



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, КУЛЬТУРЫ И ИССЛЕДОВАНИЙ
РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

Галина Драгалина • Надежда Велишко

ХИМИЯ

учебник для 7 класса



Издательство
ARC

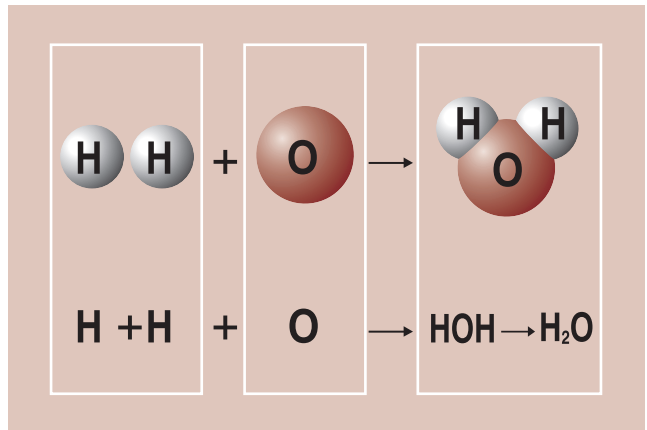


Галина Драгалина · Надежда Велишко

ХИМИЯ

Учебник для 7 класса

Перевод с румынского *Елены Михайлов*



Manualul a fost aprobat prin Ordinul nr. 670 din 16 iulie 2012 al Ministrului Educației al Republicii Moldova. Manualul este elaborat conform Curriculumului disciplinar (aprobat în anul 2010) și finanțat din resursele financiare ale Fondului Special pentru Manuale.

Acest manual este proprietatea Ministerului Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova.

Școala				
Manualul nr.				
Anul de folosire	Numele de familie și prenumele elevului	Anul școlar	Aspectul manualului	
			la primire	la returnare
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

- Dirigintele clasei trebuie să controleze dacă numele elevului este scris corect.
- Elevul nu va face nici un fel de însemnări în manual.
- Aspectul manualului (la primire și la returnare) se va aprecia: *nou, bun, satisfăcător, nesatisfăcător*.

Comisia de evaluare: *Maria Bîrcă*, conf. univ., dr., Catedra de chimie anorganică și fizică a Universității de Stat din Moldova, Chișinău; *Valeriu Gorincioi*, profesor, grad didactic superior, Liceul Teoretic „Mihai Sadoveanu”, Călărași; *Nadejda Burciu*, profesoară, grad didactic întâi, Liceul Teoretic Cruglic, Criuleni; *Teodor Busuioc*, profesor, grad didactic întâi, Liceul Teoretic „Mihai Eminescu”, Hîncești; *Zinaida Țurcanu*, profesoară, grad didactic doi, Liceul Teoretic „Mircea Eliade”, Nisporeni

Recenzenți: *Mihai Revenco*, prof. univ., dr. habilitat în chimie, Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău; *Ion Negură*, conf. univ., dr. în psihologie, șeful Catedrei de psihologie a Universității Pedagogice de Stat „Ion Creangă” din Chișinău; *Elena Ungureanu*, dr. în filologie, Centrul de Lingvistică al Institutului de Filologie al Academiei de Științe a Moldovei; *Vitalie Coroban*, director artistic la Editura Cartier

Redactor coordonator: *Tatiana Litvinova*, profesor, grad didactic superior, Liceul Teoretic „Titu Maiorescu”, Chișinău

Redactori: *Tamara Șmundeac, Tatiana Zaicovschi*

Concepția grafică și coperta: *Mihai Bacinschi*

Desene: *Vitalie Stelea, Serghei Samsonov*

Redactor tehnic: *Mihai Dimitriu*

Toate drepturile asupra acestei ediții aparțin Editurii Arc.

Editura Arc, str. G. Meniuc nr. 3, Chișinău. Tel.: 022735329, 022733619; fax: 022733623;

www.edituraarc.md; e-mail: info.edituraarc@gmail.com

© Galina Dragalina, Nadejda Velișco, 2018

© Editura Arc, 2018

ISBN 978-9975-0-0170-0

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Правила техники безопасности при работе в химическом кабинете (лаборатории)...	6
Глава 1. Химия – наука о веществах	7
1.1 Вещество – форма существования материи	7
1.2 Возникновение и развитие химии.....	11
1.3 Вклад химии в повышение качества жизни.....	14
Практическая работа № 1. <i>Правила работы с веществами и химическим оборудованием</i>	19
1.4 Свойства веществ	22
1.5 Методы познания в химии	25
Лабораторный опыт № 1. <i>Изучение физических свойств веществ</i>	27
1.6 Физические и химические явления.....	28
Практическая работа № 2. <i>Подготовка к работе в лаборатории. Работа с веществами. Изучение физических и химических явлений</i>	31
1.7 Атом. Молекула.....	33
1.8 Химический элемент	35
1.9 Знаки химических элементов и их названия	38
1.10 Относительная атомная масса	41
1.11 Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева	43
1.12 Металлические и неметаллические элементы. Простые вещества металлы и неметаллы	47
1.13 Химическая формула. Состав вещества. Относительная молекулярная масса..	49
Итоговое оценивание	54
Глава 2. Строение вещества	55
2.1 Планетарная модель атома	55
2.2 Строение атома. Ядро	57
2.3 Электронная оболочка атома	61
2.4 Распределение электронов по слоям	62
2.5 Строение атома и положение элемента в периодической системе	65
2.6 Понятие о валентности элементов	70
2.7 Бинарные соединения. Определение валентности элементов по химической формуле	72
2.8 Составление химических формул по валентности	75
2.9 Химическая связь	78
2.10 Ковалентная связь.....	79
2.11 Понятие об электроотрицательности атомов. Ковалентная полярная связь	83

2.12	Металлическая связь.....	89
2.13	Ионная связь	90
	Лабораторный опыт № 2. <i>Определение типа химической связи в образцах предложенных веществ по их химическому составу</i>	95
	Итоговое оценивание.....	96

Глава 3. Химия и окружающая среда 97

3.1	Чистые вещества и смеси	97
3.2	Очистка веществ	100
	Лабораторный опыт № 3. <i>Очистка воды</i>	103
	Практическая работа № 3. <i>Очистка поваренной соли</i>	104
3.3	Природная вода – смесь веществ	105
	3.3.1. Вода – уникальное вещество.	105
	3.3.2. Состав природной воды.....	107
3.4	Очистка воды	110
3.5	Воздух – смесь газообразных веществ	112
3.6	Химия и проблемы окружающей среды.....	116

Приложения

Приложение 1.	Периодическая система. Применение химических элементов.....	121
Приложение 2.	Периодическая система химических элементов	124
Приложение 3.	Периодическая система химических элементов	126
Приложение 4.	Относительные молекулярные массы	128
Приложение 5.	Растворимость кислот, оснований и солей в воде.....	128

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Основные понятия в тексте

Определение для запоминания

Заметка

Изложение отдельных фактов, явлений и т. д.

* Материал для учащихся, увлеченных химией (за рамками куррикулума)



Выполните!

Задания, выполнение которых облегчает понимание содержания параграфа

Работа в группе



Выполнение заданий в группе учащихся



Лабораторный опыт или практическая работа



Запомните!

Обобщение основной информации по теме



Знаете ли вы, что...

Информация для расширения кругозора (интересные факты)



Словарь

Дорогие ученики!

В 7-м классе вы приступаете к изучению нового учебного предмета – ХИМИИ.

Это интересная и увлекательная наука, знания в области которой вы будете приобретать и в последующие годы обучения, вплоть до бакалавриата. Тот, кто будет увлечен чудесным миром химических формул, сможет продолжить изучение химии в вузе.

Этот учебник включает три главы. В первой главе вы познакомитесь с первоначальными понятиями химии. Вы узнаете, что такое атомы, молекулы, вещества и каковы их свойства. Затем вы откроете причины, обуславливающие разнообразие веществ, и то, какова роль человека в производстве и применении химических продуктов и материалов, каков вклад ученых всего мира и ученых Молдовы в развитие химии. Также вы познакомитесь с удивительной систематизацией химических элементов, названной *периодической системой химических элементов*.

Вторая глава посвящена строению веществ. Изучая эту главу, вы узнаете, каково строение атома, каковы характеристики химических элементов, их валентность, типы химических связей.

Последняя глава, названная «Химия и окружающая среда», отражает значение химических веществ и их смесей в жизни человека, объясняет причины, приводящие к загрязнению среды, в которой мы живем (воды, воздуха, почвы), и объясняет, какую важную роль играет химия в решении экологических проблем. Содержанием этой главы авторы хотят передать всем учащимся свою тревогу за окружающую нас природу, призывая их не быть равнодушными к тому, что происходит вокруг.

Каждая тема построена в логической последовательности обучения: на основе взаимосвязей с предыдущим материалом – изложение новой темы, обобщение, упражнения для закрепления и оценивания.

Поскольку химия является наукой экспериментальной, а не только теоретической, для некоторых тем предусмотрена экспериментальная деятельность, которая поможет подтвердить теоретические представления.

Для более глубокого усвоения материала темы дополнены рубриками с полезной информацией, которая призвана побуждать к творческой активности.

Примечание. Ключевые слова (понятия) в начале каждой темы приведены для того, чтобы способствовать поиску дополнительной информации в Интернете (с помощью Google, Yahoo, Wikipedia и т. д.)

Желаем вам успехов!

Авторы

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ при работе в химическом кабинете (лаборатории)

1. Перед началом работы надень рабочий халат; по указанию учителя можно использовать и другие средства защиты (очки, специальные перчатки и т. д.).
2. Внимательно прочитай этикетку на склянке, прежде чем отлить или отсыпать необходимый реактив.
3. Не оставляй открытыми склянки с реактивами. Не путай пробки и пипетки для отбора реактивов.
4. Бери столько реактива, сколько указано в инструкции. Обычно работают с небольшими количествами реактивов (до 1 г для твердых веществ и 1 мл для жидкостей).
5. Неиспользованные реактивы не выливай и не высыпай обратно в склянки, а помещай их в специально предназначенный для этого сосуд или сдай лаборанту.
6. Реактивы бери не руками, а только специальным инструментом (ложечкой, шпателем).
7. Категорически запрещается пробовать реактивы на вкус, так как большинство из них ядовиты и опасны.
8. Проверь запах следующим образом: легким движением руки над сосудом направляй выделяющийся газ к носу (рис. 1.22, стр. 23).
9. Для того, чтобы нагреть в пламени пробирку с веществом, закрепи ее в держателе для пробирок, осторожно обогрей всю пробирку, а затем ее нужную часть.
10. При нагревании пробирки держи ее в наклонном положении и направляй отверстие пробирки в сторону от себя и товарищей – при кипении жидкость может выплеснуться из пробирки.
11. Если реактив случайно попал на кожу или одежду, немедленно сообщи учителю (или лаборанту).
12. Горячие предметы ставь не на стол, а только на специальную подставку.
13. Не проводи опыты, не предусмотренные данной работой.

По окончании экспериментов убери рабочее место. Вымой посуду водой, используя для лучшего ее очищения специальную щетку-ершик.

Соблюдение этих правил является обязательным для всех учащихся; пренебрежение ими может привести к серьезным последствиям – ожогам, порезам, отравлениям.

После изучения этой главы ты будешь способен:

- описывать предмет изучения химии; правила техники безопасности в химической лаборатории; лабораторное оборудование; применение и физические свойства некоторых известных веществ; действие закона постоянства состава вещества;
- приводить примеры влияния химии на качество жизни;
- определять понятия: *атом, молекула, вещество, химический элемент, химический знак, химическая формула, относительная атомная масса, относительная молекулярная масса*;
- различать тела и вещества, атомы и молекулы, вещества простые и сложные, металлы и неметаллы, вещества неорганические и органические;
- применять периодическую систему для получения информации о химических элементах;
- вычислять относительную молекулярную массу вещества по химической формуле;
- осуществлять лабораторные опыты и практические работы, соблюдая инструкции и правила техники безопасности.

1.1 Вещество – форма существования материи

Из материала, изученного до сих пор на уроках физики, биологии и географии, нам известно, что все, что нас окружает, образовано из материи.

Материя представляет собой реальность, которая существует независимо от нас и с которой связаны все превращения в природе.

Тела и вещества. Весь мир, окружающий нас, состоит из множества предметов, или *физических тел*.

Тело – это часть материи, имеющая собственную форму и объем.

Физическое тело – это любой предмет, обладающий массой, объемом и другими характеристиками.

Таким образом, книга, ручка, ложка, стакан, компьютер, автомобиль и т. д. являются физическими телами (рис. 1.1).

Чем отличаются эти предметы?

Эти тела имеют различные формы, размеры и цвета.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Физические тела
- Материя
- Вещества
- Материалы
- Свойства веществ



Рис. 1.1. Различные физические тела

Когда мы рассматриваем предмет, обращаем внимание и на то, из чего он изготовлен, то есть на материю, из которой он состоит. Различные тела могут состоять из одной и той же материи (рис. 1.2), в то же время одинаковые тела могут состоять из разной материи. Например, кубик может быть изготовлен из древесины, камня, железа, стекла, каучука, пластмассы и т. д. (рис 1.3).



Рис. 1.2. Различные по форме и размерам предметы, изготовленные из одинаковой материи (стекла)

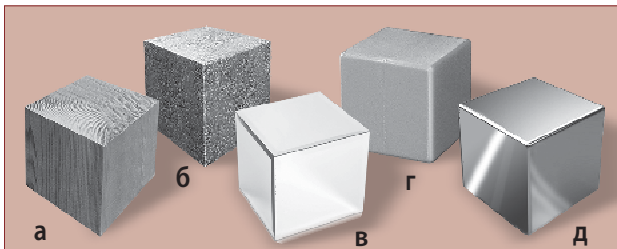


Рис. 1.3. Куб из разной материи: а) древесины; б) камня, в) стекла; г) пластмассы; д) железа

В химии материя называется *веществом*.

Материя, из которой состоит физическое тело, называется *веществом*.

Таким образом, вещество является формой существования материи.

Позже, когда мы будем изучать характеристики веществ, мы поймем, что физическое тело может состоять из одного или большего количества веществ. Например, металлический гвоздь может состоять из одного вещества – железа, ложка может быть из алюминия, тетрадь – из целлюлозы, а стакан – из стекла (смеси веществ, называемых *силикатами*) (рис. 1.4).

Человек в мире веществ и материалов. Мир веществ чрезвычайно разнообразен. В настоящее время известно более 12 млн веществ. Некоторые были открыты в природе, другие были получены учеными химическим путем.

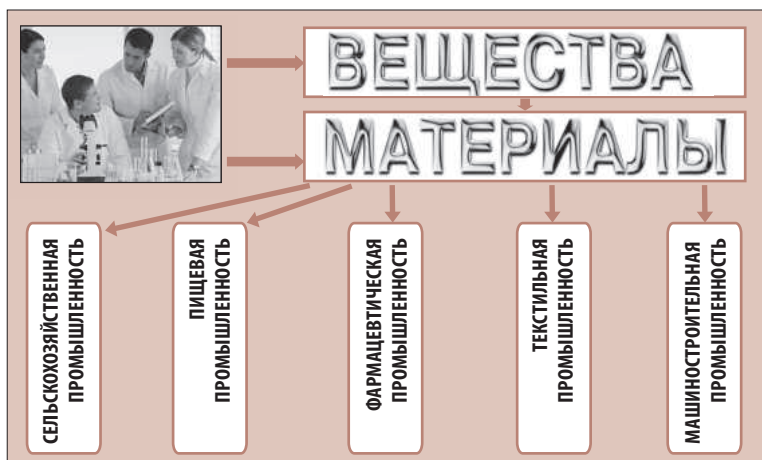


Рис. 1.4. Физические тела из разных веществ

Научные институты и ученые всего мира работают над получением новых веществ.

Какое значение имеют процессы открытия веществ?

На самом деле вещество приобретает значение только тогда, когда его используют для получения *материалов*. Материалы могут состоять из одного вещества или смеси веществ. После открытия нового вещества ученые изучают его свойства, а на основе полученных данных создают полезные материалы для сельскохозяйственной, пищевой, фармацевтической, машиностроительной и т. д. промышленности (рис. 1.5).



Заметка ✓
Вещество может присутствовать в природе, то есть в почве, воде, растениях (стволе, листьях, цветах) и т. д., и мы даже не будем догадываться о его существовании. Вещество становится известным лишь тогда, когда ученые выделяют его, исследуют, выясняя его состав, строение, физические и химические свойства. Все эти характеристики включены в международный регистр веществ.

Рис. 1.5. Области применения веществ и материалов

Разнообразие веществ. Рассматривая физические тела, которые, в свою очередь, состоят из материи, то есть из веществ, мы замечаем, что вещества отличаются по свойствам. Так, например, стекло находится в твердом агрегатном состоянии, вода – в жидком состоянии, а кислород является газообразным веществом.

Вещества отличаются друг от друга не только агрегатным состоянием, но и плотностью, температурой кипения, цветом, растворимостью, запахом, пластичностью и т. д. Например, алюминий легче железа, а спирт кипит при более низкой температуре, чем вода.

Даже если иные вещества сходны по ряду признаков (например, являются твердыми, как сахар и поваренная соль, или бесцветны, как вода, спирт и т. д.), они обязательно отличаются по некоторым другим свойствам, характерным только для них.



Выполните!

Приведи примеры веществ, которые похожи между собой по цвету, но отличаются по агрегатному состоянию.

А для того, чтобы вещества не путать, у каждого из них есть так называемый «паспорт» (как у человека), который включает весь комплекс конкретных характеристик. В этом «паспорте» описаны состав вещества, его строение и свойства, способы получения и области применения.

Оценивание



- Объясни значение понятия *физическое тело*. Приведи примеры физических тел.
- Как можно различить между собой физические тела?
- Приведи примеры:
 - физических тел одинаковой формы или одинакового назначения, изготовленных из разных веществ;
 - физических тел, отличающихся по форме, но изготовленных из одного вещества.
- Выбери названия веществ из перечня:
 - гвоздь;
 - сахар;
 - свинец;
 - ложка;
 - шариковая ручка;
 - железо;
 - книга.
- Дополни фразы, вставляя названия веществ:

а) трубка из ...	б) проволока из ...	в) ложка из ...
г) кольцо из ...	д) браслет из ...	е) гвоздь из ...
- Опиши форму и назови материал, использованный для изготовления предметов, которые ты применяешь (тетрадь, ручка, линейка, карандаш, стакан, тарелка, сумка и т. д.).
- Сколько примерно веществ известно в настоящее время и каково их происхождение?
- Объясни значение открытия или получения новых веществ.
- Перечисли области промышленности, которые развиваются благодаря веществам и материалам.

Работа в группе



■ Дан ряд слов: а) гвоздь, б) пластмасса, в) медь, г) стакан, д) парафин, е) железо, ж) стекло, з) сумка, и) браслет, к) пластина, л) золото.

1) Распределите слова в две колонки:

А – физические тела

Б – вещества

2) Соедините линиями соответствующие друг другу слова из колонки **А** и колонки **Б**.

