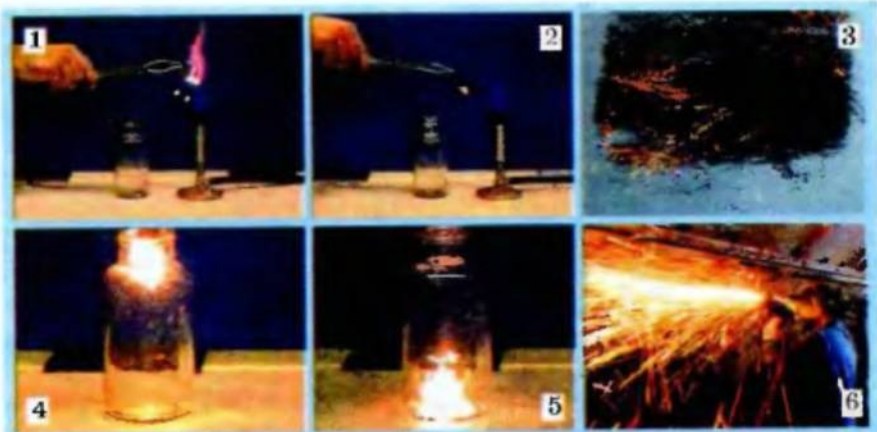


Рис. 22.3. 1, 2, 4, 5. Горение железа в кислороде. 3. «Железная шерсть». 6. Искры – раскаленные частички железной окалины

Эта же реакция происходит и на воздухе, когда сталь при механической обработке сильно нагревается от трения (рис. 22.3, 6).



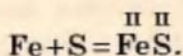
Объясни, почему при шлифовальных и заточивающих работах нужно надевать защитную спецодежду и маску.



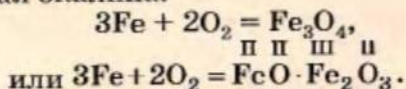
### Подведем итоги

Физические свойства железа в значительной мере зависят от степени его чистоты. Чистое железо – серебристо-белый металл, достаточно мягкий и ковкий. Плотность железа больше плотности воды и составляет  $7,874 \text{ г/см}^3$ . При температуре ниже  $768 \text{ }^\circ\text{C}$  железо намагничивается в магнитном поле. Как и все металлы, оно хорошо проводит тепло и электрический ток.

Железо реагирует с серой с образованием сульфида железа(II):



При сгорании железа в кислороде или на воздухе образуется железная окалина:



Железная окалина – соединение, в котором железо имеет разные значения валентности.



Обе реакции соединения нуждаются в предварительном нагревании. Их прохождение сопровождается выделением тепловой и световой энергии.



### Примени свои знания и умения

1. Охарактеризуй физические свойства железа.
2. Рассмотрите рисунок 22.4. Назовите свойство железа, которое обусловило возможность применения стальной скрепки для изготовления самодельной рыболовной снасти – грузила.
3. Объясните, почему для хранения стальных скрепок удобно использовать магнитный держатель.
4. Предложите эффективный способ поиска иглы в стогу сена.
5. Рассмотрите рисунок 22.5, проанализируйте подписи к нему. Поясните, о каких физических свойствах железа идет речь.
6. Составьте уравнения реакций железа с: а) серой; б) кислородом. Сравните признаки и условия прохождения этих реакций. Классифицируйте эти реакции.
7. Рассмотрите рисунок 22.6 и объясните, почему после нагревания «железной шерсти» весы вышли из равновесия.
8. Определите, на каком плече весов закреплена «железная шерсть», а на каком – продукт ее прокалывания. Обоснуйте свой выбор.

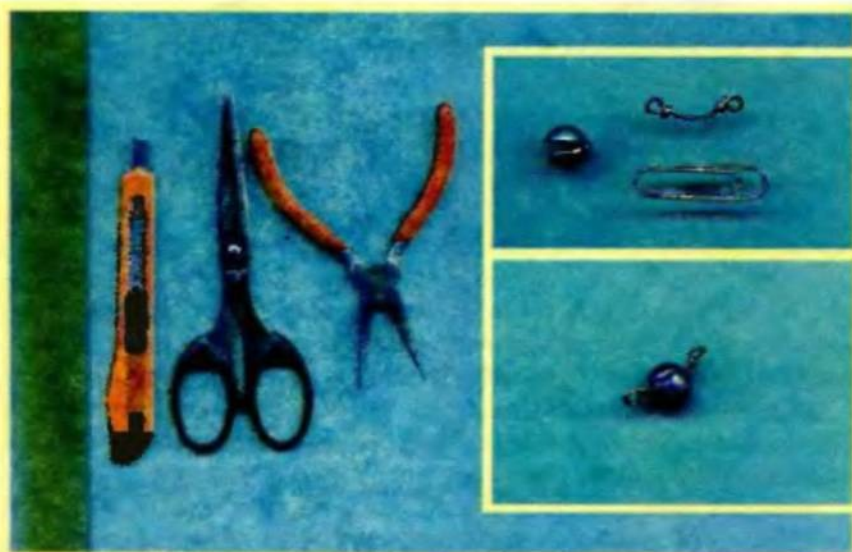


Рис. 22.4. Изготовление грузила с помощью линейки, ножа, ножниц, плоскогубцев

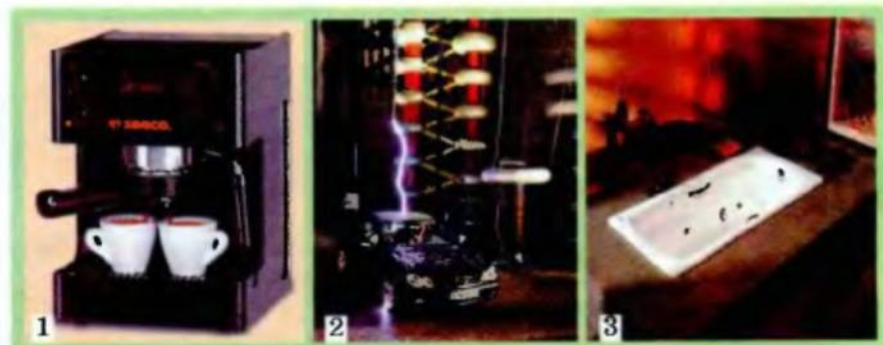


Рис. 22.5. 1. Бойлер (специальная емкость для образования водяного пара) кофеварки изготовлен из стали. 2. Отныне пассажиры новых кабриолетов CLK защищены от удара молнии не хуже, чем в автомобиле с твердой крышей. В ходе испытаний кабриолет подвергали действию мощных электрических разрядов. Доказано, что алюминиевая и стальная арматура мягкого верха надежно отводит разряд в землю. (По материалам [www.dailycars.ru](http://www.dailycars.ru), М. Журавлева, Е. Киселева, Zypresse). 3. Стальную ванну нужно обязательно заземлять

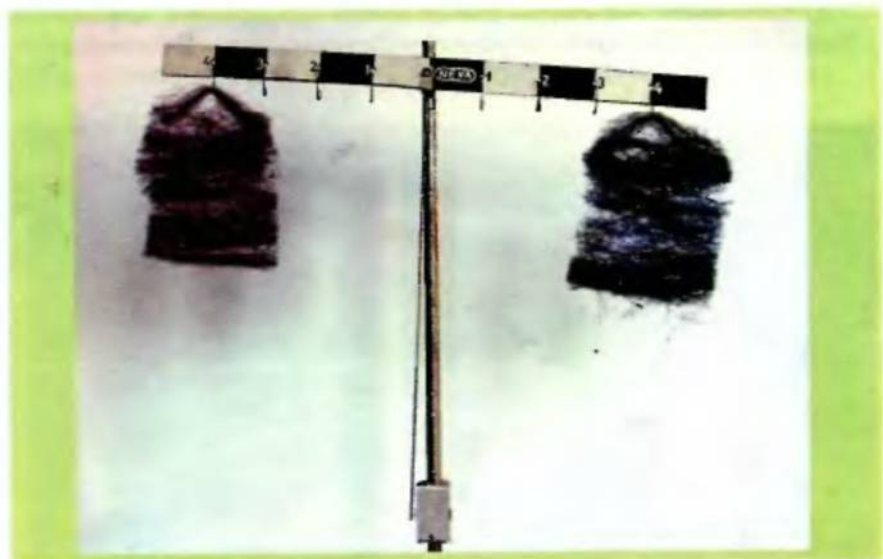


Рис. 22.6. Опыт по прокаливанию «железной шерсти»

9. Докажи, что результаты этого опыта не противоречат закону сохранения массы веществ в химических реакциях.

## § 23. ПРИМЕНЕНИЕ ЖЕЛЕЗА. РАЗРУШЕНИЕ ЖЕЛЕЗА В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

После изучения § 23 ты сможешь:

- обосновать применение железа;
- оценивать последствия процесса ржавления железа.

**Применение железа.** Железо – металл, применение которого в промышленности и быту практически не имеет границ. Доля железа в мировом производстве металлов составляет около 95 %. Применение его, как и любого другого материала, обусловлено определенными свойствами.



Назови физические свойства железа.

Объясни, от чего зависят свойства железосодержащих материалов.

Железо сыграло огромную роль в развитии человеческой цивилизации. Первобытный человек начал использовать железные орудия за несколько тысячелетий до нашей эры. Тогда единственным источником этого металла были упавшие на Землю метеориты, которые содержали достаточно чистое железо. Это породило у многих народов легенды о небесном происхождении железа.

В середине II тыс. до н.э. в Египте была освоена добыча железа из железных руд. Считают, что это положило начало железному веку в истории человечества, который пришел на смену каменному и бронзовому векам. Однако уже 3–4 тысячелетия назад жители Северного Причерноморья – киммерийцы – выплавляли железо из болотной руды.

Железо не утратило своего значения и поныне. Это важнейший металл современной техники. Из-за низкой прочности железо практически не используют в чистом виде. Однако в быту «железными» часто называют стальные или чугунные изделия. Ведь важные конструкционные материалы – стали и чугуны – представляют собой сплавы железа с углеродом. Из них изготавливают самые разнообразные предметы.

Восьмигранный пьедестал памятника князю Владимиру (рис. 23.1, 1) построен из кирпича и облицован чугуном.

Прототипом гигантского сооружения Атомиума в Брюсселе (рис. 23.1, 2) стала модель кристаллической решетки железа. После реконструкции Атомиум вновь открыт для посетителей. Оригинальное покрытие каждого шара площадью в





Рис. 23.1. 1. Памятник князю Владимиру (Киев).  
2. Атомium (Брюссель)

240 м<sup>2</sup> было выполнено из 720 треугольных алюминиевых пластин. Теперь их заменили 48 пластин из нержавеющей стали.

Кроме того, железо может быть компонентом сплавов на основе других металлов, например никелевых. Магнитные сплавы также содержат железо.

На основе железа создают материалы, способные выдерживать действие высоких и низких температур, вакуума и высоких давлений. Они успешно противостоят агрессивным средам, переменному напряжению, радиоактивному излучению и т. п.

Производство железа и его сплавов постоянно растет. Эти материалы универсальны, технологичны, доступны и в массе дешевы. Сырьевая база железа достаточно большая. Уже разведанных запасов железных руд хватит как минимум на два столетия. Поэтому железо долго будет оставаться «фундаментом» цивилизации.

В качестве художественного материала железо издавна использовали в Египте, Месопотамии, Индии. Со времен средневековья сохранились многочисленные высокохудожественные изделия из железных сплавов. Современные художники также широко применяют железные сплавы (рис. 23.2).

Среди множества художественных изделий нельзя оставить вне поля зрения «Пальму Мерцалова» – произведение искусства украинских мастеров. Она была выкована Алексеем Мерцаловым на Юзовском металлургическом заводе в



Рис. 23.2. 1. Железный робот (из собрания Британского музея). 2. Стальная роза. 3. «Пальма Мерцалова» (копия) – символ Донецка (бывшей Юзовки). Оригинал хранится в музее Горного университета в Санкт-Петербурге

1886 году. Ее признали достойной Гран-при Всероссийской промышленно-художественной выставки в Нижнем Новгороде. В 1900 году «Пальма Мерцалова» в составе экспозиции Юзовского завода получила наивысшую награду на Всемирной выставке в Париже.

И в XXI в. сложно найти отрасль, где бы не использовали железо. Его значение не уменьшилось с переходом многих функций металла к синтетическим материалам, созданным химической промышленностью.

**Разрушение железа в естественных условиях** в известной мере ограничивает применение железных сплавов. Под воздействием кислорода воздуха и влаги они превращаются в ржавчину. Продукт ряда реакций, происходящих при ржавлении, имеет состав, который отображает формула  $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$ .

Ржавчина отслаивается от поверхности металла, она пориста и поэтому не предотвращает дальнейшую коррозию. В современных условиях от ржавления погибает 1/6 часть выплавляемого чугуна. Поэтому борьба с коррозией – одна из важнейших задач человечества.