■ Даны вещества: а) вода, б) поваренная соль, в) стекло (силикаты), г) полиэтилен, д) пищевая сода.

Составьте для каждого из них «паспорт», в котором укажите известные вам характеристики. Определите, какие из веществ используются в быту, в сельском хозяйстве, в промышленности.

1.2 Возникновение и развитие химии

Химия является одной из наук о природе. Вместе с биологией, физикой и другими науками она изучает окружающий нас мир.

Откуда же произошло это название – *химия*? И когда начала развиваться химия как наука?

Историческая справка. Считается, что химия зародилась во II веке н. э. в городе Александрия (центр греческой культуры в Египте). Первоначально были освоены и систематизированы в основном те знания в области различных ремесел, которые касались превращений веществ: плавление металлов, изготовление сплавов, дубление кож, окрашивание тканей и др. (рис. 1.6).

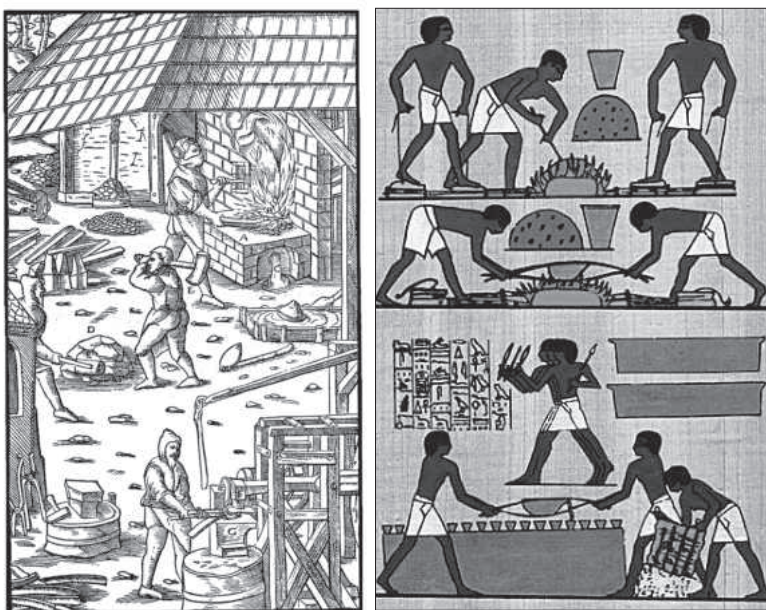


Рис. 1.6. Выплавка металлов в древности

Примерно в III веке в книгах египтян появился термин «хемя», который означал «искусство делать». Затем это искусство получило распространение и развитие в Китае, Индии, Греции.

Значительно позже, только в XIX веке, ученые химики и физики, используя экспериментальные методы, сумели заложить научные основы химии, объяснив понятие «вещество», установив состав и строение веществ, способы их получения и свойства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Химия
- Неорганические вещества
- Органические вещества
- Неорганическая химия
- Органическая химия



Знаете ли вы, ЧТО...

- На протяжении тысячелетий своего развития человечество осуществляло многочисленные химические эксперименты, при этом никто не задумывался о том, чтобы объединить и систематизировать их в науку.
- Еще со времен античности люди применяли силу огня, процессы брожения, выплавку металлов из руд. Таким образом они получали новые вещества и полезные материалы.



Роберт Бойль
(1627–1691)

В семье был 14-м ребенком. Английский химик и философ. Первый ученый, который систематизировал методы исследования, лежащие в основе химии; своими работами способствовал становлению химии как науки. Продемонстрировал физические свойства воздуха (см. также стр. 35).

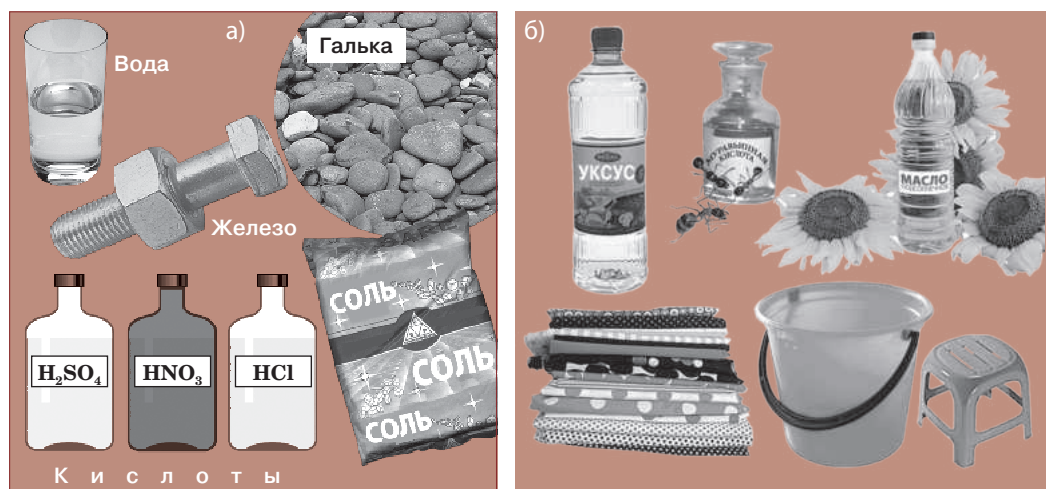
Химия – это наука о веществах, их свойствах, получении и применении

По мере развития химии, с увеличением числа известных веществ, проводилась их систематизация и классификация, что способствовало дальнейшему развитию науки.

Неорганические и органические вещества. К концу XVIII века все известные вещества были разделены на группы по их происхождению. Вещества растительного и животного происхождения называли «*органическими веществами*», а те, что получены из неживой природы – вещества минерального происхождения – получили название «*неорганические вещества*» (их также называют минеральными). Первыми известными неорганическими веществами являлись вода, уголь, известняк, поваренная соль, железо, медь, свинец. К органическим веществам относили уксусную кислоту (извлеченную из уксуса), муравьиную кислоту (открытую в выделениях муравьев), ароматические вещества (полученные из цветов) и т. д.

Таким образом, первое разделение веществ на неорганические и органические было осуществлено на основе известных веществ. Все другие вещества, полученные позднее (выделенные из природных компонентов или полученные путем химических превращений), были отнесены к одной из этих категорий на основании их сходства с неорганическими или органическими веществами по составу и свойствам (рис. 1.7).

Рис. 1.7. Вещества и материалы: а) неорганические; б) органические



Наука, изучающая неорганические вещества, была названа *неорганической химией*, а наука об органических веществах – *органической химией*.

Связь химии с другими науками. С начала своего развития и до настоящего времени химия достигла высоких (иногда даже удивительных) результатов благодаря сотрудничеству с другими науками. Особый вклад в этом отношении вносит *физика*: применение физических методов исследования и сложного оборудования для проведения различных измерений позволяет определять состав веществ, их строение, пространственное расположение, физические свойства, изучать химические превращения и различные физико-химические процессы.

Биологические науки способствуют определению физиологической активности веществ и ориентируют на производство на их основе лекарственных средств, пестицидов, удобрений, пищевых добавок (красителей, консервантов) и т. д.

Математика и информатика приходят химии на помощь не только в выполнении различных расчетов и в решении задач, но и в создании программ для установления взаимосвязей между строением и свойствами веществ.

Важным является и сотрудничество химиков со специалистами из других областей: геологии, фармацевтики, энологии (науке о виноделии) и др. (рис. 1.8).



Сотрудничество химии с вышеперечисленными и другими науками является взаимным. Своими достижениями химия непрерывно способствует развитию естественных и точных наук за счет создания новых веществ и современных материалов, разработки и изучения различных процессов и механизмов.



Знаете ли вы, что...

Первыми физиками, внесшими вклад в развитие химии, были Галилео Галилей (1564-1642) и Исаак Ньютон (1642-1727). Они занимались изучением природных явлений.

Рис. 1.8. Связь химии с другими науками



Выполните!

Перечерти в тетрадь схему (рис. 1.8) и дополни ее другими науками, которые сотрудничают с химией.



1. Что изучает химия?
2. Объясни происхождение неорганических и органических веществ.
3. Перечисли первые вещества, которые были отнесены к: **а)** неорганическим веществам; **б)** органическим веществам.
4. Приведи примеры физических тел, состоящих из: **а)** неорганических веществ; **б)** органических веществ.
5. Опиши взаимосвязь между химией и другими науками.

Работа в группе



- Вспомните темы, которые вы сейчас изучаете на уроках: **а)** физики; **б)** математики; **в)** информатики; **г)** биологии; **д)** географии; **е)** румынского языка и литературы; **ж)** иностранного языка; **з)** истории. Запишите их в тетрадь.
- Попробуйте найти (с помощью этих тем) связи с тем, что вы изучаете сейчас по химии.
- Чем больше взаимосвязей вы найдете, тем больше творческих способностей сможете продемонстрировать.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Сырье
- Химическая продукция
- Ученые-химики
- Окружающая среда
- Экология
- Загрязняющие вещества

1.3 Вклад химии в повышение качества жизни

Из всего рассмотренного ранее мы можем видеть, какую важную роль играет химия в развитии общества. Вместе с другими родственными науками химия изучает окружающий мир и помогает человеку не только брать от природы то, что ему необходимо для улучшения качества жизни, но и при этом причинять ей как можно меньше вреда.

В настоящее время, когда численность населения планеты превысила 7 миллиардов человек, очень трудно представить себе, как человечество могло бы вести привычный образ жизни без помощи химии: например, в вопросах обеспечения одеждой и продуктами питания, лечения болезней, использования различных транспортных средств и др.

Не менее важна и химическая продукция, которая обеспечивает высокое качество жизни: современные материалы для конструирования машин, самолетов, ракет, телевизоров, компьютеров, мобильных телефонов, для производства тканей, красителей и моющих средств, строительных материалов и т. д. (рис. 1.9).

Замечка

Благодаря значительной роли, которую играет химия в процветании человеческого общества, Организация Объединенных Наций объявила 2011 год *Международным годом химии*.



Рис. 1.9. Вклад химии в повышение качества жизни

Все это является плодами труда различных специалистов, в том числе и в области химии.

Из какого сырья получают химики эти бесчисленные и разнообразные соединения?

Все они происходят из материалов, которые встречаются в природе: минералов, металлов, воды, древесины, природного газа, нефти и т. д.

Вместе с развитием химии улучшается и качество жизни. Например, в древние времена человек использовал древесину только как строительный материал или в качестве топлива. Сегодня, благодаря многочисленным открытиям химиков, из древесины производится бумага, искусственный шелк (вискоза), взрывчатые вещества, киноплёнка, кормовые дрожжи, активированный уголь, технический спирт, каучук и т. д. (рис. 1.10).



Рис. 1.10. Продукты переработки древесины

Вклад ученых-химиков Республики Молдова. К большим достижениям химиков всего мира прибавляется и результат труда ученых-химиков из Республики Молдова. Они осуществляют свою деятельность в Институте химии Академии наук Молдовы, на факультете химии и химической технологии Молдавского государственного университета, а также в других научных институтах и высших учебных заведениях. Здесь, в исследовательских лабораториях, используя имеющееся в нашей республике сырье, химики проводят эксперименты, получают новые вещества, выясняют их строение и механизмы различных превращений. Они изобретают новые материалы с полезными свойствами.

Рис. 1.11. В научно-исследовательской лаборатории



Заметка

... У науки нет родины, потому что она является достоянием всего человечества, факелом, который освещает весь мир. Однако наука должна быть самым высоким олицетворением родины, потому что из всех народов первым всегда будет тот, кто будет впереди по творениям мысли и разума...

*Луи Пастер,
французский химик
и биолог*

ми, необходимые для промышленности, сельского хозяйства и медицины нашей страны (рис. 1.11).

Самые значительные результаты связаны с синтезом органических и неорганических препаратов с противораковыми и антибактериальными свойствами, психостимуляторов, регуляторов сердечной деятельности, защитных покрытий для предохранения металлов от коррозии, регуляторов роста растений. Также из местного сырья ученые создали органические биологически активные препараты и разнообразные ароматизаторы, которые нашли применение в медицине, парфюмерии, легкой, пищевой и винной промышленности. Например, из косточек винограда и фруктов получены новые препараты для медицины и сельского хозяйства. Были разработаны эффективные методы

обнаружения и количественного определения вредных веществ в пищевых продуктах и окружающей среде.

Достижения наших ученых-химиков признаны на мировом уровне. Конечно, значительная часть работ осуществлялась и осуществляется в сотрудничестве с учеными из самых развитых стран мира.

Первые исследования в области химии в Молдове относятся к 40-м годам XX века. Тогда был открыт химический факультет Молдавского государственного университета, который возглавил декан Антон Аблов, ставший позднее академиком и директором Института химии Академии наук Молдовы.

В последние годы важные для нашей страны результаты были достигнуты в разработке методов защиты окружающей среды, переработки и вторичного применения промышленных и бытовых отходов.

Применение веществ и их воздействие на окружающую среду. В повседневной жизни мы постоянно применяем химические продукты, такие как соль, сахар, пищевая сода, уксус, стиральный порошок, отбеливатель, медикаменты, полиэтиленовая пленка и т. д. (рис. 1.12).



Некоторые из этих химических продуктов, хотя и являются очень полезными для нас, могут нанести серьезный ущерб среде, в которой мы живем. Так, стиральные порошки, отбеливатели, полиэтиленовые пакеты, пластиковая посуда после их применения для наших хозяйственных нужд не исчезают, а попадают в почву, воду, воздух. Все они относятся к бытовым загрязнителям.



Антон Аблов
(1905–1978)

Академик, доктор химических наук, профессор. Первый декан (1946–1948) химического факультета Молдавского государственного университета, директор Института химии АН Молдовы, основатель направления по исследованию координационных соединений.

Рис. 1.12. Химическая продукция, используемая в повседневной жизни



- **Химический продукт** – тело или вещество, полученное из природного сырья или синтезированное в лаборатории.
- **Окружающая среда** – естественные условия, в которых протекает жизнь.
- **Загрязнить** – распространять в атмосфере, почве и воде предметы, материалы, химические вещества, которые представляют опасность для жизни.

Заметка

В Республике Молдова более 800 тысяч транспортных средств. Для того чтобы не загрязнять атмосферу, необходимо использовать качественный бензин, современные детали и оборудование.

Такое же загрязняющее воздействие оказывает и избыток минеральных удобрений, пестицидов, которые используются в сельском хозяйстве для повышения урожайности.

Существует множество других веществ, которые полезны по сути, но в определенных условиях могут принести значительный вред. Например, ртуть в термометрах помогает нам измерять температуру тела. В то же время пары ртути, попавшие в атмосферу (в случае, если разбился термометр), очень ядовиты.

Как можно представить себя в XXI веке без транспорта? С другой стороны, выхлопные газы, образующиеся в результате сжигания топлива, загрязняют окружающую среду.

Как решать эти проблемы?

В первую очередь необходимо знать свойства веществ и характер их воздействия на окружающую среду. Нужно использовать вещества с осторожностью, с позиций защиты человека, природы, почвы, воды от бытовых и промышленных загрязнений.

ОЦЕНИВАНИЕ



1. Объясни, как химия способствует повышению качества жизни человека.
2. Приведи два-три примера сырья, из которого получают важные химические продукты.
3. Перечисли две-три отрасли промышленности, которые развиваются в Молдове на основе использования местного сырья. Какова роль химии в этом?
4. Объясни понятия: **а)** окружающая среда; **б)** загрязнитель.
5. Каковы источники загрязнения: **а)** в целом на планете Земля; **б)** в твоём населённом пункте?
6. Предложи два-три метода защиты окружающей среды.

Работа в группе



- Найдите как можно больше информации об ученых-химиках Республики Молдова, используя доступные журналы по химии или сайты в Интернете (www.icm.md; www.usm/chimie.md):
 - а) Назовите несколько знаменитых ученых-химиков из нашей республики.
 - б) Расскажите об их вкладе в развитие химии.
 - в) Оцените важность исследований в области защиты окружающей среды и участия в них ученых, посетив сайты: www.mediu.gov.md; www.asm.ieg.md.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

ПРАВИЛА РАБОТЫ С ВЕЩЕСТВАМИ И ХИМИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ



Для проведения опыта необходимо знать основное оборудование и посуду, которые используют в лаборатории, усвоить *Правила техники безопасности при работе в химическом кабинете (лаборатории)* (стр. 6).

В лаборатории для нагревания веществ чаще всего используют спиртовую лампочку (спиртовку).

Из химической посуды часто используются: пробирки, конические колбы, градуированные пробирки, химические стаканы, мерные цилиндры, воронки, фарфоровые чашки.

Применяют также и некоторые дополнительные инструменты или предметы: штатив для пробирок, держатель для пробирок, стеклянную палочку, предметное стекло (пластину из стекла), ложечку, шпатель, спички, щетку (ерш) для мытья посуды.

1. Спиртовая лампочка (спиртовка)

Спиртовка (рис. 1.13) состоит из специального стеклянного сосуда (а), в который через трубку (г) вставлен фитиль (в), изготовленный из хлопчатобумажных нитей. Спиртовка заправляется этиловым спиртом (не более чем на 2/3 объема), которым и пропитывается фитиль. Зажигают спиртовку горячей спичкой или лучинкой (ни в коем случае нельзя зажигать от другой горячей спиртовки). После использования спиртовку гасят, накрывая фитиль колпачком (б), поднося его сбоку.

Задания:

- 1) Рассмотрите устройство спиртовки (рис. 1.13).
- 2) Несколько раз зажги и погаси спиртовку.
- 3) Зарисуй спиртовку в тетрадь и укажи ее составные части.

2. Строение пламени

Пламя спиртовки (свечи) состоит из трех частей (рис. 1.14). Внутренняя часть пламени (а) состоит из паров горючего вещества (у парафиновой свечи – из паров парафина, у спиртовки – из паров спирта). Яркая светящаяся средняя часть пламени (б) состоит из раскаленных частиц углерода. Во внешней части (в) происходит взаимодействие составных частей горючего вещества с кислородом воздуха. Это самая горячая часть пламени, она бесцветна.

Задания:

- 1) Внеси спичку в среднюю часть пламени, как показано на рисунке 1.15а. Она начнет гореть (обугливаться) с двух сторон, которые соответствуют внешней части пламени.



Словарь

Оборудование – инструменты, приборы, которые используются при проведении работы.

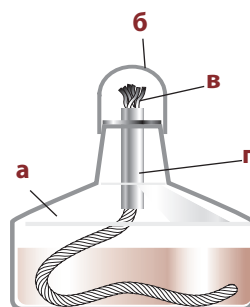


Рис. 1.13. Устройство спиртовки:
а) склянка (сосуд) для спирта;
б) колпачок;
в) фитиль;
г) трубка с диском.

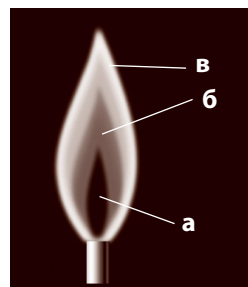


Рис. 1.14. Строение пламени:
а – внутренняя часть;
б – средняя часть;
в – внешняя часть.