Технически чистое железо, массовая доля примесей в котором составляет до 0,16 %, устойчиво к ржавлению. В Дели сохранилась железная колонна (рис. 23.3, 2) высотой 7,3 м.





Рис. 23.3. 1. Коррозия железа. 2. Железная колонна (Дели) устойчива к коррозии

Она изготовлена из сплошного куска железа массой 6,5 т. Как показали специальные анализы, колонна состоит из почти чистого железа ( $w(\text{Fe}) = 99,7\%$ ). Незначительное содержание примесей обусловило удивительную устойчивость к ржавлению материала колонны.

Вспомним из курса природоведения способы предотвращения коррозии: смазывание, лакирование, окрашивание. От ржавления изделия защищает покрытие слоем цинка, олова, никеля, хрома, золота. Введением в состав сплавов специальных добавок получают нержавеющую сталь.

Помни, что брошенные железные предметы наносят вред человеку и окружающей среде. В земле они разрушаются в течение нескольких десятков лет, в пресной воде – около 10 лет, в соленой воде – 1–2 года. Продукты разрушения железных изделий ядовиты для многих организмов. А острые края, в частности консервных бапок, могут травмировать животных и людей. Поэтому нужно заботиться о чистоте окружающей среды и безопасности людей.



### Подведем итоги

Железо сыграло огромную роль в развитии человеческой цивилизации.

Из-за низкой прочности железо практически не используют в чистом виде.

Важнейшие конструкционные материалы – стали и чугуны. Это сплавы железа с углеродом.



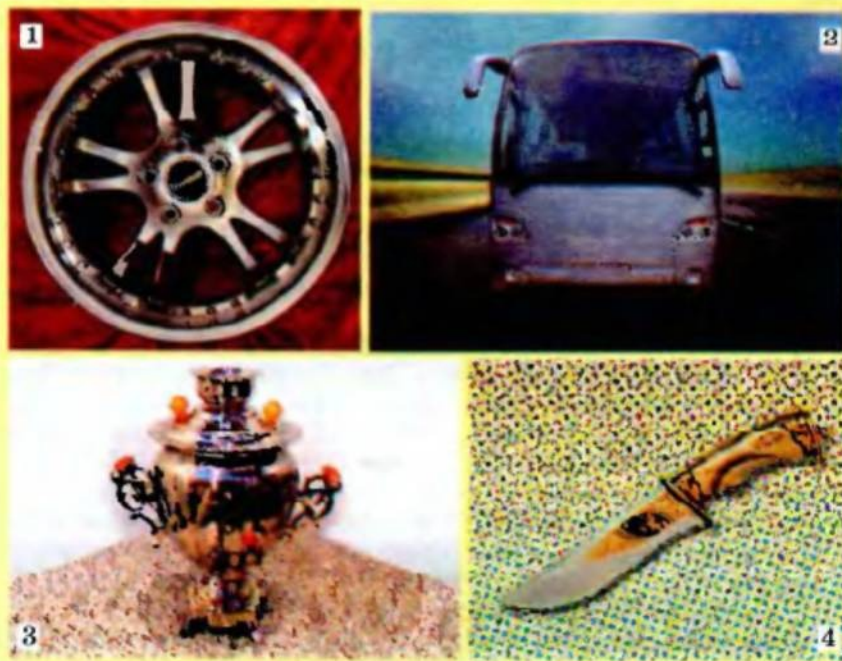


Рис. 23.4. Хромирование (1), оцинковывание (2), никелирование (3), золочение (4) – способы предотвращения коррозии

Производство железа и его сплавов постоянно растет. Эти материалы универсальны, технологичны, доступны и в массе – дешевы.

С древности и поныне железо остается важным художественным материалом.

Под воздействием кислорода воздуха и влаги многие железные сплавы превращаются в ржавчину. Продукт ржавления имеет состав, который отображает формула  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ .

Технически чистое железо, массовая доля примесей в котором составляет до 0,16 %, устойчиво к ржавлению.

Введением в состав сплавов специальных добавок получают нержавеющую сталь.

От ржавления железные изделия защищает покрытие слоем цинка, олова, никеля, хрома, золота. Также ржавление предотвращают смазывание, лакирование, окрашивание.

Брошенные железные предметы наносят вред человеку и окружающей среде. Нужно заботиться о чистоте окружающей среды и безопасности людей.



## Примени свои знания и умения

1. Обоснуй применение железа.
2. Прочитай строки романа Д. Дефо «Жизнь и необычайные и удивительные приключения Робинзона Крузо»: «После долгих поисков я нашел ящик нашего плотника, и это была для меня действительно ценная находка, куда более ценная в то время, чем целый корабль золота». Объясни, разделяешь ли ты мнение главного героя – ведь в ящике были железные инструменты.
3. Назови пропущенное слово из сказки Франка Баума «Удивительный волшебник из страны Оз»: «Дороти смазала суставы шарниры на руках, а Дровосек опять стал ей помогать, то поднимая руки вверх, то опуская, пока ... не отвалилась и они не заработали как надо» и народных пословиц «Ест, как ... железо», «Железо съедает, а завистливый от зависти погибает».
4. Рассмотрите рисунок 23.5 и выскажи предположение относительно происхождения названия закарпатской реки Иршавки.
5. Оцени последствия процесса ржавления железа.
6. Назови способы предотвращения ржавления железных изделий
7. Исследуй зависимость скорости ржавления от разных факторов. Для этого возьми четыре стальных гвоздя. Один из них смажь растительным или машинным маслом. Второму, третьему и четвертому гвоздям ничем обрабатывать не нужно. Первые два гвоздя до половины погрузи в сосуды с водой (можно использовать флаконы светлого стекла от лекарств). Третий гвоздь положи в пустой сухой сосуд. А сосуд с четвертым гвоздем наполни (осторожно!) кипятком доверху. Плотнo за-



Рис. 23.5. Речка Иршавка

купорь все сосуды и наблюдай за изменениями. Будь терпеливым – этот опыт может длиться от нескольких дней до нескольких недель. Опиши и объясни результаты наблюдений.



## Твое портфолио

Подготовь презентацию «Железный век продолжается».

### Задание на лето

Найди в тексте параграфа сведения о сроках разрушения железных предметов в разных условиях. Спланируй ход опыта, с помощью которого можно проверить эту информацию. Посоветуйся об этом с родителями, друзьями. Обсуди план и методику выполнения исследования с учителем. Учти, что ход опыта и его результаты можно не только описать или нарисовать, но и зафиксировать с помощью фото- или видеокамеры, диктофона. Выполни исследование и подготовь его презентацию в избранной тобой форме.

Собери и засуши разноцветные лепестки цветов. Ты сможешь использовать их при проведении химического эксперимента в 8-м классе.



## ИТОГИ

Этот год обогатил тебя – ведь ты открыл для себя новую интересную науку – химию. Ее изучение помогло тебе повысить общую эрудицию и, самое главное, лучше познать себя и окружающий мир. Отныне ты знаешь, что составляет предмет химии, каковы истоки химических знаний. Осознаешь, что сегодняшние успехи прикладной химии основаны на достижениях фундаментальной науки. А потому фундаментальные исследования – «запашка ради запашки» – особенно ценны для человечества.

Ты умеешь различать физические тела, вещества, материалы, чистые вещества и смеси. Понимаешь, что вещество становится материалом лишь тогда, когда из него изготавливают вещи, способные удовлетворить потребности человека.

Ты умеешь пользоваться буквенной системой химических знаков – удобным способом записи, хранения и передачи химической информации. Овладев химическим языком, записываешь, читаешь и объясняешь химические формулы, схемы и уравнения химических реакций.

По формуле вещества ты вычисляешь массовую долю каждого химического элемента, входящего в его состав.

Можешь привести примеры металлических и неметаллических элементов, простых и сложных веществ, различить простые и сложные вещества. А также анализируешь их качественный и количественный состав.

Твои представления о составе веществ расширились. Ты узнал, что, кроме атомов и молекул, вещества могут состоять из ионов. Можешь назвать эталон масс атомов и умеешь вычислять относительные молекулярные и формульные массы веществ. Ты используешь периодическую систему Д.И. Менделеева для получения определенной информации о химических элементах.

Ты не только используешь готовые формулы веществ, но и умеешь составлять формулы бинарных соединений по валентности. Определить валентность элементов по формулам бинарных соединений также тебе по силам.

Ты сознательно и целенаправленно применяешь наблюдение и эксперимент для изучения химических соединений и явлений. Можешь привести примеры химических явлений в природе и быту. Умеешь наблюдать химические явления и описывать наблюдения, формулировать выводы. Ты различаешь физические и химические свойства веществ, физические и химические явления.

Ты постиг сущность закона сохранения массы веществ и можешь его объяснить. На основании этого закона составляешь уравнения химических реакций и объясняешь их содержание.

Ты описываешь распространенность кислорода в природе и объясняешь его круговорот. Можешь назвать состав молекул кислорода и охарактеризовать его физические и химические свойства. Обосновать применение кислорода его свойствами и объяснить биологическую роль кислорода также в твоей компетенции. Ты умеешь получить этот газ, обнаружить его и собрать в сосуд.

Ты способен привести примеры реакций разложения и соединения и объяснить их суть. Оценить значение катализаторов и последствия процесса ржавления железа также в твоих силах. Ты можешь описать распространенность железа в природе, охарактеризовать физические и химические свойства железа и обосновать его применение.

Если это так, искренне поздравляю тебя, компетентный семиклассник! Уровень твоей общеобразовательной подготовки по химии соответствует государственным требованиям.

Не огорчайся, если обнаружил в своих знаниях и умениях пробелы. Ликвидировать их поможет настойчивая работа с учебником.

**Желаю успехов!**

## А

**Агрессивная** (от лат. *aggressio* – нападение) **среда** – среда, которая химически разрушает тела, состоящие из нестойких материалов.

**Аккумулятор** (от лат. *accumulator* – собиратель) – устройство для накопления энергии с целью ее последующего использования.

**Алгоритм** – происходит от *algorithmi* – латинской формы написания имени великого математика IX в. Аль Хорезми, который сформулировал правила выполнения арифметических действий. Точный набор инструкций, которые описывают последовательность действий исполнителя для достижения результата, решения задачи.

**Алхимия** (от лат. *alhimia*, *alhyimia*, *ahemia*, из араб. алхимия, от греч. – Египет) – название донаучной химии, которая основывалась на ошибочной идее о возможности превращения неблагородных металлов в золото и серебро с помощью «философского камня». Практическая работа алхимиков дала толчок к развитию химии и металлургии.

**Апликация** (от лат. *applicatio* – прикладывание) – орнамент или художественное изображение, выполненные нало-

жением (нашиванием) на бумагу (ткань) разноцветных клочков бумаги или ткани. 2. Изделие, созданное таким способом.

**Аргумент** (от лат. *argumentum*) – суждение (или совокупность суждений), которое приводят для подтверждения истинности другого суждения.

**Атомистика** (от греч. – неделимый) (атомизм: атомное, атомистическое учение; атомная, атомистическая теория) – учение о природе, согласно которому материя состоит из атомов.

**Аэро-** (от греч. – воздух) – часть сложных слов, обозначающих «воздушный».

**Аэрация** (от греч. – воздух) – искусственное насыщение разных сред воздухом.

## Б

**Бинарное соединение** – химическое соединение двух элементов независимо от количества их атомов.

**Бинарный** (от лат. *bi* – дву (х)-, от *bis* – дважды) – состоящий из двух частей, элементов; двойной.

**Био-** (от греч. – жизнь) – часть сложных слов, которая обозначает: относящийся к жизни.

**Брожение** – биохимический процесс разложения углеводов, который происходит под влия-



нием микроорганизмов или их ферментов.

## В

**Вискоза** (от лат. *viscosus* – клейкий, вязкий, от *viscum* – клей) – вещество, которое вырабатывают из продукта химической обработки древесины, идет на изготовление искусственного шелка, кожи, целлофана и т. п.

## Г

**Ген** (от греч. – род, происхождение) – единица наследственного материала, с помощью которого признаки и свойства родителей передаются потомкам.

**Гипер-** (от греч. – над, свыше) – префикс, который означает: сверх нормы (напр., гипертония, гипербарический).

**Гипербарическая оксигенация** (от гипер, греч. – бремя, груз и лат. *oxygenium* – кислород) – лечение кислородом под повышенным давлением в барокамере.

**Гипо-** (от греч. – под, внизу) – префикс, который означает: ниже нормы (напр., гипоксия).

**Гипоксия** (от гипо- и лат. *oxygenium* – кислород) – кислородное голодание. Возникает из-за недостатка кислорода во вдыхаемом воздухе и (или) в крови (гипоксемия).

**Гипотеза** (от греч. основа, предположение) – возможное суждение о закономерной (причинной) связи явлений; форма развития науки.