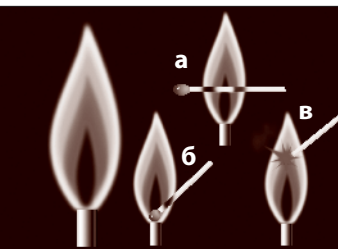


Рис. 1.15. Горение спички в разных частях пламени

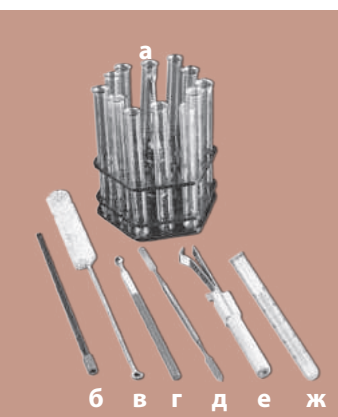


Рис. 1.16. Штатив для пробирок:
а – пробирки; б – стеклянная палочка;
в – щетка (ершик);
г – ложечка; д – шпатель;
е – держатель для пробирок;
ж – эталон объема.

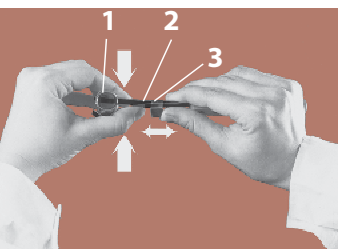


Рис. 1.17. Держатель для пробирок:
1 – пробирка;
2 – металлические пластины; 3 – зажим.

- 2) Быстро внеси головку другой спички во внутреннюю (нижнюю) часть пламени (рис. 1.15б). Головка не загорается, но древесина обуглится в средней и внешней части пламени.
- 3) Внеси головку третьей спички во внешнюю (верхнюю) часть пламени (рис. 1.15в), она сразу воспламенится. Значит, внешняя часть пламени самая горячая.

Вывод: нагревать различные предметы следует в верхней (внешней) части пламени.

3. Штатив для пробирок

Штатив для пробирок (рис. 1.16) имеет простое устройство.

Кроме пробирок, по необходимости, в штатив помещают и другие инструменты: стеклянную палочку, градуированную пробирку (эталон объема), ложечку, шпатель, держатель для пробирок, щетку-ерш и т. д.

Стеклянная палочка (б) с резиновым наконечником используется для перемешивания веществ, для фильтрования и т. д. Резиновый наконечник служит для предохранения стеклянной посуды от повреждения.

Щетка (в) (ерш) применяется для мытья пробирок.

Ложечка (г) используется для набора сухих веществ, их прокаливания, сжигания жидких и твердых веществ, а также для дозировки (объем ложечки 0,2 см³).

Шпатель (д) используется для набора сухих веществ.

Держатель для пробирок (е) предназначен для закрепления пробирок и их последующего нагревания. Для этого горлышко пробирки (1) (рис. 1.17) фиксируют между металлическими пластинами держателя (2) и, сжимая пластины одной рукой, другой рукой передвигают зажим (3) к пробирке до упора. По окончании работы снова сжимают пластины (2), отодвигают назад зажим (3) и освобождают пробирку.

Эталон объема (рис. 1.16ж) – это градуированная (мерная) пробирка для отмеривания определенного объема жидкости. Для этого в левую руку берется эталон и пустая пробирка, в пробирку наливается нужный объем жидкости, уровень которой сравнивается с меткой на эталоне (рис. 1.18).

Задания:

- 1) Налей из химического стакана в пробирку (держа ее рядом с эталоном объема) два раза по 2 мл воды. Вылей воду. Налей снова 3 мл воды, затем долей еще 2 мл. В случае ошибки повтори упражнение (рис. 1.18). Эталон объема поставь в штатив.
- 2) Закрепи в держателе пробирку с 5 мл воды, нагрей ее в пламени спиртовки, соблюдая правила: сначала прогревают всю пробирку, а затем нужную ее часть, при этом по-

стоянно двигая пробирку в пламени. Отверстие пробирки не должно быть направлено в чью-либо сторону.

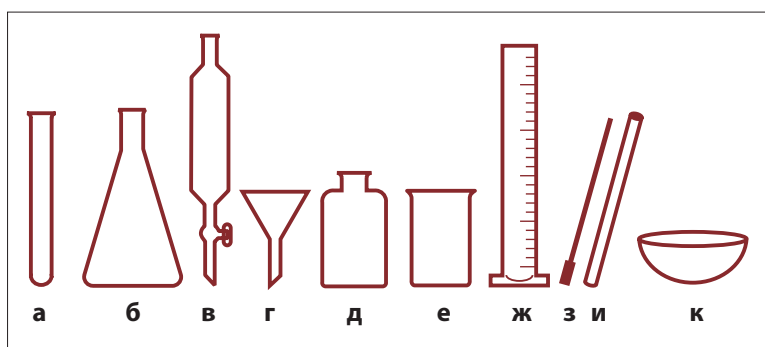
- Зарисуй в тетрадь инструменты, рассмотренные в этом опыте.

2. Химическая посуда

В химической лаборатории для проведения опытов чаще всего используется посуда из стекла и фарфора. Примеры химической посуды и названия приведены на рисунке 1.19.

Химические стаканы (е) и плоскодонные колбы (б) обычно используются для хранения необходимых для работы жидкостей и растворов или для слабого нагревания их содержимого. Коническая воронка (г) предназначена для наливания или фильтрования жидкостей.

Делительная воронка (в) служит для разделения несмешивающихся жидкостей, а мерный цилиндр (ж), также как и эталон объема, позволяет измерять объем жидкостей. Стеклопалочка (з) используется для перемешивания смесей, а фарфоровая чашка (к) – для нагревания и выпаривания жидкостей.



лочки (з) используется для перемешивания смесей, а фарфоровая чашка (к) – для нагревания и выпаривания жидкостей.

При работе со стеклянной посудой необходимо соблюдать особую осторожность, так как стекло легко может разбиться от излишнего сжатия или из-за резкой разницы температур.

Задания:

- Ознакомься с лабораторной посудой и правилами обращения с ней.
- Вымой несколько пробирок (по указанию учителя), соблюдая правила.
- Зарисуй химическую посуду в тетради и укажи название каждого предмета.



Рис. 1.18. Измерение объема жидкости

Рис. 1.19. Посуда, применяемая в химической лаборатории:

- пробирка;
- коническая колба;
- делительная воронка;
- воронка;
- склянка для веществ;
- химический стакан;
- мерный цилиндр;
- стеклянная палочка;
- фарфоровая чашка.

1.4 Свойства веществ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Физические свойства
- Химические свойства
- Физиологические свойства
- Характерные свойства

В предыдущих параграфах мы уже охарактеризовали несколько веществ, перечислив некоторые свойства, которыми они обладают.

Все свойства веществ можно разделить на три основные группы:

- физические свойства;
- химические свойства;
- физиологические свойства (физиологическое действие на организм).

Физические свойства. К физическим свойствам относятся такие признаки, которые мы можем различить с помощью органов чувств (зрения, осязания, обоняния, вкуса) и измерительных приборов (рис. 1.20).



Рис. 1.20. Определение физических свойств веществ



Свойства веществ – характерные, отличительные особенности; признаки, по которым вещества отличаются друг от друга или сходны между собой.

Таким образом, физические свойства веществ – это *агрегатное состояние (жидкое, твердое, газообразное), цвет, запах, вкус, растворимость, плотность, температура плавления, температура кипения, теплопроводность, электрическая проводимость.*

Первые характеристики (см. рис. 1.20), за исключением вкуса, т. е. агрегатное состояние, цвет, запах, можно легко определить визуально и с помощью обоняния для любого вещества. Например, вода является жидким бесцветным веществом без запаха. С помощью специальных измерительных приборов определяются другие физические свойства, например, плотность, температура и т. д. Так, установлено, что вода кипит при температуре 100°C и замерзает при 0°C . Дистиллированная вода не проводит электрический ток.



Рис. 1.21. Ученики изучают физические свойства веществ

По мере изучения химии мы познакомимся с физическими свойствами многих веществ в химической лаборатории, где будут проводиться все необходимые химические эксперименты (рис. 1.21).

Вкус веществ также является физическим свойством. Но, внимание! На вкус можно пробовать только пищевые продукты. Например, соль имеет соленый, сахар – сладкий, а уксус – кислый вкус. Строго запрещается пробовать на вкус химические вещества: некоторые из них представляют опасность для жизни!

Нам привычно нюхать различные продукты: так, через запах, мы узнаем то, что не можем определить с помощью других чувств, например зрения или осязания. Мы можем различить запах мяты, жасмина, ландыша, лилии, малины, яблока, вишни и т. д. Однако определение запаха химических веществ требует особой осторожности, потому что среди них есть вещества с резким запахом, дурнопахнущие и даже вредные для здоровья.

Запах вещества проверяем следующим образом: держим сосуд с веществом в руке на уровне носа, на расстоянии 20–25 см от лица, а другой рукой, легкими взмахами, направляем пары вещества в сторону носа, постепенно приближая сосуд, пока не почувствуется характерный запах вещества (рис. 1.22). Постарайся запомнить этот запах как одно из физических свойств данного вещества.

Еще одним физическим свойством веществ является их *растворимость*. Мы хорошо знаем, что соль, сахар, пищевая сода хорошо растворяются в воде, в то время как железо, медь, полиэтилен и другие вещества нерастворимы.

ВНИМАНИЕ!

Ни одно из веществ в лаборатории нельзя пробовать на вкус! Они могут быть ядовитыми!

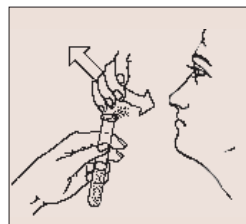


Рис. 1.22. Определение запаха вещества



**Антуан Лоран
Лавуазье**
(1743–1794)

Французский химик. До Лавуазье в химии господствовали представления греческого философа Аристотеля о четырех основных элементах природы, которыми являются вода, воздух, огонь и земля.

Лавуазье был убежден, что нельзя ничего утверждать об истине, если эта истина не была продемонстрирована экспериментальным путем, а химический эксперимент необходимо проводить так, чтобы его результаты были бесспорными.



**Огнеопасные
вещества**



Яды



**Едкие
вещества**



**Взрывчатые
вещества**



Прочие опасности

Рис. 1.23. Знаки, указывающие на возможную опасность веществ

В данном случае вода является *растворителем* для *растворенных* в ней веществ. Существуют и другие жидкости, используемые в качестве растворителей, такие как спирт, ацетон, масло и др.

Температуры плавления и кипения измеряют с помощью нагревательных приборов, оборудованных термометрами.

Другие физические свойства (плотность, теплопроводность и электропроводность) также измеряют специальными приборами, с которыми вы познакомитесь на уроках физики.

Химические свойства. При изучении физических свойств веществ вы могли заметить, насколько разнообразны эти характеристики. Что же их объединяет? Все они относятся к категории физических свойств, так как в каждом случае *вещество не изменяется, т. е. не превращается в другое вещество*. Оно кипит или плавится, растворяется или изменяет форму (обладает пластичностью), замерзает или проводит тепло, но каждый раз остается тем же веществом.

В каком случае одно вещество может превратиться в другое?

Если мы сильно нагреем сахар, он чернеет, если подожжем бумагу – она будет гореть, а если к пищевой соде прилить уксус, произойдет сильное вспенивание. Во всех случаях одни вещества превратились в другие: в первом случае мы получим углерод (уголь), во втором – углекислый газ, в третьем случае – углекислый газ и другие вещества.

Способности одних веществ превращаться в другие вещества называются химическими свойствами.

Физиологические свойства (физиологическое действие). Воздействие вещества на живые организмы, растительные или животные, называется физиологическим действием.

Как вещества могут действовать на организм? И каковы последствия этого воздействия?

Вещества могут быть сладкими, кислыми, горькими, острыми, сильно пахнущими. Некоторые из них являются едкими, т. е. действующими на кожу с образованием ожогов и язв (например, бром, гашеная известь, кислоты), другие раздражающе действуют на дыхательные пути (хлор).

Также есть вещества горючие, взрывоопасные, ядовитые (ртуть, угарный газ), радиоактивные (уран) и т. д.

Вещества, используемые в лабораториях, на фабриках, заводах или в сельском хозяйстве и представляющие опасность для здоровья, обозначаются специальными предостерегающими знаками (рис. 1.23).



ОЦЕНИВАНИЕ

1. Перечисли основные группы свойств веществ.
2. Перечисли физические свойства, которые можно определить с помощью:
а) органов чувств; **б)** измерительных приборов.
3. Какие меры предосторожности следует соблюдать, если мы хотим определить запах незнакомого вещества?
4. О каком веществе можно сказать: при обычных условиях – бесцветная жидкость без запаха, кипит при температуре 100°C , затвердевает при 0°C ? Какие свойства вещества перечислены?
5. По каким свойствам поваренную соль можно: **а)** ошибочно принять за сахар; **б)** отличить от сахара?
6. Дан ряд признаков: **а)** бесцветный; **б)** растворимый; **в)** нерастворимый; **г)** хороший проводник электричества; **д)** твердый; **е)** хрупкий; **ж)** легкий; **з)** жидкий; **и)** без запаха; **к)** пластичный. Какие из перечисленных признаков могут быть отнесены к веществам: **1)** вода; **2)** алюминий?
7. Дай определение понятию *химические свойства*. Приведи два-три примера.
8. Даны вещества: **а)** сахар; **б)** медь; **в)** поваренная соль; **г)** вода; **д)** подсолнечное масло; **е)** бензин; **ж)** уксус; **з)** алюминий; **и)** стекло. Где и в каких целях их используют? Для каждого из веществ объясни, какие свойства определяют его применение.
9. Назови характерные свойства, с помощью которых можно различить вещества *а–и* из упражнения 8.
10. Перечисли физиологические свойства веществ.
11. В каких случаях вещество может быть опасным для здоровья? Опиши обозначения, предупреждающие об этом.
12. Предложи предупреждающий знак для веществ, обладающих вредным физиологическим действием. Объясни, что он выражает?

1.5 Методы познания в химии

В любой области самыми важными методами познания являются: *получение информации* из различных литературных и научных источников, *наблюдение* и *описание*. Для естественных и точных наук к этому прибавляются еще два важных метода: *измерение* и *эксперимент*.

Химия является экспериментально-теоретической наукой. Для того чтобы изучить то или иное явление, сначала необходимо провести наблюдения, затем поразмышлять

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

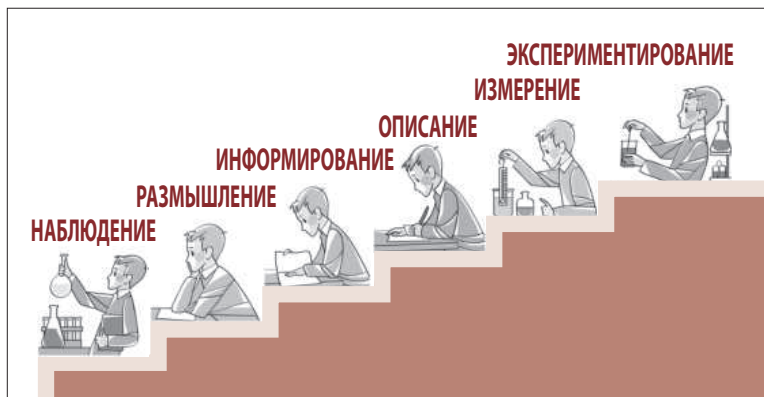
- Информирование
- Наблюдение
- Описание
- Измерение
- Демонстрация
- Химический эксперимент

Рис. 1.24. Методы познания в химии



Познавать –

- знакомиться с окружающими предметами и явлениями;
- узнавать что-либо о природе и свойствах некоторого объекта или вещества;
- накапливать новые знания на основе изученного или из опыта.



над увиденным, получить информацию по некоторым аспектам, дать разностороннее описание (что известно и неизвестно), провести измерения (времени, температуры, размеров и т. д.), сделать некоторые предположения (гипотезы), которые будут подтверждены или опровергнуты результатами новых опытов (рис. 1.24). Такие же методы применяют при изучении различных веществ.

На протяжении всего периода изучения химии с 7-го по 12-й класс (а может быть, и более) вы изучите множество явлений и веществ, всякий раз восходя по ступенькам этой «лестницы» методов познания.

Внимание! Химический эксперимент ни в какой форме нельзя проводить дома, а только в школьной химической лаборатории под руководством учителя, зная и выполняя *Правила техники безопасности при работе в химическом кабинете* (см. стр. 6).



Знаете ли вы, что...

Химический эксперимент является венцом искусства познания. Он интересен и привлекателен. Многие увлеченные химией учащиеся экспериментально подтверждают известные факты или осуществляют свои маленькие открытия и воплощают их в жизнь. О полученных результатах они затем сообщают в секции «Химия» научно-практической конференции учащихся под названием «Способность, труд, талант».

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ГРУППЕ

1. Соберите как можно больше предметов (тел), изготовленных из различных веществ, в том числе и лабораторные образцы.
2. Разделите их на группы на основе их сходства: **а)** по форме (квадратные, сферические, круглые, цилиндрические и т. д.); **б)** по составу (деревянные, стеклянные, каучуковые, пластмассовые, тканые, металлические).
3. Перечислите методы познания, которые вы применяли в каждом случае.



Вспомни и соблюдай «Правила техники безопасности при работе в химическом кабинете» (стр. 6).

Физические свойства некоторых знакомых тебе веществ: меди, поваренной соли, уксуса – приведены в *таблице 1.1* в качестве образца.

Таблица 1.1. Физические свойства некоторых веществ

№	Вещество	Медь	Поваренная соль	Уксус
	Физические свойства			
1.	Агрегатное состояние	твердое	твердое	жидкое
2.	Цвет	красноватый	белый	бесцветный
3.	Запах	без запаха	без запаха	характерный запах
4.	Вкус	без вкуса	солёный	кислый
5.	Растворимость в воде	нерастворимо	растворимо	растворимо

Приборы и реактивы: образцы веществ (мел, вода, спирт, сахар, песок, подсолнечное масло), химический стакан, штатив с 5 пробирками, эталон объема, ложечка (шпатель).

Задания:

- 1) Изучи агрегатное состояние, цвет и запах выданных образцов веществ.
- 2) Начерти в тетради таблицу и заполни пункты 1-3 по образцу *таблицы 1.1*.

Таблица для работы

№	Физические свойства	Мел	Спирт	Сахар	Песок	Подсолнечное масло
1.	Агрегатное состояние					
2.	Цвет					
3.	Запах					
4.	Растворимость в воде					

- 3) Определи растворимость в воде (при обычной температуре) каждого вещества. Для этого в пробирку с 2 мл воды внеси вещество на кончике шпателя (ложечки) и перемешай.
- 4) Заполни в таблице последнюю строку (растворимость).
- 5) Вымой пробирки. Убери рабочее место.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Физические явления
- Химические явления
- Физические свойства
- Химические свойства
- Признаки химической реакции



Рис. 1.25. Испарение воды – физическое явление



Явление – процесс в природе или в обществе, внешнее проявление сущности или свойства некоторого объекта.