## Д

**Дизайн** (от англ. *design* – замысел, проект, чертеж, рисунок) – термин, обозначающий разные виды проектировочной деятельности, цель которой – формирование эстетических и функциональных качеств предметной среды. В узком значении дизайн – художественное конструирование.

**Дизель** – двигатель внутреннего сгорания, где впрыснутое топливо вспыхивает от высокой температуры воздуха. сжатого поршнем. От фамилии немецкого изобретателя Р. Дизеля.

**Дискуссия** (от лат. *discussio* – рассмотрение, исследование) – обсуждение любого спорного вопроса, проблемы на собрании, в печати, в беседе и т. п.

**Дистиллировать** (от лат. *distillo* – стекаю каплями) – проводить дистилляцию.

**Дистиллят** (от лат. *distillatus* – сцеженный) – продукт дистилляции.

**Дистиллятор** (от лат. *distillo* – стекаю каплями) – прибор для перегонки жидкостей.

**Дистилляция** (от лат. *distillatio* – стекание каплями) – разделение смесей жидкостей на компоненты частичным выпариванием и последующей конденсацией образовавшегося пара.

## Е

**Е-числа** – коды, которые состоят из буквы Е (Europe) и трехзначного или четырехзначного числа. Этот шифр используют в странах Евросоюза. Им обозначают вещества, которые

применяют в производстве пищевых продуктов для придания им определенных свойств.

## Ж

**Жанр** – (от фр. *genre*, от лат. *genus (generis)* – род, вид) – 1. Вид произведений в области какого-либо искусства, которое характеризуется определенными сюжетными и стилистическими признаками. 2. Живопись на бытовые темы; картина бытового сюжета. 3. Способ что-нибудь делать; совокупность приемов; стиль, манера.

## З

**Закон** – необходимое, существенное, стойкое, повторяющееся отношение между явлениями в природе и обществе. Познавание закона – задача науки.

**Закономерность** – повторяемая, существенная связь явлений.

## К

**Капрон** (от лат. *capra* – козел, козлиный запах) – разновидность синтетического волокна.

**Ковлар** (англ. *kevlar*) – сверхпрочное синтетическое волокно от американской фирмы Du Pont, используемое в пуленепробиваемых жилетах и в разных других областях: аэрокосмической и автомобильной промышленности, в производстве бытовой техники, одежды и обуви и т. п.

**Керамика** (от греч. – гончарство) – 1. Изготовление гончарных изделий из естественных глин; гончарное искусство. 2. Изделия и материалы, которые получают спеканием глиняного сырья, а также разных минеральных смесей.

**Коагуляция** (от лат. *coagulation* – свертывание, сгущение) – слипание и выпадение в осадок мельчайших (но больших, чем молекулы) растворенных в жидкости частичек вещества.

**Компетентный** (от лат. *competere* – добиваюсь; отвечаю, подхожу) – обладающий компетенцией или компетентностью, способный.

**Компетенция** (от лат. *competere* – добиваюсь; отвечаю, подхожу) – 1. Круг полномочий, предоставленных законом, уставом или другим актом конкретному органу или должностному лицу. 2. Знание, опыт в той или иной области.

**Конвертор** (конвертер) **величин** (от англ. *converter*, от лат. *convertio* – превращаю) – средство, с помощью которого переводит результаты измерения величин из одной системы измерения в другую.

**Коррозия** (от лат. *corrosio*, от *corrodo* – грызу, разъедаю) – разрушение металлов под влиянием окружающей среды.

**Кроссворд** (от англ. *cross-word*, от *cross* – крест и *word* – слово) – игра-задача, которая заключается во вписывании букв в перекрестные строки клеточек начерченной фигуры так, чтобы по горизонтали и вертикали выпли загаданные слова.

**Круговорот** – непрерывное движение, неизменный повто-

ряющийся цикл развития. Процесс, который завершается возвращением к исходному состоянию и первоначальной форме (напр., круговорот химических элементов, веществ).

## Л

**Легенда** (от лат. *legenda*, досл. – то, что следует прочитать) **карты, диаграммы** – свод условных знаков и объяснений к ним.

## М

**Макро-** (от греч. – большой, длинный) – первая часть сложных слов, которая означает: а) большой; б) связанный с изучением очень больших предметов, величин.

**Макросистема** – физическая система, состоящая из макротел, доступных для восприятия органами чувств, в отличие от микросистем, которые состоят из микрочастиц (атом, молекула, ион), недоступных для восприятия органами чувств.

**Мега-** (от греч. – огромный) – часть сложных слов, которая означает «большой».

**Медиа-** (от англ. *media*) – средство, способ, посредник, промежуточная ступень.

**Медиаобразование** – образование и развитие личности с помощью и на материале средств массовой коммуникации (медиа). Формирование культуры общения с медиа, творческих коммуникативных способностей, критического мышления, умения толковать, анализиро-

вать и оценивать медиатекст, обучение разным формам самовыражения с помощью медиатехники.

**Медиатекст** – сообщение, которое содержит информацию и изложенное в любом виде и жанре медиа (газетная статья, телепередача, видеоклип, фильм и т. п.).

**Металлургия** (от греч. – рудник, прииск) – 1. Наука о промышленных способах производства металлов из руд или металлогосодержащих веществ и о первичной обработке их. 2. Соответствующая техника и область промышленности.

**Метод** (от греч. – путь исследования, способ познания) – способ достижения какой-нибудь цели, решения конкретной задачи; совокупность приемов или операций практического или теоретического освоения (познания) действительности.

**Миграция** (от лат. *migratio*, от *migro* – переселяюсь) – переселение, перемещение. Исследуют М. населения, М. капитала, а также М. животных, М. химических элементов в земной коре и атмосфере.

**Микро-** (от греч. – маленький) – в сложных словах означает: очень маленький; связанный с изучением или измерением очень маленьких предметов, явлений, величин.

**Микро** (от греч. – мало) – устаревшее название единицы длины микрометра – миллионной части метра.

**Моделирование** – исследование явлений, процессов или систем объектов путем построения и изучения их моделей; использование моделей для определе-



нии или уточнения характеристик и рационализации способов построения новых объектов.

**Модель** (от лат. *modulus* – мера, образец) – в широком смысле – любой образ, аналог (мысленное или условное: изображение, описание, схема, чертеж, график, план, карта и т. п.) какого-нибудь объекта, процесса или явления («оригинала» модели), используемый как его «заместитель», «представитель».

**Модификация** (от позднелат. *modificatio* – изменение) – видоизменение, преобразование чего-либо, что характеризуется появлением новых свойств.