1.6 Физические и химические явления

В предыдущих параграфах мы узнали, что такое физические и химические свойства веществ. В целом они и составляют особенности, или характеристики, каждого вещества. Процессы и изменения, которые отражают эти свойства, называются *явлениями*.

Все изменения, происходящие в природе, называются явлениями.

Например, способность воды кипеть при 100°C является *свойством*, а процесс кипения, то есть превращение воды из жидкого состояния в парообразное, – это *явление*.

Также как свойства, явления разделяют на физические и химические.

Закрепим стеклянную пластинку в держателе для пробирок. С помощью пипетки поместим 2–3 капли воды на стекло и слегка нагреем (рис. 1.25). Вода испарится. Пары воды, охлаждаясь, вновь превратятся в жидкую воду. В данном случае изменяется агрегатное состояние воды: жидкость переходит в пар и обратно, но вода как вещество не изменяется. *Это физическое явление.*

Нагреем стеклянную трубку в пламени спиртовки (рис. 1.26). По мере нагревания стекло размягчится, и мы легко согнем трубку. В этом случае изменилась форма трубки, а стекло как вещество осталось неизменным. *Это также физическое явление.*

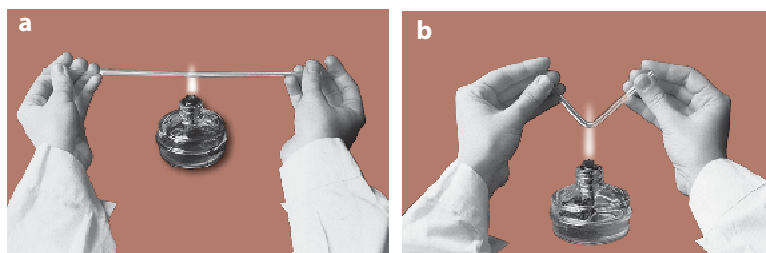


Рис. 1.26. а) нагревание стеклянной трубки; б) сгибание стеклянной трубки

Явления, которые происходят без изменения состава вещества, называются физическими явлениями.

В держателе для пробирок закрепим медную пластинку красноватого цвета и нагреем ее в пламени спиртовки (рис. 1.27). Постепенно пластинка покрывается черным налетом. (Образовалось новое вещество.) Черный слой легко счищается ножом, а под ним обнаруживается красноватая медь.

Опыт можно повторить несколько раз. Полученное вещество (которое и составляет черный слой) отличается от исходного вещества не только цветом, но и плотностью: оно рыхлое, хрупкое.

В этом опыте вещество медь на поверхности пластинки превратилось в другое вещество, которое называется *оксидом меди*.



Рис. 1.27. Почернение красноватой медной пластинки – химическое явление

Явления, при которых происходит превращение одних веществ в другие, называются химическими явлениями.

В опыте с медной пластинкой мы наблюдали химическое явление.

В химии явления превращения одних веществ в другие называют *химическими реакциями*.

Химические явления называются химическими реакциями.

На рис. 1.28 показана взаимосвязь между свойствами веществ и явлениями.



Рис. 1.28. Взаимосвязь свойства – явления – химические реакции

Признаки химических реакций. На основе каких критериев можно утверждать, что произошла химическая реакция? В этом нам помогут *признаки химических реакций*.

Вокруг нас постоянно происходит множество химических реакций, которые можно легко определить по внешним признакам. Например, красная майка выгорела на солнце – это значит, что краситель превратился в вещество другого цвета. Если у молока изменился вкус и выделяются пузырьки газа, это значит, что оно скисло. А



Выполните!

Запахи появляются вследствие летучести химических веществ и их диффузии (распространения в воздухе). Известно, что свет распространяется со скоростью 300 000 км/сек, а звук – со скоростью 340 м/сек.

Запах тоже может обладать скоростью распространения, в зависимости от определенных факторов.

Как ты думаешь, какие это факторы?

Запомните!

ЦВЗ	и	ГТО
Цвет		Газ
Вкус		Тепло
Запах		Осадок

Заметка

Как объяснить причину того, что мы чувствуем запах?

В носу находится около 400 обонятельных рецепторов. Они преобразуют сигналы, полученные при действии на них химических веществ, в нервные импульсы, которые затем истолковывает наш головной мозг.

когда прокисает вино, у него появляется новый вкус, запах уксуса и даже меняется цвет.

Ежедневно мы замечаем, что стенки чайника покрываются белым известковым налетом (накипью). Это означает, что в результате химической реакции разложения одного вещества, растворимого в воде, образовалось другое, не растворимое в воде, – известняк.

Признаки химических реакций:

1. Изменение **цвета**
2. Изменение **вкуса** (**Внимание!** В лаборатории ничего нельзя пробовать на вкус!)
4. Появление или исчезновение **запаха**
5. Выделение **газа**
6. Выделение или поглощение **тепла** (света)
7. Образование или исчезновение **осадка**

Изучение физических и химических явлений имеет большое значение для понимания окружающего мира. Например, человек изучил и научился извлекать пользу из *круговорота воды в природе*, который заключается в трех физических явлениях: испарении воды, превращении водяных паров в жидкость (конденсации) и выпадении их в виде осадков – дождя или снега. Другое физическое явление, литье под давлением, человек успешно использует в промышленности для получения различных изделий из пластмасс (пуговиц, расчесок, соломинок для сока и т. д.), из сплавов (детали оборудования, бытовых приборов и др.).

На основе химических свойств веществ с помощью химических реакций человек получает чугун, сталь, алюминий, новые лекарства, прочные волокна и ткани, каучук, различные красители, минеральные удобрения, моющие средства, строительные материалы и т. д.

В настоящее время многие химические реакции лежат в основе разработки методов защиты окружающей среды.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясни понятия: **а)** физическое явление; **б)** химическое явление; **в)** химическая реакция.
2. Приведи примеры: **а)** физических явлений; **б)** химических явлений. Чем они отличаются?



3. Перечисли признаки химических реакций.
4. Раздели перечисленные ниже явления на *физические* и *химические*: **а)** скисание молока; **б)** горение свечи; **в)** таяние снега; **г)** поднятие ртутного столбика в термометре; **д)** испарение воды; **е)** растирание стекла в порошок; **ж)** замерзание воды; **з)** рубка дров; **и)** брожение виноградного сока.
5. Перечисли признаки химических реакций, которые происходят при: **а)** сжигании бумаги; **б)** гниении белка куриного яйца.
6. Определи, какие явления (физические или химические) происходят при постепенном нагревании сахара: **а)** сахар плавится; **б)** расплав кипит; **в)** расплав приобретает бурый цвет, а затем чернеет; **г)** черный налет исчезает, превратившись в углекислый газ и воду.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ



Для того чтобы понимать и усваивать химию, необходимо не только изучать теоретический материал, но и проводить рекомендуемый химический эксперимент.

К каждому практическому занятию ученик должен подготовиться дома:

- а) повторить соответствующие темы и параграфы учебника;
- б) внимательно изучить содержание работы;
- в) в специальной тетради для практических работ кратко записать содержание работы (приборы и реактивы, химическая посуда, ход работы, рисунок прибора), оставляя место для записи наблюдений и выводов. Они будут сформулированы во время практической работы.

Для успешного выполнения опытов по изучению физических и химических явлений важно знать и строго выполнять следующие предписания:

- Правила работы с твердыми и жидкими веществами, используемыми в этой работе (см. стр. 6 и практическую работу № 1, стр 19);
- Правила использования химической посуды и растворов, с которыми мы будем работать;
- Правила нагревания веществ (Практическая работа № 1).

Работа с веществами. Изучение физических и химических явлений

Оборудование и реактивы: штатив с 5 пронумерованными пробирками и одной пробиркой для жидких остатков, ложечка (шпатель), две пипетки, стеклянная пластинка, медная пластинка, держатель для пробирок, 4 склянки с веществами (поваренной солью, пищевой содой, водой, уксусом).

Ход работы:

1. *Отбор пробы твердого вещества.* Среди выданных веществ выбери баночки с твердыми веществами: поваренной солью и пищевой содой. Открой склянку с поваренной солью (ты не забыл сначала прочитать этикетку?), наberi примерно 1/3 ложечки (или на кончике шпателя) соли и насыпь эту пробу в пробирку № 1. Закрой склянку с поваренной солью.



Рис. 1.29. Нагревание жидких веществ

Из второй склянки аналогичным образом возьми пробу пищевой соды и помести ее в пробирку № 2.

2. *Отбор пробы жидкого вещества.* В наборе реактивов даны две баночки с жидкими веществами: одна с водой, вторая с уксусом. Открой баночку с водой, с помощью пипетки набери немного воды и налей 10 капель в пробирку № 3. Если воды в пипетке было недостаточно для 10 капель, повтори операцию еще раз. Закрой баночку с водой.

Таким же образом из второй баночки другой пипеткой возьми пробу уксуса (5 капель) и помести ее в пробирку № 4. Если в пипетке осталась жидкость, вылей ее в пробирку для остатков.

3. *Нагревание жидких веществ.* Возьми из штатива пробирку № 3 с водой,крепи ее в держателе для пробирок (см. рис. 1.29) и добавь в нее несколько крупинок песка для равномерного кипения жидкости при нагревании. Зажги спиртовку и осторожно нагрей пробирку (соблюдая правила) до начала кипения воды. Прекрати нагревание и погаси спиртовку.

4. *Выпаривание воды.* Закрепи стеклянную пластинку в держателе для пробирок в горизонтальном положении, как показано на рис. 1.25. Зажги спиртовку. С помощью пипетки помести две-три капли воды на пластинку и осторожно нагрей ее над пламенем спиртовки (если стекло коснется пламени, оно может лопнуть). Через 1-2 минуты вода испарится и на пластинке останутся только следы веществ, растворенных в воде. Горячую пластинку положи на картонную или деревянную подставку.

5. *Нагревание медной пластинки.* Зафиксируй один край медной пластинки в держателе для пробирок, а другой край внеси в пламя спиртовки (рис. 1.27) и нагревай несколько минут (пока пластинка не раскалится). Постепенно поверхность пластинки покроется черным налетом. После охлаждения соскобли черный слой с пластинки на листок бумаги до появления меди (красного цвета). Полученный черный порошок – оксид меди, новое вещество.

6. *Взаимодействие пищевой соды с уксусом.* Из пробирки № 4 набери пипеткой уксус и добавь его по каплям к пищевой соде в пробирке № 2. Наблюдается сильное вспенивание (образуются пузырьки газа).

7. Запиши все наблюдения и выводы в тетрадь.

8. Убери рабочее место.

9. Ответь на вопрос и выполни задания:

- а) С помощью каких инструментов берется проба: а) твердого вещества; б) жидкого вещества?
- б) Перечисли вещества, использованные в работе, укажи их агрегатное состояние, цвет, запах.
- в) Перечисли наблюдаемые в каждом опыте явления и раздели их на: а) *физические*; б) *химические*.

1.7 Атом. Молекула

С глубокой древности ученых интересовало, из чего состоят все тела и все вещества.

Древнегреческий философ Демокрит около 2500 лет тому назад предположил, что все вещества состоят из мельчайших, невидимых, вечно движущихся частиц – *атомов*. В переводе с греческого слово «атом» означает «неделимый».

Современные физики доказали, что атомы, хоть и очень малы, но реально существуют. В XX веке ученые-физики выяснили, что атомы все-таки можно разделять (расщеплять), а в процессе такого расщепления выделяется атомная энергия. Атом оказался физически делимым. Эти явления изучает физика.

Химия же изучает вещества и химические реакции, в которых атомы не делятся (неделимы).

Атомы – это мельчайшие химически неделимые частицы вещества.

Все ли атомы одинаковы? Нет!

Разнообразие химических веществ позволяет предположить, что атомы, входящие в их состав, – разные и находятся в разных соотношениях. В то же время некоторые вещества могут разлагаться на другие, более простые. Этот факт доказывает, что атомы в веществах связаны между собой, образуя некоторые маленькие частицы, которые придают веществам определенные свойства. Такие частицы, образованные из атомов, были названы *молекулами*.

Таким образом, молекулы состоят из атомов.

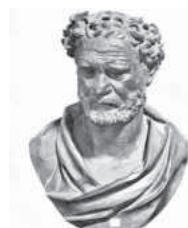
Молекулы – это мельчайшие частицы вещества, сохраняющие его химические свойства.

Простые и сложные вещества. В повседневной жизни мы постоянно встречаемся с веществами, состоящими из атомов одного или нескольких видов.

Вещества, образованные из атомов одного вида, называются *простыми веществами*. Например, вещество кислород, молекулы которого состоят только из атомов кислорода, является простым веществом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Атом
- Молекула
- Простые вещества
- Сложные вещества



Демокрит

(около 460–370 г. до н. э.)

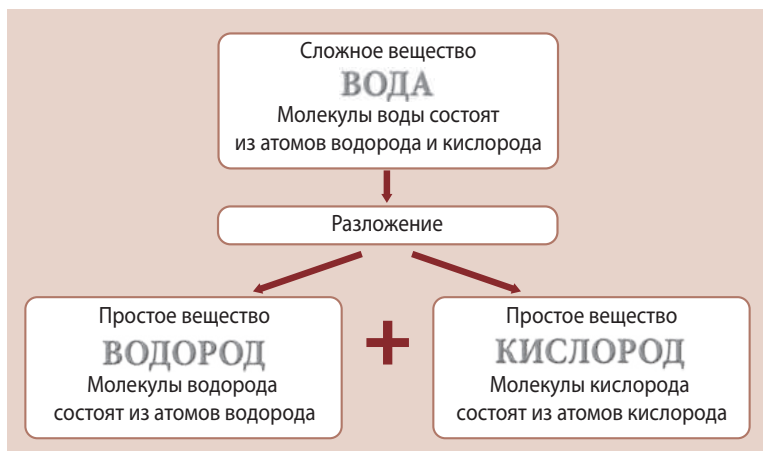
Греческий философ, признанный за обширность и разносторонность знаний. Разработал атомистическую теорию, согласно которой в основе мироздания находятся атомы – невидимые частицы, из которых состоят материальные тела и душа человека.



Знаете ли вы, что...

Многие из великих открытий в химии первоначально были лишь гипотезами (предположениями), некоторые из них позже были подтверждены экспериментальным путем, в то время как другие еще ждут своего часа. Гипотеза Демокрита о существовании атомов была доказана только в XX веке, после разработки методов исследования и современного оборудования для изучения строения молекул.

Вещества, состоящие из атомов разного вида, называются *сложными веществами*. Например, вещество вода образовано из молекул воды, которые, в свою очередь, состоят из атомов водорода и кислорода. Вода – это сложное вещество. Она может быть разложена на два простых вещества: водород и кислород.



ОЦЕНИВАНИЕ



1. Перескажи гипотезу Демокрита об атомах.
2. Что означает слово *атом*?
3. Дай определение понятиям:
а) *атом*; б) *молекула*.
4. Каковы причины разнообразия веществ?
5. Объясни, что означают понятия:
а) простое вещество; б) сложное вещество.
Какая взаимосвязь существует между ними?
6. Перечисли вещества, упомянутые в изученных ранее темах. Раздели их на простые и сложные.
6. Дополни предложения, вставляя пропущенные слова:
а) Вода – это ..., состоящее из ... воды.
б) ... воды состоит из ... водорода и кислорода.
в) Вода – это ... вещество.
г) ... водорода состоит из ... водорода, поэтому водород – это ... вещество.

1.8 Химический элемент

Атомы отличаются друг от друга по величине, массе и свойствам. Таким образом, существуют различные виды атомов.

Определенный вид атомов с одинаковыми свойствами называется химическим элементом.

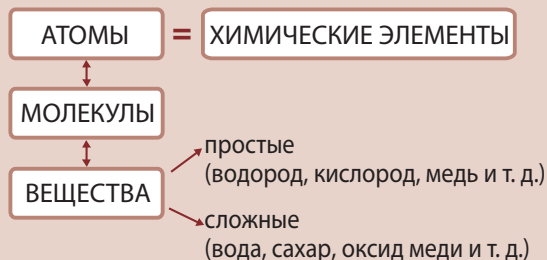
Взаимосвязь: химический элемент – вещество. Сейчас известно 118 химических элементов. Они представлены в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева (приложения 2 и 3). Атомы химических элементов различным образом соединяются друг с другом, образуя разные вещества.

Вещества, образованные из атомов одного химического элемента, называются простыми веществами.

Например, простое вещество *водород* состоит из молекул, образованных атомами химического элемента водорода, простое вещество *азот* – из молекул, в составе которых только атомы химического элемента азота, а простое вещество *железо* – из атомов химического элемента железа. Названия простых веществ чаще всего совпадают с названиями химических элементов, из которых они состоят. Например, *кислород, водород, азот, сера, железо*.

Вещества, состоящие из атомов разных химических элементов, называются сложными веществами.

Например, сложное вещество *сахар* состоит из молекул, образованных атомами трех химических элементов: углерода, водорода и кислорода; *вода* – из молекул, каждая из которых состоит из атомов двух химических элементов: водорода и кислорода.



КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Химический элемент
- Атом
- Молекула
- Вещества
- Разнообразие веществ



Роберт Бойль
(1627–1691)

Английский ученый, в 1661 году в книге «Химик-скептик» дал определение химического элемента (см. и стр. 12).



Знаете ли вы, ЧТО...

Слово *элемент* (на латинском *elementum*) является комбинацией букв латинского алфавита *l, m, n* и *t*. Возможно, составляя это слово, ученые желали показать, что так же как из букв обычного алфавита составляются слова, так и различные элементы комбинируются и образуют разнообразные вещества.

Вернемся к химическим явлениям, или химическим реакциям. Например, простое вещество медь подвергается химическим превращениям. Что происходит с атомами химического элемента, из которых состоит данное вещество?

Химический элемент медь в свободном состоянии образует простое вещество медь красноватого цвета. Рассмотрим несколько химических превращений меди.

Нагреем и прокалим медную стружку, она превратится в порошок черного цвета – оксид меди. Простого вещества меди не стало, появилось сложное вещество оксид меди. Растворим черный порошок в кислоте и получим голубой раствор медной соли – тоже сложное вещество. Опустим железный гвоздь в этот голубой раствор и заметим, что поверхность гвоздя покрывается красноватым налетом. Это простое вещество медь.

Значит, атомы химического элемента меди никуда не исчезли при проведении химических реакций: они перешли из простого вещества меди в оксид меди, а затем в соль меди и снова выделились в виде простого вещества меди (рис. 1.30).



Рис. 1.30. Химические превращения меди

Информация для разработки творческой работы



Михаил Ломоносов
(1711-1765)

Михаил Ломоносов родился в России, в селе Денисовка Архангельской губернии, в крестьянской семье. Много работая физически, он все же имел возможность и учиться. В 19 лет он отправился в Москву пешком (сопровождая обоз с мороженой рыбой) для продолжения обучения. После многих лет упорного труда в России и Европе Ломоносов стал одним из самых выдающихся ученых мира, признанным не только как талантливый химик, но и физик, географ, историк, художник, конструктор, государственный деятель. Все свои идеи и предположения Ломоносов проверял экспериментально, для чего самостоятельно разрабатывал и собирал различные аппараты.

Михаил Ломоносов пришел к выводу, что природные «тела состоят из корпускул (молекул), в состав которых входят элементы (атомы)». Он спроектировал и собрал телескоп для наблюдения за планетами и звездами.

В 2011 году международное научное сообщество отмечало 300 лет со дня рождения великого русского ученого.

Этот опыт является убедительным доказательством того, что *атомы химических элементов не возникают и не исчезают в химических реакциях, они переходят из одного вещества в другое*, соединяясь с другими атомами или отделяясь от них (разложение).

Причины многообразия веществ. Изучая тему «Разнообразие веществ», мы познакомились с признаками веществ или свойствами, по которым вещества отличаются друг от друга.

Почему же в мире существует так много веществ?

Из букв алфавита образуется бесконечное количество слов, которыми можно выразить различные чувства: радость, боль, обиду, восторг, а также качества, действия и т. д. Из музыкальных нот можно составить огромное число разнообразных музыкальных произведений. Таким же образом из атомов химических элементов путем их соединения образуются миллионы веществ, как простых, так и сложных. Эти вещества могут быть горькими и сладкими, ядовитыми и исцеляющими, полезными и вредными.

Причина многообразия веществ состоит в разнообразии атомов химических элементов, входящих в их состав, и способности этих атомов по-разному соединяться друг с другом.

В дальнейшем, изучая химию, мы узнаем, что некоторые химические элементы существуют в природе только в виде простых веществ, потому что они неактивны с химической точки зрения. Другие могут быть как в форме простых, так и сложных веществ. А атомы самых активных химических элементов существуют только в форме соединений с атомами других элементов, то есть в виде сложных веществ. Очевидно, что число простых веществ значительно меньше по сравнению с числом сложных веществ.

Сколько веществ могут образовать атомы всего двух химических элементов: кислорода и водорода? Они входят в состав газов – водорода, кислорода и озона, а также жидкостей, таких как вода и перекись водорода (называемая также *пероксидом водорода*; рис. 1.31). Углерод и водород образуют множество углеводородов, относящихся к органическим веществам. А число веществ, образованных атомами трех химических элементов (например, углерода, водорода и кислорода), огромно.



Сколько букв в алфавите и сколько слов можно составить из них?

Сколько музыкальных нот в музыкальной гамме и, соответственно, сколько песен можно из них сочинить?

Составь не меньше четырех слов из букв *к, о, р, т*.

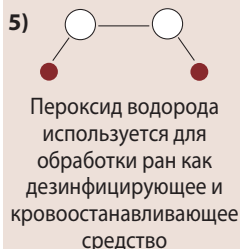
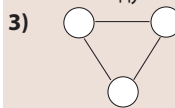
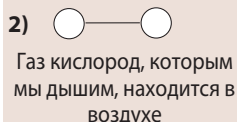
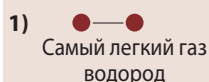


Рис. 1.31. Образование разных веществ из атомов двух химических элементов: – водорода ● и кислорода ○



1. Объясни значение слова «атом».
2. Сформулируй определение химического элемента.
3. Сравни простые и сложные вещества. В чем состоит их различие?
4. В чем причина многообразия веществ?
5. Вырази краткой схемой эксперимент, подтверждающий, что химический элемент медь не исчезает в процессе химических превращений.
6. Определи, в каких утверждениях речь идет о простых веществах (I), а в каких – о сложных веществах (II):
 - а) вода состоит из атомов водорода и кислорода;
 - б) гвоздь изготовлен из железа;
 - в) углекислый газ состоит из атомов углерода и кислорода;
 - г) графит карандаша состоит из атомов углерода;
 - д) глюкоза образована атомами углерода, водорода и кислорода;
 - е) алмаз и сажа состоят из атомов углерода.
7. Выбери правильные выражения:
 - а) сложные вещества состоят из атомов одного вида;
 - б) сложные вещества состоят из атомов разного вида;
 - в) простых веществ известно больше, чем сложных;
 - г) сложных веществ известно больше, чем простых;
 - д) из простого вещества можно получить сложное вещество;
 - е) сложное вещество может разложиться на простые вещества.

1.9 Знаки химических элементов и их названия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Химический знак
- Химический элемент
- Название элемента

Чтобы различать химические элементы, ученые предложили для каждого из них специальные названия и обозначения. А для того, чтобы они были понятны в любой стране и на любом языке, был создан *Международный реестр* обозначений и латинских названий химических элементов. Таким образом, у химиков есть свой международный язык, понятный на всех континентах.

В каждом языке есть также свои названия элементов, которые иногда не совпадают с латинскими. Например, элемент с латинским названием *hydrargyrum* (произносится «гидраргирум») на русском называется *ртуть*, а на румынском – *mercur*.

В 1814 году шведский химик Йенс Берцелиус предложил обозначать химические элементы одной или двумя буквами

латинского названия (первой большой буквой или первой большой и одной малой из последующих букв). Например, химический элемент кислород обозначается буквой O, от латинского названия *oxigenium* («оксигениум»); элемент водород, по латыни *hydrogenium* («гидрогениум»), обозначается H; алюминий – Al, от латинского *aluminium* («алюминиум»), свинец, *plumbum* («плюмбум»), – Pb и т. д.

Каждый химический элемент условно обозначается химическим знаком из одной или двух букв, называемым также химическим символом.

Каждый знак имеет свое *произношение*, различное в разных языках. Так, в русском языке знак кислорода O читается «о», знак водорода H читается «аш», знак Al – «алюминий» как русское название элемента, знак Pb произносится «плюмбум» как латинское название элемента. В *таблице 1.2* представлены химические знаки и названия часто применяемых химических элементов.

Таблица 1.2. Названия и химические знаки некоторых химических элементов

№	Русское название химического элемента	Латинское название химического элемента	Химический знак	Произношение химического знака
1.	Кислород	Oxygenium	O	О
2.	Водород	Hydrogenium	H	Аш
3.	Азот	Nitrogenium	N	Эн
4.	Углерод	Carboneum	C	Цэ
5.	Сера	Sulphur	S	Эс
6.	Фосфор	Phosphorus	P	Пэ
7.	Фтор	Fluorum	F	Фтор
8.	Иод	Iodum	I	Иод
9.	Калий	Kalium	K	Калий
10.	Бром	Brom	Br	Бром
11.	Кремний	Silicium	Si	Силициум
12.	Натрий	Natrium	Na	Натрий
13.	Кальций	Calcium	Ca	Кальций
14.	Барий	Barium	Ba	Барий
15.	Алюминий	Aluminium	Al	Алюминий
16.	Железо	Ferrum	Fe	Феррум
17.	Медь	Cuprum	Cu	Купрум
18.	Золото	Aurum	Au	Аурум



Йенс Якоб Берцелиус
(1779–1848)

Шведский химик. В 1814 году ввел современное обозначение химических элементов. В 1807-1818 гг. определил атомные массы 45 химических элементов. Автор ряда научных открытий.



Знаете ли вы, что...

В средние века алхимики применяли особые знаки химических элементов, связанные с обозначениями планет:

☉ – сера, ☉ – золото, ☽ – серебро, ♂ – железо и др. Но, по мере увеличения количества известных элементов, обозначения становились все более и более сложными.

№	Русское название химического элемента	Латинское название химического элемента	Химический знак	Произношение химического знака
19.	Хлор	Chlorum	Cl	Хлор
20.	Магний	Magnesium	Mg	Магний
21.	Серебро	Argentum	Ag	Аргентум
22.	Цинк	Zincum	Zn	Цинк
23.	Свинец	Plumbum	Pb	Плюмбум
24.	Ртуть	Hydrargyrum	Hg	Гидраргирум

При рассмотрении таблицы можно заметить, что 9 элементов обозначаются одной буквой, а из всех известных до настоящего времени 118 химических элементов только у 14 химический знак записывается одной буквой.

Химические знаки едины во всем мире – это универсальный «алфавит» химиков.

Знак химического элемента означает:

- *качественную характеристику* (какой это элемент);
- *количественную характеристику* (один атом данного элемента).

Например, химический знак O означает:

- химический элемент кислород (*качественная характеристика*);
- один атом кислорода (*количественная характеристика*).



Гленн Теодор Сиборг
(1912–1999)

Информация для разработки творческой работы

Что дает названия химическим элементам и что они означают?

До настоящего времени было открыто 118 химических элементов. Их названия имеют различное происхождение. Часть названий пришла к нам от алхимиков и соответствует названиям простых веществ, известных с древних времен: золото, серебро, сера, медь, свинец и другие. Для новых элементов названия и химические знаки выбирают авторы открытия этих элементов, которые утверждает Международный союз чистой и прикладной химии (IUPAC).

Названия некоторых элементов в латинском и греческом языках отражают их свойства, например, хлор – *зеленый*, бром – *зловонный*, иод – *фиолетовый*, радий – *лучистый (радиоактивный)*, кремний – *твердый* и т. д.

Часть элементов названа в честь великих химиков и физиков. Элемент менделевий – Md, открытый американским физиком Сиборгом (Нобелевская премия по химии, 1951), назван в честь Д. И. Менделеева; кюрий Cm – в честь французских физиков Марии Склодовской-Кюри и Пьера Кюри; резерфордий Rf – в честь Э. Резерфорда (Великобритания), нобийий No – в честь Альфреда Нобеля. Названия стран, городов, планет также увековечены первооткрывателями в названиях элементов: скандий Sc – Скандинавия; германий Ge – Германия; рутений Ru – Россия; полоний Po – Польша; дубний Db и берклий Bk названы в честь городов, где в научных центрах ядерных исследований получено много новых элементов: Дубна (Россия) и Беркли (США). Элементы уран U, нептуний Np и плутоний Pu названы в честь соответствующих планет.

ОЦЕНИВАНИЕ



1. Проанализируй таблицу 1.2 и объясни, как можно различить химические элементы в письменной форме и в устной речи.
2. Объясни, каким образом составляется химический знак элемента.
3. Каково происхождение названий химических элементов?
4. Объясни, что означает знак химического элемента.
5. Перепиши в тетрадь и соедини линиями химические знаки элементов и их названия:

а) Са	ртуть	б) О	магний
Сu	свинец	N	иод
Ag	медь	Mg	железо
Hg	натрий	Si	азот
Pb	кальций	I	кислород
Na	цинк	Fe	углерод
Zn	серебро	C	кремний

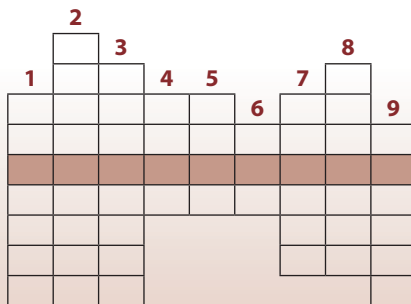
6. Разгадай кроссворд, заполнив клетки русскими названиями химических элементов:

1) С 3) Al 5) Zn 7) P 9) Pb

2) O 4) N 6) I 8) H

Ключевое слово – фамилия ученого, одного из создателей атомно-молекулярного учения

7. Составь кроссворд по образцу задания 6, выбрав свое ключевое слово (например, название какого-либо химического элемента).



1.10 Относительная атомная масса

Размеры и массы атомов очень малы.

Согласно расчетам физиков, масса атома углерода составляет 0,000000000000000000000002 г, а масса атома водорода – 0,00000000000000000000000167 г. Это число очень мало. Очевидно, что оперировать такими числами неудобно. Для измерения очень малых масс нужна своя, очень маленькая единица измерения. Поэтому для измерения масс атомов была предложена специальная единица измерения, которую назвали атомной единицей массы (а.е.м.). Атомная единица массы – это 1/12 часть реальной массы атома углерода.

$$1 \text{ а.е.м.} = 1/12 m_a(\text{C})$$

Масса атома углерода $m_a(\text{C}) = 12 \text{ а.е.м.}$

Масса атома водорода $m_a(\text{H}) = 1 \text{ а.е.м.}$

Масса атома кислорода $m_a(\text{O}) = 16 \text{ а.е.м.}$

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Масса атома
- Единица измерения
- Атомная единица массы
- Относительная атомная масса

Заметка

В 1961 году была принята особая единица измерения – атомная единица массы, которая соответствует 1/12 массы атома углерода и равна $1,67 \cdot 10^{-24}$ г.



Джон Дальтон
(1766–1844)

Английский ученый. В 1803 г. составил первую таблицу относительных атомных масс для ряда элементов. Создал атомистическую теорию.

3 заметка

В XVIII веке было известно 30 элементов, в середине XIX века – 63 элемента, а в настоящее время – 118 химических элементов.

Для удобства масса каждого атома была вычислена по отношению к 1 а.е.м. и названа *относительной атомной массой*, с обозначением A_r (A – атомный, r (от латинского *relativ*) – относительный).

Например, относительная атомная масса углерода $A_r(C)$ вычисляется из соотношения:

$$\frac{m_a(C)}{1/12 m_a(C)} = \frac{12 \text{ а.е.м.}}{1 \text{ а.е.м.}} = 12$$

Относительная атомная масса – это безразмерная величина. Например, относительная атомная масса кислорода равна:

$$A_r(O) = \frac{m_a(O)}{1/12 m_a(C)} = \frac{16 \text{ а.е.м.}}{1 \text{ а.е.м.}} = 16$$

Относительная атомная масса элемента показывает, во сколько раз масса данного атома больше, чем 1/12 массы атома углерода.

Значения относительных атомных масс всех элементов представлены в периодической системе элементов.

Рассмотрим первые элементы из периодической системы и значения их относительных атомных масс (*приложение 2, стр. 124*).

Как видно, они имеют дробные, а не целочисленные значения. Например, относительная атомная масса водорода $A_r(H) = 1,008$, а кислорода – $A_r(O) = 15,999$.

На практике применяют округленные до целых значения относительных атомных масс, за исключением хлора:

$$A_r(Cl) = 35,5.$$

Каждый химический элемент обладает определенным значением относительной атомной массы.

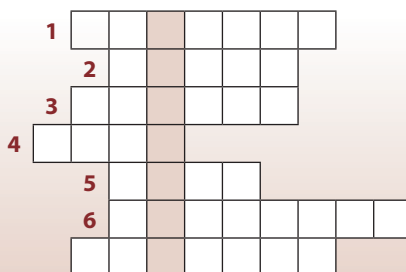
ОЦЕНИВАНИЕ



1. Перечисли известные тебе единицы измерения. Для каких случаев применяется каждая из них?
2. Объясни, что такое относительная атомная масса элемента.

3. В каких единицах измеряется:
- а) масса (вес); б) объем; в) расстояние;
 г) температура; д) угол; е) площадь;
 ж) время; з) масса атома.
4. Аргументируй необходимость применения относительной атомной массы химического элемента. Что она показывает?
5. Напиши значение относительной атомной массы для элементов:
 а) углерода; б) водорода; в) кислорода; г) азота.
6. Даны элементы:
 а) Н б) Cu в) О г) Fe д) Al е) С
- 1) Назови их, не используя таблицу 1.2.
 - 2) Перечисли как можно больше простых и сложных веществ, которые содержат эти элементы.
 - 3) Назови области применения этих веществ.
7. Разгадай кроссворд и узнай имя ученого, который составил первую таблицу относительных атомных масс некоторых элементов.

1. Самый легкий химический элемент.
2. Величина с единицей измерения г.
3. Русское название элемента с химическим знаком Au.
4. Произносится «купрум», называется ...
5. Мельчайшая частица вещества.
6. Состоит из атомов.
7. Любое явление в природе или в обществе.



1.11 Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева

Из истории открытия. В середине XIX века было известно 63 химических элемента. К этому времени многие их свойства были определены и описаны. Оказалось, что некоторые элементы похожи между собой, другие – отличаются друг от друга. Большинство ученых понимали, что накопленные факты о химических элементах необходимо привести в порядок, то есть систематизировать и классифицировать. Поэтому учеными было предпринято множество попыток поиска взаимосвязей между элементами.

Самую гениальную классификацию химических элементов предложил русский ученый Д. И. Менделеев. Изучая сходства и различия элементов между собой, он расположил эти элементы по возрастанию атомной массы. В результате обнаружилось, что через определенное число элементов, то есть *периодически*, повторяются элементы со сходными свойствами. Расположив эти элементы друг

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Периодическая система химических элементов
- Периодическая таблица элементов
- Периоды большие и малые
- Группы и подгруппы



Словарь

Периодичность – повторяемость явления через определенные промежутки



Дмитрий Иванович Менделеев
(1834–1907)

Русский ученый. В 1869 году открыл периодический закон и создал периодическую систему химических элементов.



Знаете ли вы, ЧТО...

Одиннадцать химических элементов составляют 99,9% массы человеческого тела: водород – Н, углерод – С, азот – N, кислород – О, фосфор – Р, сера – S, хлор – Cl, натрий – Na, магний – Mg, калий – К и кальций – Ca.

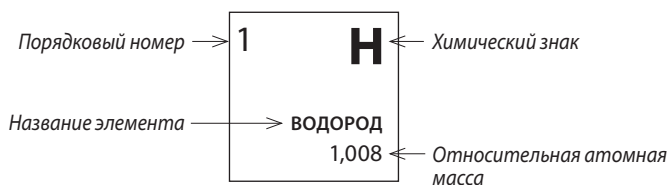
под другом, Менделеев получил таблицу элементов, которая была названа *периодической системой химических элементов Д. И. Менделеева*. Ее также называют таблицей Менделеева.

Открытый Д. Менделеевым принцип повторения, лежащий в основе периодической системы, называется *периодическим законом*.

С 1869 года, когда была создана периодическая система, до настоящего времени было открыто еще 55 элементов. Нашлось ли им место в таблице Менделеева, действует ли закон периодичности свойств и для этих элементов? Строение таблицы химических элементов дает возможность ее последующего дополнения новыми элементами, открытыми в природе или искусственным путем.

Строение периодической системы. В настоящее время известно 118 химических элементов. Названия и обозначения последних двух элементов (Fl – флеровий, № 114 и Lv – ливерморий, № 116) были утверждены Международным союзом чистой и прикладной химии в 2012 году.

Рассмотрим периодическую систему (таблицу) в *приложении 2*. Как видно, каждый элемент занимает определенную клетку, в которой указаны следующие данные: название элемента, его химический знак, порядковый номер (его также называют атомным номером) и относительная атомная масса.



Периодическая система состоит из горизонтальных рядов, называемых *периодами*, и вертикальных столбцов, называемых *группами*.

По *горизонтали* все элементы разделены на 7 периодов.

К первому периоду относятся элементы № 1 водород и № 2 гелий.

Второй период содержит 8 элементов, с третьего элемента лития до десятого элемента неона.

Третий период – также 8 элементов, с элемента № 11 натрия до элемента № 18 аргона.

Первый, второй и третий периоды называются *малы-*

ми периодами, а с четвертого по седьмой – большими периодами.

Четвертый период – 18 элементов, начинается с элемента № 19 калия и завершается криптоном, № 36.

Как видно из таблицы, малые периоды состоят из одного ряда, а большие – из двух рядов.