**Модифицировать** – подвергать модификации, видоизменять.

## Н

**Наблюдение** целенаправленное восприятие, обусловленное задачей деятельности. Главное условие научного наблюдения – объективность, то есть возможность контроля путем или повторного наблюдения, или применения других исследовательских приемов (напр., эксперимента).

**Нано-** (от греч. – карлик) – префикс для образования наименования единицы, равной одной миллиардной части исходных единиц. Обозначение: н, п. Пример: 1 нм = 0,000 000 001 м.

**Нанообъекты** (от греч. – карлик) – искусственно созданные объекты нанометровых размеров. Созданные на их основе материалы называют наноматериалами, а способы их производства и применения – нанотехнологиями.

## П

**Портфолио** (от франц. *porter* – преподавать, формировать, нести – и *folio*, что означает «лист, страница») в переводе с итал. – «папка с документами», «папка специалиста». П. достижений ученика – одна из форм индивидуальной оценки знаний ученика. Коллекция работ и результатов ученика, которая демонстрирует его усилия, прогресс и достижения в разных областях. Главная цель создания портфолио – предоставить возможность каждому ученику показать все, на что он способен, создать для него стимул роста.

**Презентация** (от англ. *presentation*) – 1. Способ наглядного представления информации с использованием аудиовизуальных средств. Обычно презентация содержит в себе текст, иллюстрации к нему и выдержана в едином графическом стиле. Использование информационных технологий расширяет формы и методы представления материала. 2. Мероприятие, проведенное с целью распространения некоторой информации и/или демонстрации некоторых товаров, услуг и т. п.

## Р

**Ребус** (от лат. *rebus*, буквально – с помощью вещей) – загадка, в которой разгадываемые слова или фразы изображены в виде комбинации рисунков с буквами и другими знаками.

## С

**Сенкан** (от французского *cinq* – пять) – стих из пяти строк, который синтезирует информацию, кратко описывает тему. Составляют сенкан по формуле: тема (обычно, существительное);

описание (два прилагательных);

действие (три глагола);

отношение (фраза – четыре слова);

перефразировка сущности (одно слово).

Сенкан не обязательно должен иметь ритм и рифму, это свободное произведение.

**Символ** (от греч. – знак, примета, признак) – 1. В науке то же, что знак. 2. В искусстве – характеристика художественного образа с точки зрения его осмысленности, выражение им какой-то художественной идеи. Содержание символа неотделимо от его образной структуры и отличается неисчерпаемой многозначностью.

**Сканирование** (от англ. *scan* – поле зрения) – 1. Непрерывный просмотр пространства или какого-либо объекта путем последовательного перехода от одного участка к другому. Сканер – устройство, последовательно просматривающее объект, изображение или трехмерное пространство и создающее аналоговые или цифровые сигналы, соответствующие каждой части просматриваемого объекта (в технике).

**Соляная** (хлороводородная) кислота – раствор хлороводорода в воде, сильная кислота.

**Бесцветная** (техническая соляная кислота желтоватая из-за наличия примесей) жидкость, которая «дымит» на воздухе. Соляная кислота входит в состав желудочного сока.

**Сублимация** (возгонка) – (от лат. *sublimo* – поднимаю) – переход веществ из кристаллического состояния непосредственно в газообразное без превращения в жидкость.

**Супер-** (от лат. *super* – сверху, над) – префикс, который означает «расположенный сверху», «главный».

**Супермолекулы** – относительно молекул то же, что молекулы – относительно атомов.

## Т

**Танк** (от англ. *tank*) – специально оборудованный бак, цистерна, отсек для хранения или транспортирования жидкостей.

**Техногенный** (от греч. – искусство, мастерство, умение и – рождающий, рожденный) – рожденный, созданный техникой, промышленностью.

**Технология** (от греч. – искусство, мастерство, умение) – 1. Совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых в процессе производства продукции. 2. Научная дисциплина, которая изучает закономерности технологических процессов.

**Трансгенные** (от лат. *trans* – сквозь, через, за) – генетически измененные продукты, получаемые из растений, в клетки кото-

рых вмонтированы чужеродные гены.

## У

**Устойчивое развитие человечества** — это развитие, при котором достигается удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения без лишения этих благ будущих поколений. В 1987 году Генеральная Ассамблея ООН одобрила новую модель развивающейся цивилизации — модель устойчивого развития. В документах подчеркивается, что необходимо полностью реализовать право человека на благоприятную среду обитания, сохранить мир и надлежащее качество естественной среды для ее нормального самообновления, заботливо относиться к экологическим возможностям Земли.

**Утилизация** (от лат. *utilis* — полезный) — употребление с пользой, напр. утилизация отходов.

## Ф

**Фармация** (от греч. — лекарство) — наука, которая занимается поиском, изучением, разработкой способов получения, обработкой, изготовлением и сохранением лекарственных средств, препаратов и материалов, применяемых в медицине и ветеринарии, а также проблемами их стандартизации и контроля.

**Фермент** (от лат. *fermentum* — закваска) — белковое вещество животных и растительных организмов, которое способствует

ускорению химических процессов, происходящих в них; энзим.

**Философ** (от греч. — любовь к мудрости) — специалист по философии; мыслитель, который разрабатывает мировоззренческие вопросы.

**Философский камень** — согласно представлениям алхимиков — фантастическое вещество, которое якобы способно превращать неблагородные металлы в благородные, исцелять все болезни, возвращать молодость.

**Фильтр** (франц. *filtre*, от лат. *filtrum* — войлок) — устройство или вещество для разделения чего-нибудь, напр. жидкости (газа) и взвешенных в ней твердых примесей, разделение электромагнитных или звуковых волн и т. п.

**Фильтрат** (франц. *filtrat*) — жидкость, которая прошла через фильтр, подвергнутая фильтрации.

**Фильтрация**, фильтрование (франц. *filtration*) — процеживание, просачивание жидкостей и газов через пористую перегородку (среду).

**Флогистон** (от греч. — воспламеняющийся, горючий) — согласно представлениям химиков XVIII в. — особое невесомое вещество, которое якобы содержится во всех способных гореть веществах и выделяется из них во время горения; теплород.

**Фундаментальный** (от лат. *fundamentum*) — основательный, положительный, солидный, главный.

## Ц

**Цемент** (нем. *Zement*, от лат. *caementum* — щебень, битый ка-



мсь) – строительный материал – минеральное вязнущее порошок кообразное вещество.