Существует много разных вариантов периодической системы. Чаще всего применяются короткопериодный и длиннопериодный варианты (см. приложения 2 и 3).

В короткопериодной таблице каждый большой период состоит из двух рядов, а в длиннопериодной все элементы данного периода помещены в одну длинную строку.

По вертикали деление химических элементов также отличается в разных вариантах.

В короткопериодном варианте по вертикали вся система состоит из 8 групп, в каждую из которых входят элементы со сходными свойствами.

Каждая группа делится на две подгруппы: *главную и побочную*.

Главная подгруппа та, которая больше по числу элементов, поскольку в нее входят элементы и малых, и больших периодов. Например, в главную подгруппу первой группы входят элементы H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr.

Побочные подгруппы включают в себя элементы только больших периодов. Например, побочная подгруппа первой группы: медь Cu, серебро Ag, золото Au.

Каждая подгруппа объединяет элементы, которые похожи между собой.

В нижней части таблицы находятся две отдельные строки по 14 элементов: *лантаноиды* (№ 58–71) и *актиноиды* (№ 90–103). Их также называют семействами лантаноидов и актиноидов, так как элементы с номерами 58–71 сходны с лантаном (№ 57) и должны быть записаны с ним в одной клетке, а элементы № 90–103 – с актинием (№ 89), соответственно.

В длиннопериодном варианте периодической системы (приложение 3) периоды не разделены на ряды, а вытянуты в одну строку, и все элементы разделены на 16 групп. Из них 8 групп (IA–VIIA) соответствуют главным подгруппам I–VIII групп короткопериодного варианта, и 8 групп (IB–VIIIB) соответствуют побочным подгруппам.



Лотар Мейер (Майер)
(1830–1895)

Немецкий химик.
Разработал, независимо от Менделеева, критерии классификации химических элементов (декабрь 1869 г.).



Рассмотри периоды и группы химических элементов в периодической системе.

Определи номер периода:

- с самым маленьким числом элементов;
- с самым большим числом элементов.



Запомните!

Самое большое значение периодической системы химических элементов заключается в возможности определения и предсказания химических свойств элементов в зависимости от положения, которое они занимают в периодической системе.



Заметка
В приложении 1 (стр. 121) представлен оригинальный вариант периодической системы, где указаны распространение и основные области применения химических элементов.

Независимо от формы, в любом варианте периодической системы каждый элемент имеет свои **координаты**: *порядковый номер, номер периода, номер группы и название подгруппы*. Эти координаты называют *положением химического элемента в периодической системе*.

Используя периодическую систему химических элементов, можно дать характеристику любого элемента по его положению.

Характеристика химического элемента кислорода по его положению в периодической системе

План характеристики

1. Название элемента	1. <i>Кислород</i>
2. Химический знак	2. <i>O</i>
3. Порядковый номер	3. <i>№ 8</i>
4. Период	4. <i>Период II</i>
5. Группа, подгруппа	5. <i>Группа VI, главная подгруппа</i>
6. Относительная атомная масса	6. <i>$A_r(O) = 16$</i>
*7. Металл или неметалл	*7. <i>Неметалл</i>

*С этим пунктом характеристики мы познакомимся в дальнейшем.

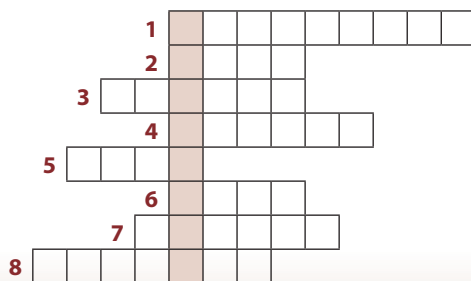
ОЦЕНИВАНИЕ



1. Перескажи историю открытия периодического закона и создания периодической системы химических элементов.
2. Сколько лет со дня открытия периодического закона и создания периодической системы мы будем отмечать в этом году?
3. Объясни строение периодической системы химических элементов:
а) по горизонтали; **б)** по вертикали.
4. Пользуясь периодической системой, назови химические элементы:
а) I и II периодов; **б)** III и IV периодов.
5. Объясни, чем отличаются элементы главных и побочных подгрупп.
6. Назови химические элементы из главных подгрупп:
а) I, II, III групп; **б)** VI и VII групп.
7. Выпиши и назови элементы побочных подгрупп I, II и VI групп.
8. Укажи группы и подгруппы, в которых находятся элементы с порядковыми номерами:
а) 1, 3, 12; **б)** 19, 38, 47; **в)** 29, 35, 78.
9. Напиши название, химический знак и относительную атомную массу каждого элемента из упражнения 8 (а, б, в).

10. Охарактеризуй следующие элементы по положению в периодической системе:
 а) водород; б) натрий; в) кремний; г) алюминий;
 д) кальций; е) медь; ж) сера; з) иод.
11. Напиши химические знаки химических элементов, которые составляют:
 а) I, II, III периоды; б) главные подгруппы I, II, III групп.
12. Даны 4 группы элементов:
 а) Br, He, Ne, Ar; б) Li, Be, B, Si; в) Fe, Co, Ni, Cl; г) F, Cl, Br, He.
 Найди в каждой группе один элемент, который не имеет ничего общего с остальными по положению в периодической системе.
13. Даны следующие химические элементы: Na, Ca, Zn, K, Mg, Li, Al, C, P, Fe, N, Cu, Si, Ag, S, Au, Br, Ni, Cl.
 Сгруппируй эти элементы по положению в периодической системе:
 а) находятся в одном периоде; б) находятся в одной группе;
 в) находятся в одной подгруппе.
14. Заполни кроссворд. Ключевое слово – название химического элемента побочной подгруппы.

- Автор периодической системы.
- Название элемента с химическим знаком N.
- По горизонтали периодическая система делится на ...
- Вертикальные столбцы в периодической системе.
- Химический элемент с порядковым номером 16.
- Химический элемент, завершающий II период.
- Относительная атомная масса этого элемента равна 56.
- Элемент главной подгруппы II группы.



1.12 Металлические и неметаллические элементы. Простые вещества металлы и неметаллы

В предыдущем параграфе было отмечено, что элементы одной и той же группы и подгруппы (главной или побочной) очень сходны между собой. Некоторое сходство существует и между соответствующими элементами соседних подгрупп. По мере увеличения расстояния между подгруппами увеличивается и различие между составляющими их элементами. Так, элементы главной подгруппы I группы сходны с соответствующими элементами II группы (Na и K сходны с Mg и Ca), но значительно отличаются от элементов главной подгруппы VII группы (F, Cl).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Металлические элементы
- Простые вещества металлы
- Неметаллические элементы
- Простые вещества неметаллы
- Инертные газы



Запомните!

Характеристика химического элемента по его положению в периодической системе осуществляется по плану:

1. Название
2. Химический знак
3. Порядковый номер
4. Период
5. Группа (подгруппа)
6. Относительная атомная масса
7. Металл или неметалл



Знаете ли вы, что...

Ученые установили, что самыми важными частями живой материи являются шесть неметаллических элементов: углерод – С, азот – N, водород – H, кислород – O, фосфор – P и сера – S.

Металлические и неметаллические элементы. По своим свойствам химические элементы делятся на *металлические* и *неметаллические*.

Если в периодической системе (короткопериодном варианте) мысленно провести прямую линию от бора (В, № 5) к астату (At, № 85), то все элементы главных подгрупп, расположенные справа от этой линии – неметаллические, а все остальные элементы – металлические. В длиннопериодном варианте периодической системы все элементы, лежащие на этой линии и справа от нее, неметаллические.

Всего в периодической системе 22 неметаллических элемента (включая водород) и более 90 металлических элементов. Самые выраженные металлические свойства проявляют элементы главной подгруппы I группы (подгруппы IA), а самые выраженные неметаллические свойства – элементы главной подгруппы VII группы (VIIA).

Простые вещества металлы и неметаллы. В свободном состоянии металлические элементы образуют *простые вещества – металлы*. Все металлы, за исключением ртути, при комнатной температуре представляют собой твердые вещества, имеют характерный металлический блеск, хорошо проводят тепло и электрический ток. Лучшие проводники электрического тока – алюминий, медь, серебро и золото. Большинство металлов ковкие и пластичные – их можно раскатывать в листы и вытягивать в проволоку.

Неметаллические элементы в свободном состоянии образуют *простые вещества – неметаллы*. Неметаллы не имеют такого сходства между собой, как металлы. При обычных условиях они находятся в разных агрегатных состояниях: одни из них – газы (кислород, водород, азот, хлор); другие – твердые вещества (йод, сера, фосфор и др.); жидким является только один неметалл – бром. Неметаллы – плохие проводники теплоты и электричества, они хрупкие и не обладают металлическим блеском.

Некоторые элементы встречаются в природе в свободном виде, то есть в виде простых веществ: кислород и азот – в воздухе; сера, углерод, медь, серебро, золото и некоторые другие элементы – в земной коре. Большинство же элементов находится в природе в виде сложных веществ – химических соединений.

ОЦЕНИВАНИЕ



1. Какие элементы называются металлическими? Укажи их положение в периодической системе.
2. Покажи положение в периодической системе неметаллических элементов и назови их число.
3. Какие элементы встречаются в природе в виде простых веществ?
4. Приведи примеры:
 - а) твердого, жидкого металлов;
 - б) твердого, жидкого и газообразного неметаллов.
5. Назови неметаллические элементы пятой группы.

■ Даны химические элементы с порядковыми номерами:

а) 3; б) 7; в) 26; г) 47; д) 53.

Приготовьте пять листочков для записей и для каждого элемента составьте характеристику, используя план на стр. 46.

■ Даны буквы латинского алфавита:

а) C, D, E, F;

б) G, H, I, J, K;

в) L, M, N, O;

г) P, R, S, T, U;

д) V, W, X, Y, Z.

Составьте «семейства» химических элементов по признаку первой буквы химического знака.

Например, элементы, химические знаки которых начинаются на буквы А и В:

А Ac, Al, Am, Ar, As, At, Au

В Ba, Be, Bi, Bk, Br

Определите самые «богатые» (1) и самые «бедные» (2) буквы по количеству названий химических элементов. Попробуйте найти объяснение этим фактам.

Работа в группе



1.13 Химическая формула. Состав вещества. Относительная молекулярная масса

Химическая формула. Нам уже известно, что многие вещества состоят из молекул – мельчайших частиц вещества, которые сохраняют его химические свойства.

В свою очередь, молекулы состоят из атомов. Вещества, состоящие из атомов одного химического элемента, называются *простыми веществами*, а вещества, состоящие из атомов разных химических элементов, называются *сложными веществами*.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Химическая формула
- Химический знак
- Индекс
- Молекулярная формула
- Закон постоянства состава
- Относительная молекулярная масса

Например, простое газообразное вещество водород образовано одинаковыми молекулами, каждая из которых состоит из двух атомов водорода.

Состав вещества выражается с помощью химической формулы.



Запомните!

Химическая формула несет определенную информацию. Например, химическая формула воды обозначает:

- Название вещества – вода.
- Одну молекулу вещества.
- Качественный состав: из каких химических элементов состоит вещество (молекула воды состоит из атомов водорода и кислорода).
- Количественный состав: число атомов каждого элемента в молекуле (два атома водорода и один атом кислорода).

Химическая формула водорода H_2 .

Цифра внизу справа называется *индексом*. Индекс показывает число атомов химического элемента, входящих в молекулу.

Так же записываются химические формулы сложных веществ, состоящих из атомов разных элементов.

Например, молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода, поэтому ее химическая формула H_2O . Индекс, равный единице, в формуле не записывается.

Химическая формула воды

Знаки химических элементов

H_2O (подразумеваем единицу)

индексы

Чтение формулы: аш-два-о

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

Химические знаки показывают *качественный состав*, а индексы – *количественный состав* молекулы вещества.

Химические формулы H_2 , H_2O называются *молекулярными формулами*.

Химическая формула, как и химический знак, – составная часть химического языка. Химические формулы являются международными, они одинаково пишутся во всех странах мира. Однако в каждом языке химические формулы читаются по-своему. Так, в русском языке формулы веществ читаются и произносятся в том же порядке, как пишутся: сначала читается знак элемента, а затем индекс (*таблица 1.3*).

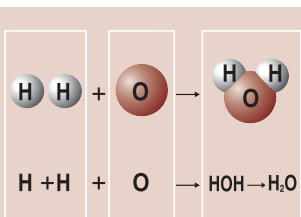
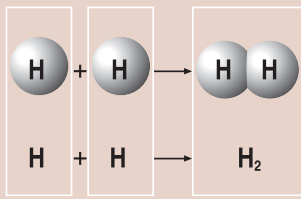


Таблица 1.3. Химические формулы и их прочтение

Название вещества	Молекулярная формула	Чтение формулы	Название вещества	Молекулярная формула	Чтение формулы
1. Водород	H ₂	аш-два	6. Бром	Br ₂	бром-два
2. Кислород	O ₂	о-два	7. Иод	I ₂	иод-два
3. Азот	N ₂	эн-два	8. Озон	O ₃	о-три
4. Фтор	F ₂	фтор-два	9. Вода	H ₂ O	аш-два-о
5. Хлор	Cl ₂	хлор-два	10. Углекислый газ	CO ₂	цэ-о-два

Закон постоянства состава. В химическом языке под словом «вещество» подразумевается только *чистое вещество*.

Чистое вещество содержит только молекулы данного вещества и никаких частиц другого вещества.

В 1805 году французский ученый Жозеф Луи Пруст показал, что состав вещества не может изменяться. Основываясь на этой идее, он сформулировал *закон постоянства состава*:

Всякое чистое вещество имеет постоянный состав, независимо от способа получения или его нахождения в природе.

Например, кислород, которым дышат человек и животные, имеет один и тот же состав O₂ везде – в составе воздуха, растворенный в воде, в Европе, Африке или Америке. Химики могут получать кислород разными способами, но его состав останется неизменным – O₂.

Вода, без которой немыслима жизнь на нашей планете, всегда и везде имеет один и тот же состав – H₂O.

Углекислый газ, который выдыхает все живое на земле и который образуется при сжигании различных материалов, имеет один и тот же состав CO₂, независимо от способа его получения.

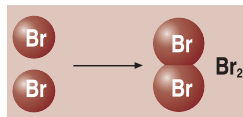
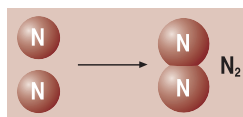
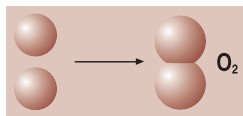
Относительная молекулярная масса. Поскольку молекулы состоят из атомов, значит, и масса молекулы вещества равна сумме атомных масс элементов, входящих в ее состав.

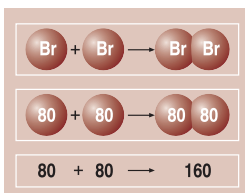
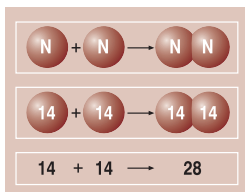
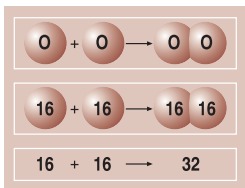
Ранее (см. *стр. 41–42*) мы установили, что масса каждого атома вычисляется по отношению к атомной единице



Жозеф Луи Пруст
(1754–1826)

Французский ученый. С 1779 по 1806 год изучал состав разных веществ. Открыл закон постоянства состава химических соединений.





Выполните!

Вычисли относительные молекулярные массы нескольких веществ, известных тебе из повседневной жизни.

массы (1 а.е.м.), которая равна 1/12 реальной массы атома углерода. Так получают значения относительных атомных масс химических элементов A_r .

При сложении относительных атомных масс элементов, образующих молекулу, получим *относительную молекулярную массу* M_r (M – молекулярный, r (лат. *relativ*) – *относительный*).

Относительная молекулярная масса вещества равна сумме относительных атомных масс всех элементов, входящих в состав молекулы с учетом числа атомов.

Относительная молекулярная масса показывает, во сколько раз масса молекулы вещества больше, чем 1/12 массы атома углерода.

Значение относительной молекулярной массы вычисляют по химической формуле, используя относительные атомные массы соответствующих элементов (взяты из периодической системы). Так, значение M_r для простого вещества азот N_2 (а) и сложного вещества глюкоза $C_6H_{12}O_6$ (б) вычисляется следующим образом:

$$\text{а) } M_r(N_2) = 2 \cdot A_r(N) = 2 \cdot 14 = 28;$$

$$M_r(N_2) = 28$$

$$\text{б) } M_r(C_6H_{12}O_6) = 6 \cdot A_r(C) + 12 \cdot A_r(H) + 6 \cdot A_r(O) =$$

$$= 6 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 16 = 72 + 12 + 96 = 180;$$

$$M_r(C_6H_{12}O_6) = 180$$

Зная молекулярную формулу вещества, мы теперь можем не только указать ее качественный и количественный состав, но и вычислить относительную молекулярную массу.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Дай определение понятию «химическая формула».
2. Объясни следующую взаимосвязь: *вещество – молекула – атомы*.
3. Что показывает индекс в химической формуле? Приведи примеры.
4. Напиши формулы молекул простых веществ неметаллов и прочитай их.
5. Сформулируй закон постоянства состава. Объясни его значение на конкретных примерах.



6. Напиши формулы двух простых веществ, молекулы которых состоят из:
- двух атомов кислорода (вещество кислород);
 - трех атомов кислорода (вещество озон).
- Прочти формулы. Какую информацию они несут?
7. Объясни понятие «относительная молекулярная масса».
8. Вычисли относительные молекулярные массы веществ:
- H_2 , N_2 , O_2 , F_2 ;
 - Cl_2 , Br_2 , I_2 .
- Назови эти вещества.
9. Что обозначает химическая формула P_2O_5 ?
10. Укажи число формул простых веществ в следующем ряду: кислород O_2 ; сероводород H_2S ; медь Cu ; сера S_8 ; серная кислота H_2SO_4 ; вода H_2O ; водород H_2 ; азот N_2 ; фосфор P_4 .
- 3;
 - 5;
 - 6;
 - 7.
11. Укажи число формул сложных веществ в следующем ряду: кислород O_2 ; вода H_2O ; хлор Cl_2 ; фтор F_2 ; хлороводород HCl ; железо Fe ; углекислый газ CO_2 ; оксид фосфора (V) P_2O_5 ; угарный газ CO .
- 3;
 - 4;
 - 5;
 - 6.
12. Сравни относительную атомную массу и относительную молекулярную массу:
- азота;
 - натрия.
13. Напиши формулу сахарозы (сахара), если соотношение числа атомов углерода, водорода и кислорода в молекуле равно соответственно 12 : 22 : 11. Прочитай формулу. Вычисли относительную молекулярную массу сахарозы.
14. Вычисли относительную молекулярную массу и прочитай формулу каждого из нижеперечисленных веществ:
- | | | | |
|-----------|--------|----------|----------|
| а) CH_4 | NH_3 | H_2O | HCl |
| б) CO_2 | NO_2 | N_2O_5 | NO |
| в) SO_2 | SO_3 | SiO_2 | P_2O_5 |

■ Прочтите приведенные ниже химические формулы веществ, с которыми вы встречаетесь в повседневной жизни:

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| а) поваренная соль $NaCl$, | б) пищевая сода $NaHCO_3$, |
| в) уксус CH_3COOH , | г) медицинский спирт C_2H_5OH , |
| д) глюкоза $C_6H_{12}O_6$ | е) сахар $C_{12}H_{22}O_{11}$, |
| ж) иод I_2 , | з) мел $CaCO_3$ |
| и) гашеная известь $Ca(OH)_2$. | |

Объясните, что обозначает каждая химическая формула.

Вычислите относительную молекулярную массу каждого вещества.

Работа в группе



ИТОГОВОЕ ОЦЕНИВАНИЕ



- I. Дан ряд слов: гвоздь, железо, линейка, графит, воронка, алюминий, полиэтилен, медь, кислород. Выбери и выпиши только те слова, которые обозначают вещества.
- II. Выбери выражения, которые описывают только химические явления:
- а) при поджигании свечи парафин плавится и горит;
 - б) медные изделия со временем покрываются зеленым налетом;
 - в) при измельчении кусочка бесцветного стекла получается сероватый порошок;
 - г) если открыть флакон с одеколоном, почувствуется приятный запах;
 - д) при температуре 100°C вода кипит.
- III. Дополни следующие утверждения, вписав недостающие слова:
- а) Молекула воды состоит из ... кислорода и ... водорода.
 - б) В состав сахара, кроме ... кислорода и водорода, входят также ... углерода.
- IV. В колонке I дано пять химических понятий. Выбери из колонки II соответствующее определение для каждого понятия:
- | Колонка I | Колонка II |
|-----------------------|--|
| 1. Атом | А. Признаки, по которым вещества отличаются друг от друга или сходны между собой |
| 2. Молекула | Б. Материал, из которого состоит физическое тело |
| 3. Химический элемент | В. Определенный вид атомов |
| 4. Вещество | Г. Мельчайшая химически неделимая частица вещества |
| 5. Свойства веществ | Д. Состоит из одинаковых или разных атомов |
- V. Найди в периодической системе и запиши относительную атомную массу перечисленных ниже химических элементов:
- а) серебра; б) азота; в) ртути; г) натрия; д) серы.
- VI. Используя периодическую систему, выпиши химические знаки:
- а) элементов II периода;
 - б) элементов побочной подгруппы VII группы;
 - в) металлических элементов III периода;
 - г) неметаллических элементов V группы.
- VII. Охарактеризуй химический элемент *натрий* по положению в периодической системе.
- VIII. Вычисли относительную молекулярную массу для следующих веществ:
- а) P_2O_5 ;
 - б) H_2SO_4 .

После изучения этой главы ты будешь способен:

- объяснять химические понятия: *атом, ядро, электроны, нейтроны, химический элемент, электронный слой, валентность, химическая связь, электроотрицательность*;
- сравнивать строение атомов различных элементов, их электронное строение и распределение электронов по слоям;
- определять по химической формуле валентность элементов и тип химической связи;
- составлять формулы бинарных соединений по валентности химических элементов;
- устанавливать причинно-следственные связи между строением вещества, химической формулой и типом химической связи.

2.1 Планетарная модель атома

Как было отмечено ранее (стр. 33), древние философы предполагали, что вещества состоят из молекул, которые в свою очередь образованы из атомов. Атомы же они представляли как мельчайшие невидимые частицы. Все же в те времена атом оставался тайной: о его форме, строении, составных частях ничего не было известно.

К концу XIX века, одновременно с развитием научных методов исследования, были получены экспериментальные данные, опровергавшие идею о неделимости атома. Так, было установлено, что физическими методами можно разделить нейтральный атом на положительные и отрицательные частицы. Как располагаются в атоме эти частицы? Ученые предлагали различные модели строения атомов.

В 1911 году английский физик Эрнест Резерфорд предложил *планетарную модель атома*, развитую впоследствии другими учеными. Эта модель дает нам возможность представить строение атома, основываясь на следующих положениях:

1. *Атом состоит из ядра и электронов.*
2. *Ядро имеет положительный заряд, равный порядковому (атомному) номеру элемента в периодической системе.*
3. *Вокруг ядра вращаются электроны, как планеты вокруг Солнца.*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Атом
- Порядковый (атомный) номер
- Ядро
- Заряд ядра
- Электрон
- Электронная оболочка
- Электронный слой



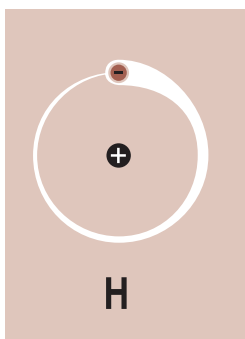
Знаете ли вы, ЧТО...

Первым ученым, который сделал попытку представить строение атома, был Д. Д. Томсон (1904). По его модели, названной «пудинг (или булка) с изюмом», атом – это однородная сфера с положительным зарядом (тесто), в которой хаотично распределены отрицательно заряженные электроны (изюм).



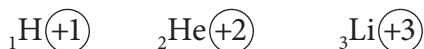
Эрнест Резерфорд
(1871–1937)

Английский физик и химик. Разработал планетарную (ядерную) модель атома, осуществил первую ядерную реакцию (1919). Лауреат Нобелевской премии за открытия в химии (1908).



4. Электроны образуют электронную оболочку атома.

Например, для элементов с порядковыми номерами 1, 2 и 3 заряд ядра равен, соответственно, +1, +2 и +3. Это можно записать так:



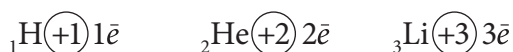
Индекс слева внизу показывает порядковый (атомный) номер элемента, а кружочек обозначает ядро.

Электрон обозначается \bar{e} , заряд его отрицательный и равен -1 .

Учитывая, что атом является нейтральной частицей, число отрицательных зарядов должно быть равно числу положительных зарядов ядра.

Число электронов в атоме равно заряду ядра или порядковому (атомному) номеру элемента.

Например, заряд ядра водорода +1 значит, что в атоме водорода есть один электрон в электронной оболочке ($1\bar{e}$); заряд ядра +2 показывает, что у гелия два электрона и т. д. В краткой форме это можно записать в виде схемы:



Чему равна масса ядра и какова масса электрона?

Масса электрона очень мала – она составляет $1/1840$ массы самого легкого атома – атома водорода (0,0005 а.е.м.). Поэтому масса атома практически не зависит от массы электронов. Диаметр ядра в 100 000 раз меньше самого атома, однако почти вся масса атома сосредоточена в ядре.

Объем электронной оболочки атома очень велик по сравнению с ядром. Например, если представить, что во всех атомах железа, из которого сделаны 100 крейсеров, все электроны прижались к ядру, то все эти атомы уместились бы в спичечный коробок. А масса этого коробка была бы такой же, как у 100 крейсеров!



- Выбери верные утверждения.
Атом имеет следующие характеристики:
 а) это мельчайшая физически неделимая частица вещества;
 б) состоит из электронов и ядра;
 в) является электронейтральным;
 г) масса атома равна массе электронов;
 д) масса ядра примерно равна массе атома.
- Выбери правильный ответ.
Основной вклад в массу атома вносят:
 а) ядро; б) электроны; в) порядковый номер элемента.
- Назови элементы периодической системы с порядковыми номерами 1, 3, 37, 55, 87.
Укажи заряд ядра для каждого элемента. Определи группу и подгруппу, к которой они относятся.
- Заряд ядра атома фтора равен +9, хлора +17, брома +35, а иода +53. Определи порядковые номера этих элементов в периодической системе. В какой группе и подгруппе они находятся?
- Определи заряд ядра и общее число электронов для элементов с порядковыми номерами:
 а) 11, 12, 13, 14; б) 15, 16, 17, 18.
- Сравни объемы ядра и атома.
- Общее число электронов у одного из химических элементов равно 8, а у другого – в два раза больше. Определи заряд ядра и порядковый номер каждого элемента и назови их.

2.2 Строение атома. Ядро

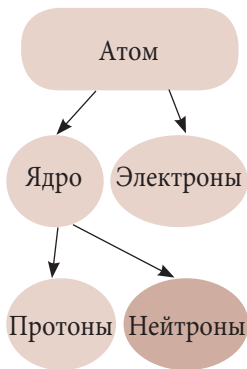
Из предыдущего параграфа мы уже знаем, что атом состоит из ядра и электронов.

Ядро, как и атом, имеет сложное строение. Положительный заряд ядра объясняется тем, что в его состав входят *положительные элементарные частицы*, которые называются *протонами*.

Протон имеет заряд +1 и массу 1 (обозначается p). Например, в ядре атома водорода содержится один протон, так как заряд его ядра +1 (порядковый номер 1). В периодической системе, с переходом от первого элемента (водорода) ко второму (гелию), заряд ядра увеличивается на единицу. Значит, в ядре атома гелия два протона.

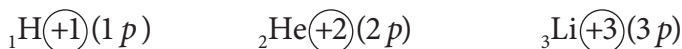
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Протон
- Нейтрон
- Относительная атомная масса
- Элементарные частицы
- Химический элемент



Число протонов в ядре равно заряду ядра или порядковому (атомному) номеру.

Массу, заряд и число протонов в ядре для атомов водорода, гелия и лития можно записать так:



Электроны очень легкие и практически не влияют на массу атома.

Относительная масса ядра принимается равной значению относительной атомной массы, округленной до целых.

Сравним округленные до целых относительные атомные массы водорода и гелия. Относительная атомная масса водорода равна 1, так как в его ядре находится один протон с массой 1. Атом гелия, в ядре которого два протона, должен иметь атомную массу, равную 2. Но на самом деле она равна 4! Значит, в ядре атома гелия должны быть еще и нейтральные частицы с суммарной массой, равной 2.

Физики предположили, а затем и доказали, что в состав ядра, помимо протонов, входят нейтральные частицы «нейтроны», с относительной массой 1 и зарядом 0 (обозначают n). Значит, ядро атома гелия содержит 2 протона и 2 нейтрона.

Число протонов, заряд ядра и порядковый номер элемента равны между собой и обозначаются одной и той же буквой (Z).



Запомните!

Обозначения составных частей атома:

Электрон

e

Протон

p

Нейтрон

n

Относительная атомная масса (A_r) равна сумме чисел протонов (Z) и нейтронов (N).

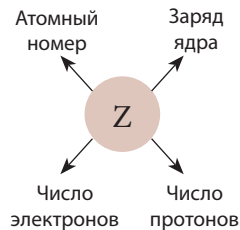
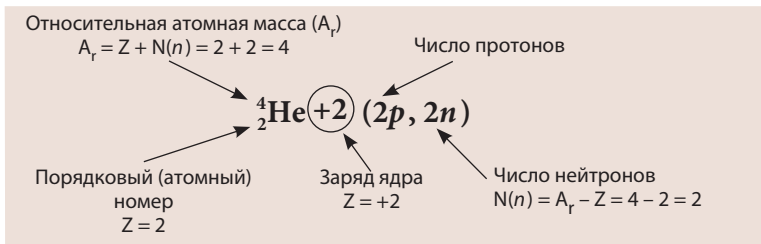
$$A_r = Z + N (n)$$

Число нейтронов определяется по разности:

$$N (n) = A_r - Z$$

Так, для атома гелия число нейтронов равно:

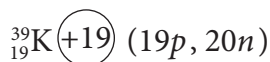
$$N (n) = 4 - 2 = 2$$



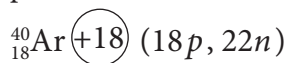
Значение A_r берут из периодической системы, округляя до целых чисел (почему в периодической системе указаны дробные значения A_r , мы узнаем позже).

Рассмотрим в качестве примера характеристику ядра атома калия:

- относительная масса ядра равна относительной атомной массе $A_r(\text{K}) = 39$;
- порядковый (атомный) номер и число протонов $Z = 19$;
- число нейтронов $N(n) = 39 - 19 = 20$.



Аналогично можно охарактеризовать строение ядра атома аргона Ar. Кратко можно записать в виде схемы:



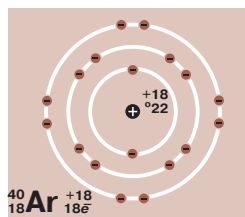
Ниже в таблице охарактеризованы частицы, входящие в состав атома:

Частица	Обозначение	Заряд	Масса	Положение в атоме
Протон	p	+1	1	в ядре
Нейтрон	n	0	1	в ядре
Электрон	\bar{e}	-1	1/1840 ~0,0005	вокруг ядра (электронная оболочка)

Все частицы, входящие в состав атома, называются *элементарными частицами*. Каждый химический элемент в периодической системе, независимо от того, существует ли он в природе или получен искусственным путем, отличается от других элементов значением заряда ядра. Поэтому можно дать новое определение химического элемента:

Химический элемент – это вид атомов с одинаковым зарядом ядра.

С помощью разнообразных исследований было доказано, что ядра атомов не изменяются в химических реак-



Сравни данное определение химического элемента с определением на стр. 35.



Выполните!

Используя дополнительные источники, найдите информацию о том, что такое алхимия и кто такие алхимики.

циях. К сожалению, эта истина не была известна средневековым исследователям (*алхимикам*), которые тщетно пытались получить золото из других, более дешевых и доступных металлов. В настоящее время известно, что для того, чтобы превратить один элемент в другой, необходимо провести ядерную реакцию в специальном физическом аппарате (ускорителе), где ядра одних элементов превращаются в ядра других элементов. Именно так, искусственным путем, были получены многие химические элементы, расположенные в конце периодической системы.

Большинство химических элементов выделены в виде простых веществ из природных соединений с помощью химических реакций.

ОЦЕНИВАНИЕ



1. Назови частицы, которые входят в состав ядра и укажи, чем они отличаются.
2. В следующих заданиях выбери правильные ответы и утверждения:
 - 2.1. Атом состоит из:
а) ядра и электронов; **б)** протонов и нейтронов;
в) электронов и протонов; **г)** электронов и нейтронов.
 - 2.2. Ядро состоит из:
а) протонов; **б)** протонов и нейтронов;
в) электронов; **г)** протонов и электронов;
д) нейтронов и электронов.
 - 2.3. Заряд ядра численно равен:
а) 0;
б) +1;
в) порядковому (атомному) номеру элемента (Z);
г) относительной атомной массе.
 - 2.4. Заряд протона равен:
а) 0; **б)** +1; **в)** -1;
г) + Z ; **д)** - Z .
 - 2.5. Заряд нейтрона равен:
а) +1; **б)** -1; **в)** 0; **г)** Z .
 - 2.6. Массы протона и нейтрона:
а) равны между собой;
б) в сумме равны атомной массе;
в) равны 1;
г) могут быть разными.

2.7. Число протонов в ядре равно:

- а) относительной атомной массе; б) заряду ядра;
в) Z ; г) числу электронов.

2.8. Число нейтронов в ядре равно:

- а) Z ;
б) массе ядра;
в) порядковому (атомному) номеру элемента;
г) $A_r - Z$.

3. Укажи заряд ядра и число протонов в атомах элементов:

- а) H, He, Na, Mg; б) K, Ar, O, N.

4. Определи относительную атомную массу, заряд ядра и число протонов в ядре для атомов с порядковыми номерами: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Назови эти элементы. Что они составляют: период или группу?

5. Число протонов в атомах некоторых элементов равно порядковому номеру и числу нейтронов. Приведи примеры таких элементов.

6. Укажи число протонов и число электронов в атомах элементов с порядковыми номерами:

- а) 12, б) 20, в) 38, г) 56.

Назови эти элементы.

2.3 Электронная оболочка атома

Ядро и электроны являются главными составными частями атома. Электроны образуют электронную оболочку атома.

Как распределяются электроны в пространстве вокруг ядра?

Электроны в электронной оболочке атома распределены по *электронным слоям*. Количество электронных слоев обозначается буквой n . Число слоев в электронной оболочке атома равно номеру периода. Ближайший к ядру электронный слой считается *первым*, а самый удаленный от ядра называется *внешним*. Электроны внешнего электронного слоя располагаются дальше всего от ядра, поэтому слабее всего притягиваются к нему. Именно эти электроны участвуют в связывании атомов друг с другом.

Максимальное число электронов на электронном слое вычисляется по формуле:

$$N(\bar{e}) = 2n^2,$$

где n – это номер электронного слоя.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Электронная оболочка
- Распределение электронов по слоям
- Максимальное число электронов на слое

Заметка

Электроны образуют электронную оболочку атома и распределены по электронным слоям.



На внешнем электронном слое может быть не больше восьми электронов.

Так, максимальное число электронов на первом слое равно $N = 2 \cdot 1^2 = 2$ (дублет). Число электронов во втором электронном слое $N = 2 \cdot 2^2 = 8$ (октет), для третьего слоя $N = 2 \cdot 3^2 = 18$, для четвертого $N = 2 \cdot 4^2 = 32$.

Вместе с тем запомните, что *на внешнем электронном слое не может быть больше восьми электронов!*

Распределение электронов по слоям в атоме тесно связано с положением элементов в периодической системе.

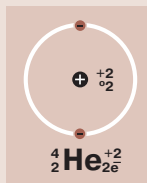
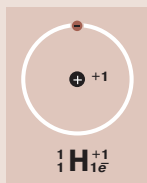
Рассмотрим распределение электронов по слоям для первых 20 элементов периодической системы и запишем их в виде схем.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Электронные схемы
- Устойчивая структура (дублет, октет)
- Электронные модели

Электронные модели элементов I периода

На первом слое не может быть более двух электронов, поэтому в первом периоде только два химических элемента – водород и гелий.



2.4 Распределение электронов по слоям

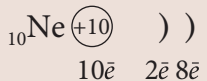
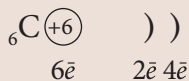
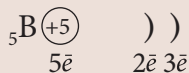
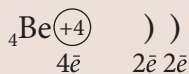
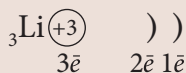
Электронные схемы атомов элементов первого периода. Первый период образуют водород и гелий – их электронная оболочка состоит только из одного слоя, на котором у водорода всего один электрон, а у гелия – два электрона.

Составим электронные схемы для атомов водорода и гелия. На первом месте запишем порядковый номер элемента, затем химический знак и заряд ядра, равный порядковому номеру; под ним – общее число электронов, равное заряду ядра; справа от заряда ядра дугой изобразим электронный слой, под которым – число электронов, находящихся на этом слое.



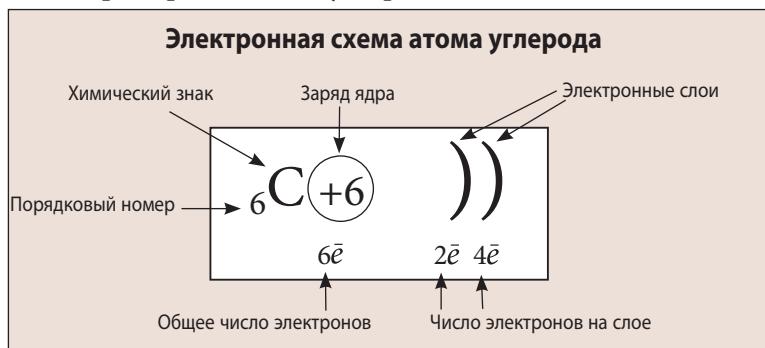
Электронные схемы атомов элементов второго периода. Электроны восьми элементов II-го периода, от лития до неона, располагаются на двух электронных слоях. В первом слое у всех этих элементов по два электрона. Во втором электронном слое, при переходе от одного элемента к другому, добавляется по одному электрону (от одного до восьми).