### Ш

**Шпатель** (нем. *Spatel* – лопатка, от греч. – широкий клинок) – инструмент (лопатка или заостренный стержень), которым набирают и смешивают вещества.

### Э

**Экология** (от греч. – жилье, среда и ...логия) – наука о связи организмов со средой.

**Эксперимент** (от лат. *experimentum* – проба, опыт) – метод познания, с помощью которого в контролируемых и управляе-

мых условиях исследуют явления природы и общества.

**Экспозиция** (от лат. *expositio* – выставление напоказ) – в музеях и на выставках – размещение экспонатов по определенной системе.

**Энзимы** (нем. *Enzyme*, от греч. – в, внутри и закваска) – то же, что ферменты.

**Эрудиция** (от лат. *eruditio* – ученость, познание) – глубокие всесторонние познания, широкая осведомленность.

**Эталон** (от франц. *etalon*) – 1. Мера или измерительный прибор, который служит для воспроизведения, сохранения и передачи единиц какой-нибудь величины. Эталон, утвержденный как исходный для страны, называют Государственным эталоном. 2. Мерило, образец (в переносном смысле).

## ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

- А**  
Авиценна (Абу Али ибн Сина) 26
- Б**  
Берцелиус Йенс Якоб 52, 53, 91, 137  
Биннинг Герд 48  
Бойль Роберт 25, 119
- В**  
Вигельхауз К. Г. 91
- Г**  
Гельмонт Ян Баптист ван 140
- Д**  
Дальтон Джон 27, 50, 52, 61, 91  
Демокрит 46, 47, 55  
Дреббель Корнелиус Ван, 140  
Дьюар Джеймс 132, 133
- З**  
Зосимус Панополитанский 23
- К**  
Корчак Януш 103
- Л**  
Лавуазье Антуан Лоран 26, 119, 141  
Ландольт Ганс Генрих 122  
Левкипп 46, 47
- Ломоносов Михаил Васильевич 26, 119  
Лукреций Кар Тит 42, 46, 47, 89, 97, 113, 122, 147
- М**  
Мак-Гью Тара 9  
Менделеев Дмитрий Иванович 51, 54, 59, 61, 73
- П**  
Патон Борис Евгениевич 29  
Петри Ричард Юлиус 169  
Пристли Джозеф 140, 141  
Прокопович Феофан 28
- Р**  
Рорер Гейнрих 48
- С**  
Семенов Николай Николаевич 116
- Ф**  
Фарадей Майкл 66  
Франкленд Эдуард 91
- Ц**  
Цельсий Андерс 62, 63
- Ш**  
Шееле Карл Вильгельм 134, 141  
Шталь Георг Эрнст 25

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

### А

Агрегатное состояние 106  
Алхимия 24  
Анализ 8  
Анион 66  
Атом 50  
Атома ядро 49  
Атомная единица массы 59

### В

Валентность 91  
Вещество 39

### Г

Гипотеза 99  
Горение 144  
Горения условия возникнове-  
ния и прекращения 144–155

### З

Закон 100  
Закономерность 100  
Закон сохранения массы 119

### И

Индекс 70  
Ион 65

### К

Катализатор 137  
Катион 66  
Классификация 83  
Кэффициент 125  
Круговорот кислорода 150

### М

Массовая доля элемента 78  
Материал 40  
Металл 85  
Металлический элемент 85  
Молекула 64

### Н

Наблюдение 99  
Нейтрон 49  
Неметалл 87  
Неметаллический элемент 87

### О

Окисление 144  
Оксиды 144  
Оксиликвиты 154  
Относительная атомная масса 59  
Относительная молекулярная  
масса 74  
Относительная формульная мас-  
са 75, 77

### П

Периодическая система хими-  
ческих элементов 51  
Продукт реакции 117  
Протон 49

### Р

Реагент 116  
Реакция разложения 134  
Реакция соединения 144

### С

Синтез 7  
Структурная единица 71  
Субатомные частички 49  
Схема химической реакции 125

### Т

Температура воспламенения 145  
Теория 266

### Ф

Фермент 137  
Физические свойства 105  
Физические явления 106



Формула химическая 69  
Формульная единица 71  
Формульная частица 71

### Х

Химическая формула 69  
Химические реакции 111, 118  
Химические свойства 111  
Химическое уравнение 124

Химическое явление 108  
Химия 5

### Э

Эвдиометр 118  
Эксперимент 99  
Электрон 49  
Элемент химический 51

## РУКОВОДСТВО УЧЕНИКА

### Как организовать домашнюю работу

1. Осознай цель домашней работы и ее важность.
2. Приготовься к работе так, чтобы придерживаться психологических и гигиенических правил учебной деятельности.
3. Ознакомься с заданиями, определи, в какой последовательности их целесообразнее выполнять (чередую устные и письменные, более простые и более сложные).
4. Вспомни, что изучали на уроке, просмотри записи в тетради.
5. Прочитай и обработай материал учебника.
6. Выполни письменные задания.
7. Составь план устного ответа.
8. Проверь выполнение всей работы в целом.

### Выполнение письменной домашней работы

1. Прочитай задания для письменной работы, пойми их.
2. Подумай, какие приемы их выполнения следует применить (обратись, если нужно, к предшествующим письменным работам, образцам, памяткам).
3. Если нужно, предварительно выполни задания полностью или частично на черновике.
4. Проверь тем или иным способом правильность выполнения задания.
5. Запиши выполненные задания в тетрадь, следуя правилам ее ведения.

### Общий самоконтроль домашней работы

1. Проверь работу во время выполнения и сразу исправляй допущенные ошибки.

2. Пересказывай обработанный материал своими словами.
3. Восстанавливай в памяти план изучения темы параграфа.
4. Проверь усвоение теории ее применением.
5. Используй специальные приемы самоконтроля, связанные с особенностями изучаемого материала.
6. Обращайся к справочникам, словарям, энциклопедиям на бумажных и электронных носителях, Интернету.
7. Составляй по материалам темы тестовые задания с выбором ответа, осуществляя по ним самоконтроль.

### **Общие приемы работы с учебником**

1. Обдумай заголовки параграфа и его пунктов (то есть найди ответы на вопросы: о чем будет идти речь? О чем узнаю? Что я уже знаю об этом?).
2. Прочитай содержание пункта (параграфа).
3. Выдели все непонятные слова и выражения, выясни их значение (по учебнику, справочнику, у учителя, родителей, друзей).
4. Сформулируй в процессе чтения вопросы и ответы на них (например, такие: о чем здесь идет речь? Что мне уже известно об этом? С чем это важно не спутать? Что из этого может выйти? Для чего это делается? К чему это можно применить? Как и каким образом применять?).
5. Выдели (выпиши, подчеркни) важнейшие понятия.
6. Выдели главные свойства этих понятий (правила, определения, формулы).
7. Выучи определения понятий и их главные свойства.
8. Рассмотр и постарайся понять иллюстрации (схему, диаграмму, рисунок).
9. Проанализируй приведенные в тексте примеры и придумай свои.
10. Самостоятельно обоснуй свойства понятий (вывод из формулы или правила).
11. Составь схемы, таблицы и т. п., используя собственные обозначения.
12. Запомни материал, используя приемы запоминания (пересказ по плану, чертежу или схеме, пересказ трудных мест, мнемонические приемы).
13. Сформулируй ответы на конкретные вопросы в тексте.
14. Придумай и поставь себе такие вопросы.
15. Если нужно, обратись к учителю (родителям, друзьям).



## **Как создать собственное портфолио достижений по изучению химии и обращаться с ним**

1. Определи, нужно ли тебе такое портфолио. Посоветуйся по этому вопросу с родителями, учителем, друзьями.
2. Сформулируй цель его создания.
3. Избери для него носитель – бумажный или (если умеешь работать с компьютерной программой MS Word) электронный.
4. Разработай титульную страницу портфолио.
5. Подбери названия его рубрик, например: «Содержание», «Мои документы», «Мои домашние задания», «Мои опыты», «Мой взгляд на...», «Мои достижения», «Мои размышления», «Мои планы на будущее» и т. п.
6. Созданные материалы классифицируй и распределяй по рубрикам.
7. Регулярно просматривай портфолио, анализируй свои достижения, намечай траекторию дальнейшего собственного развития.
8. По желанию демонстрируй свое портфолио родителям, учителю химии, друзьям. Обсуждай с ними его содержание, советуйся с ними. Анализируй их советы и делай собственные выводы.
9. Сохрани свое портфолио для потомков. Ведь это произведение, как и ты сам, уникально.

## Конвертер некоторых физических величин

## ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ШКАЛЫ

В Международной системе СИ для измерения температуры применяют шкалу Кельвина и символ К (при этом знак градуса ° отсутствует). Широко используют также системы Цельсия и Фаренгейта.

По шкале Кельвина 0 градусов Кельвина соответствует абсолютному нулю, то есть полному отсутствию движения молекул. Один градус Кельвина соответствует одному градусу по шкале Цельсия.

По шкале Цельсия 0 °С соответствует температуре замерзания воды, 100 °С – температуре кипения воды (при давлении в 1 атмосферу). Количество градусов определяет расширение ртути в термометре.

По шкале Фаренгейта температуры замерзания и кипения воды разделяют 180 °F. Один градус по Фаренгейту равен 5/9 градуса Кельвина или Цельсия. Вода замерзает при 32 °F, а кипит при 212 °F.

Формулы для определения соответствия между основными шкалами

По Цельсию ↔ по Кельвину ↔ по Фаренгейту:

$$\frac{T_{Celsius} - 0}{100} = \frac{T_{Kelvin} - 273,15}{100} = \frac{T_{Fahrenheit} - 32}{100}$$

По Кельвину ↔ по Фаренгейту:

$$T_{Fahrenheit} = \frac{9}{5} \cdot T_{Kelvin} - 459,67$$

По Цельсию ↔ по Фаренгейту:

$$T_{Fahrenheit} = 32 + \frac{9}{5} \cdot T_{Celsius};$$

$$T_{Celsius} = \frac{5}{9} \cdot (T_{Fahrenheit} - 32).$$

## ЕДИНИЦЫ ДАВЛЕНИЯ

1 атм = 9,81 · 10<sup>4</sup> Па, 1 Па = 1,02 · 10<sup>-5</sup> атм

1 мм рт.ст = 133 Па, 1 Па = 7,50 · 10<sup>-3</sup> мм рт.ст.

## СОДЕРЖАНИЕ

Здравствуй, УЧЕНИК! .....	3
---------------------------	---

### ВВЕДЕНИЕ

§ 1. Предмет химии. Для чего нужно изучать химию .....	5
§ 2. Правила поведения учащихся в химическом кабинете. Оборудование кабинета химии и лабораторная посуда .....	13
§ 3. Краткие сведения из истории химии .....	22
<i>Практическая работа 1</i>	
Правила техники безопасности во время работы в химическом кабинете. Приемы обращения с лабораторной посудой, штативом и нагревательными приборами. Строение пламени .....	31

### Тема 1

#### ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

§ 4. Вещества. Чистые вещества и смеси .....	39
§ 5. Атомы. Химические элементы .....	46
§ 6. Атомная единица массы. Относительная атомная масса химических элементов. Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева .....	57
§ 7. Молекулы и ионы .....	64
§ 8. Химические формулы веществ .....	69
§ 9. Относительная молекулярная масса вещества .....	74
§ 10. Массовая доля элемента в веществе .....	78
§ 11. Разнообразие веществ. Простые и сложные вещества. Металлы и неметаллы .....	82
§ 12. Валентность .....	90
§ 13. Как изучают химические соединения и явления. Наблюдения и эксперимент в химии .....	98
§ 14. Физические и химические свойства вещества. Физические и химические явления .....	104
§ 15. Химические реакции и явления, которые их сопровождают. Закон сохранения массы веществ .....	115
§ 16. Химические уравнения .....	124
<i>Практическая работа 2</i>	
Исследование физических и химических явлений .....	129



## Тема 2

### ПРОСТЫЕ ВЕЩЕСТВА МЕТАЛЛЫ И НЕМЕТАЛЛЫ

§ 17. Кислород. Состав молекулы и физические свойства кислорода .....	131
§ 18. Получение кислорода в лаборатории. Реакция разложения. Понятие о катализаторе .....	134
§ 19. Химические свойства кислорода. Условия возникновения и прекращения горения .....	141
§ 20. Распространенность и круговорот кислорода в природе. Применение кислорода, его биологическая роль .....	149
<i>Практическая работа 3</i> Получение кислорода в лаборатории и изучение его свойств .....	156
§ 21. Железо. Распространенность железа в природе .....	160
§ 22. Железо. Физические и химические свойства железа ...	166
§ 23. Применение железа. Разрушение железа в естественных условиях .....	173
<b>Итоги</b> .....	180
<b>Толковый словарь</b> .....	182
<b>Именной указатель</b> .....	190
<b>Предметный указатель</b> .....	191
<b>Руководство ученика</b> .....	193
<i>Приложение</i> .....	196