Составим электронные схемы элементов II периода:

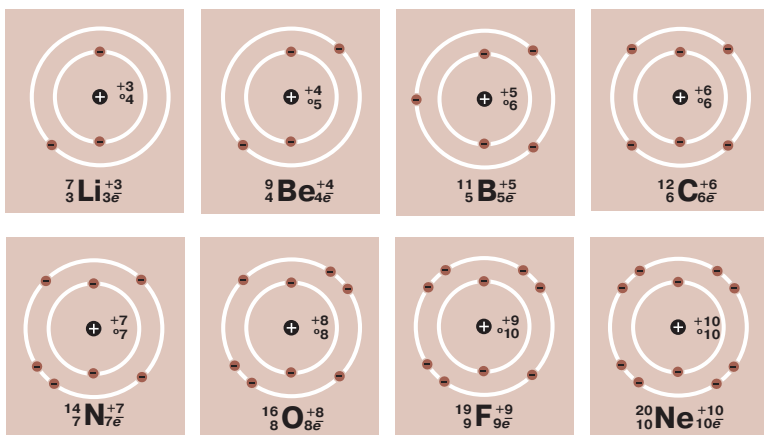


Таким образом, электронная схема атома любого химического элемента должна включать: химический знак и порядковый номер, заряд ядра и число электронов, электронные слои, под каждым из которых записано число электронов.

Например, для атома углерода:

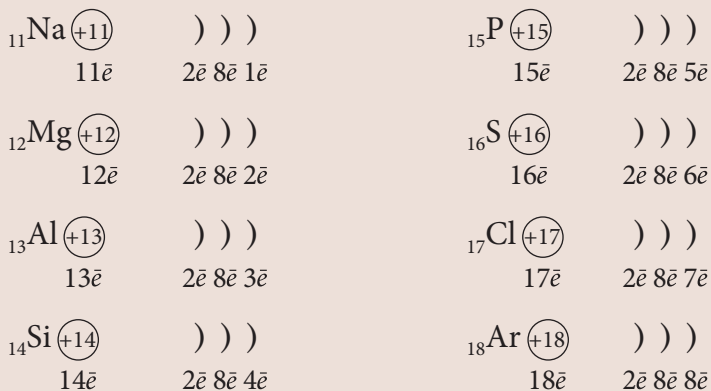


Электронные модели атомов элементов II периода:



Электронные схемы атомов элементов третьего периода и начала четвертого периода. У элементов III периода, от натрия до аргона, электроны распределены по трем слоям. Так же, как и у элементов II периода, при переходе к каждому следующему элементу добавляется по одному электрону на внешнем, третьем слое.

Составим электронные схемы элементов III периода:



Выполните!

Составь электронные схемы для атомов следующих химических элементов III периода: фосфора, серы и хлора.

И в случае этих элементов на внешнем, третьем, электронном слое может быть не более восьми электронов (октет). Аргон, которым заканчивается третий период, имеет устойчивую 8-электронную оболочку.

Элементы калий и кальций начинают четвертый период. У них по четыре электронных слоя:



Мы рассмотрели строение первых двадцати элементов периодической системы и можем заметить, что существует определенная взаимосвязь между числом электронов на внешнем слое и числом элементов в периоде. Эта зависимость будет рассмотрена в следующем параграфе.

ОЦЕНИВАНИЕ

- Объясни, как распределяются электроны в атоме. Сколько электронных слоев в атомах элементов I, II, III периода?



2. Сколько электронов на внешнем слое у элементов главных подгрупп I–III групп? Приведи примеры.
3. Составь электронные схемы для элементов с порядковыми номерами:

а) 1, 3, 11, 19;	б) 4, 12, 20;	в) 5, 13;	
г) 6, 14;	д) 7, 15;	е) 8, 16;	ж) 9, 17.
4. У каких элементов (из каких групп и подгрупп) самый устойчивый восьмиэлектронный внешний слой (октет)?
5. Составь и прокомментируй электронные схемы для атомов элементов:

а) Be и Ne;	б) Na и C;	в) N и F.
-------------	------------	-----------

2.5 Строение атома и положение элемента в периодической системе

Анализируя электронные схемы первых 20 элементов, мы видим периодическое повторение числа электронов на внешнем слое. Например, водород, литий, натрий и калий расположены в главной подгруппе первой группы, и у них по одному электрону на внешнем слое. Оказалось, что и у остальных элементов этой подгруппы (рубидия Rb, цезия Cs и франция Fr) на внешнем электронном слое также по одному электрону.

Несмотря на то, что мы пока не умеем составлять электронные схемы для всех элементов периодической системы, мы все же можем использовать ее предсказательные способности: у всех элементов главной подгруппы II группы на внешнем слое по два электрона, у элементов III группы – по три электрона, IV группы – по четыре и так далее, до восьми электронов у элементов VIII группы.

У элементов главных подгрупп число электронов на внешнем слое равно номеру группы.

Неметаллические элементы находятся в главных подгруппах IV, V, VI, VII и VIII групп (а также один представитель в I группе – водород и один – в III группе – бор). Неметаллы содержат по 5, 6, 7 и, соответственно, 8 электронов на внешнем слое, за исключением водорода с одним электроном, гелия с двумя и бора с тремя электронами на внешнем слое.

Особой устойчивостью обладают электронные оболочки, содержащие два электрона (дублет) – для первого

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Положение элемента в периодической системе
- Строение атома
- Алгоритм составления электронной схемы
- Характеристика элемента

слоя и для последующих слоев – 8 электронов (октет). Так, неон, аргон, криптон, ксенон и радон, у которых по восемь электронов на внешнем слое, а также гелий с завершенным двухэлектронным слоем являются инертными газами – устойчивыми веществами, которые почти не вступают в химические реакции.

Все остальные элементы – металлические, с малым числом электронов на внешнем слое электронной оболочки атома: 1, 2, реже 3 или 4.

Ранее мы последовательно рассмотрели электронные схемы первых двадцати элементов периодической системы. Для того чтобы составлять электронную схему строения атома любого химического элемента, разработаем порядок необходимых действий на примере атома серы.

Алгоритм составления электронной схемы

1. Записываем порядковый (атомный) номер и химический знак элемента:



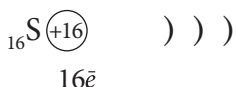
2. Указываем (в кружочке) заряд ядра, равный порядковому номеру:



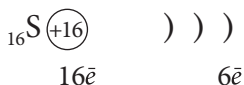
3. Записываем общее число электронов, равное заряду ядра:



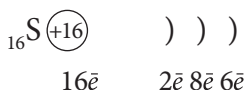
4. Изображаем электронные слои с учетом номера периода. Сера находится в III периоде, значит, в атоме три электронных слоя:



5. Определяем число электронов на внешнем электронном слое, равное номеру группы (для элементов главных подгрупп). Сера находится в VI группе, главной подгруппе, следовательно, имеет 6 электронов на третьем, внешнем слое:

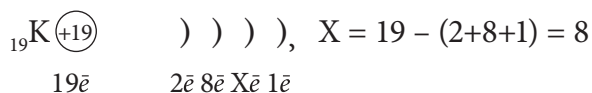


6. Записываем число электронов на первом ($2\bar{e}$) и на втором ($8\bar{e}$) слоях:



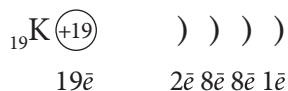
7. Если число электронных слоев больше трех, то число электронов на предпоследнем слое вычисляем по разности между общим числом электронов и числом электронов на других слоях (первом, втором и внешнем).

Например, для калия:



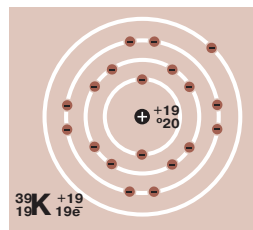
Следовательно, на предпоследнем слое у калия 8 электронов.

Электронная схема атома калия:



Теперь, когда мы познакомились со строением атома и распределением электронов по слоям, мы можем сказать, что у каждого элемента есть свои точные координаты в периодической системе: порядковый номер, номер периода, номер группы и определенная подгруппа. Вместе взятые, все они составляют положение элемента в периодической системе.

Охарактеризуем химический элемент по положению в периодической системе.



Характеристика элемента углерода по его положению в периодической системе

Характеристика элемента углерода по его положению в периодической системе	
Алгоритм	
1. Название элемента	1. Углерод
2. Химический знак	2. C
3. Порядковый номер	3. Порядковый номер 6
4. Период	4. II период
5. Группа, подгруппа	5. IV группа, главная подгруппа
6. Относительная атомная масса	6. $A_r(C) = 12$
7. Металл или неметалл	7. Неметалл
8. Строение атома:	8.
а) заряд ядра:	а) +6;
б) число протонов	б) 6p;
в) число нейтронов	в) 6n;
г) число электронов	г) 6ē
д) распределение электронов по слоям	д))) 2ē 4ē

ОЦЕНИВАНИЕ



- Выбери верные утверждения:
 - число электронных слоев в атоме равно номеру группы;
 - число электронов на внешнем слое равно номеру группы для всех элементов группы;
 - для элементов главных подгрупп число внешних электронов равно номеру группы;
 - число элементов в I, II и III периодах равно максимальному числу электронов на внешнем слое.
- Назови металлические элементы главных подгрупп I–IV групп. Сколько у них электронов на внешнем слое?
- Назови неметаллические элементы главных подгрупп III, IV, V, VI и VII групп.
- *. Все элементы побочных подгрупп являются металлическими и содержат один или два электрона на внешнем слое. Найди их в периодической системе и назови.
- Какую информацию о строении атома можно получить из периодической системы химических элементов?
- Некоторый атом содержит 15 электронов. Определи заряд ядра и порядковый номер этого элемента в периодической системе. Назови элемент. Как распределяются электроны в его оболочке?
- Объясни, какие порядковые номера у элементов *a–в*, если на внешнем электронном слое число электронов равно:
 - 1;
 - 6;
 - 7.Что образуют эти элементы:
 - группу;
 - подгруппу;
 - период?
- Пользуясь схемой из параграфа, охарактеризуй по положению в периодической системе следующие элементы:
 - водород;
 - натрий;
 - азот;
 - кислород;
 - кальций;
 - хлор.

Работа в группе



- Определите, какие величины из горизонтальных и вертикальных рубрик таблицы (стр. 69) равны между собой. Из букв правильных ответов вы сможете получить название химического элемента, впервые обнаруженного на Солнце.

Строение атома	Положение элемента в периодической системе		
	Порядковый номер	Номер периода	Номер группы
Заряд ядра	г	д	ж
Число протонов в ядре	е	у	к
Число электронов	л	м	с
Число электронов на внешнем слое	о	п	и
Число электронных слоев	ч	й	я

■ Определите, в главных подгруппах каких групп периодической системы находятся элементы с изображенными в таблице электронными схемами.

Ключевым словом является название одной из элементарных частиц. Впишите знаки химических элементов вместо точек.

Электронные схемы атомов элементов	Группы				
	I	II	IV	V	VII
... $\left. \begin{array}{l})) \\ 2\bar{e} \ 4\bar{e} \end{array} \right\}$	щ	ж	э	я	ю
... $\left. \begin{array}{l}))) \\ 2\bar{e} \ 8\bar{e} \ 2\bar{e} \end{array} \right\}$	к	л	м	н	о
... $\left. \begin{array}{l})) \\ 2\bar{e} \ 1\bar{e} \end{array} \right\}$	е	з	ч	х	у
... $\left. \begin{array}{l}))) \\ 2\bar{e} \ 8\bar{e} \ 5\bar{e} \end{array} \right\}$	д	г	и	к	с
... $\left. \begin{array}{l}))) \\ 2\bar{e} \ 8\bar{e} \ 1\bar{e} \end{array} \right\}$	т	у	в	ы	а
... $\left. \begin{array}{l}))) \\ 2\bar{e} \ 8\bar{e} \ 7\bar{e} \end{array} \right\}$	б	п	с	т	р
... $\left. \begin{array}{l})))) \\ 2\bar{e} \ 8\bar{e} \ 8\bar{e} \ 2\bar{e} \end{array} \right\}$	е	о	ю	а	у
... $\left. \begin{array}{l})) \\ 2\bar{e} \ 7\bar{e} \end{array} \right\}$	в	ж	д	к	н

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Валентность
- Постоянная валентность
- Переменная валентность
- Высшая валентность
- Низшая валентность
- Валентные электроны



Эдуард Франкленд
(1825–1899)

Английский химик. В 1852 году ввел понятие *соединительная сила*.

Позже это свойство атома стали называть *валентностью*.



Запомните!

Водород имеет постоянную валентность I, а кислород – постоянную валентность II.

2.6 Понятие о валентности элементов

Познакомившись с тем, как распределяются электроны по слоям в атомах различных элементов, мы сделали первый важный шаг к пониманию того, как атомы связываются между собой. Сделаем еще шаг в этом направлении.

При изучении состава сложных веществ ученые выяснили, что друг с другом соединяется строго определенное и целое число атомов.

Свойство атомов одного элемента присоединять строго определенное число атомов другого элемента называется *валентностью*.

Валентность выражается целым числом и записывается римской цифрой над химическим знаком элемента.

Запись $\overset{\text{I}}{\text{H}}$ и $\overset{\text{II}}{\text{O}}$ читается так: «Валентность водорода равна единице (одному), а валентность кислорода равна двум», или «Водород одновалентен, а кислород двухвалентен».

При образовании веществ атомы связываются друг с другом за счет взаимодействия внешних электронов. Поэтому валентность элемента связана с числом внешних электронов, которое для элементов главных подгрупп равно номеру группы. Электроны внешнего электронного слоя называют также *валентными электронами*.

Валентность может быть *постоянной* и *переменной*. Так, кислород всегда двухвалентен, водород – всегда одновалентен; металлы главной подгруппы первой группы – одновалентны, второй группы – всегда двухвалентны и т. д. В то же время сера может проявлять переменную ва-

лентность, равную двум, четырем и шести ($\overset{\text{II}}{\text{S}}, \overset{\text{IV}}{\text{S}}, \overset{\text{VI}}{\text{S}}$), железо – валентность II и III ($\overset{\text{II}}{\text{Fe}}, \overset{\text{III}}{\text{Fe}}$) и т. д.

По значению валентность может также быть *высшей* и *низшей*. *Высшая* (максимальная) валентность элемента равна номеру группы. Например, сера находится в главной подгруппе шестой группы и проявляет максимальную валентность шесть ($\overset{\text{VI}}{\text{S}}$), углерод – в четвертой группе,



имеет высшую валентность четыре (C), фосфор – в пятой группе, высшая валентность – пять (P).

Кислород и фтор являются исключением из этого правила и не проявляют максимальную валентность, равную номеру группы.

Неметаллы могут проявлять валентность, равную разности «восемь минус номер группы». Такая валентность называется *низшей (минимальной) валентностью*. Например, сера имеет низшую валентность два ($8 - 6 = 2$), хлор – валентность один ($8 - 7 = 1$), кислород – валентность два ($8 - 6 = 2$), фтор – один ($8 - 7 = 1$).

Как правило, у элементов четных групп значения валентности четные, а нечетных групп – нечетные. Элементы первой группы проявляют валентность один, элементы второй группы – два, третьей группы – три; в четвертой группе валентность четыре и два, в пятой – пять и три, в шестой – шесть, четыре и два, а в седьмой – семь, пять, три и один. Далее мы узнаем, что из этого правила также возможны некоторые исключения. Например, азот, помимо значений валентности один и три, также имеет валентность два и четыре.

Значения возможной валентности некоторых элементов представлены в *таблице 2.1*.

Таблица 2.1. Валентность некоторых химических элементов

Валентность	Химические элементы	Валентность	Химические элементы
I	H, Li, Na, K, Ag, F	IV	Si
II	O, Mg, Ca, Ba, Zn	III и V	P
III	Al	I, II, III, IV	N
I и II	Cu	II, IV, VI	S
II и III	Fe	I, III, V, VII	Cl
II и IV	C		

- **Валентность** – свойство атомов одного элемента присоединять строго определенное число атомов других элементов.

- **Высшая валентность (максимальная)** элемента равна номеру группы.

- **Низшая валентность (минимальная)** (для неметаллов) равна разности «восемь минус номер группы».

- **Постоянная валентность:**

I	II	I	I	I	I
H	O	Li	Na	K	F
II	II	II	II	III	
Mg	Ca	Ba	Zn	Al	

- **Переменная валентность:**

I, II	II, III	II, IV, VI
Cu	Fe	S
I, II, III, IV		III, V
N		P
II, IV	I, III, V, VII	
C	Cl	



1. Сформулируй определение понятия *валентность*.
2. Напиши химический знак и значение валентности для элементов: водорода, лития, натрия, калия.
3. Определи минимальную (низшую) валентность элементов:
а) фтора и хлора; **б)** кислорода и серы;
в) азота и фосфора; **г)** углерода и кремния.
4. Назови пять элементов II и III периодов, проявляющих:
а) постоянную валентность; **б)** переменную валентность.
5. Укажи высшую (максимальную) валентность элементов I–VII групп, соединив попарно линиями подходящие значения из противоположных рядов

Номер группы: I II III IV V VI VII

Высшая валентность: II V III I VI IV VII

6. Выбери минимальные значения валентности элементов главных подгрупп IV–VII групп (неметаллов), соединяя линиями соответствующие цифры:

Номер группы: IV V VI VII

Высшая валентность: III II I IV

7. Какие значения валентности (четные или нечетные) характерны для элементов:
а) четных групп; **б)** нечетных групп?
8. Валентность каких элементов не совпадает с номером группы:
а) F; **б)** S; **в)** O; **г)** Na; **д)** C?

2.7 Бинарные соединения. Определение валентности элементов по химической формуле

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Бинарные соединения
- Единица валентности
- Молекулярные формулы

Соединения, которые состоят из двух химических элементов, называются *бинарными соединениями*.

Значение валентности, равное 1, считается *единицей валентности*.

Общее число единиц валентности элемента в бинарном соединении равно произведению значения валентности на число атомов данного элемента.

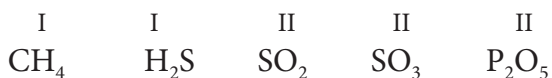
В химической формуле число единиц валентности всех атомов одного элемента должно быть равно обще-

му числу единиц валентности всех атомов другого элемента.

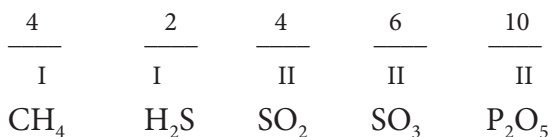
На основе этого правила, если известна валентность одного элемента, по химической формуле можно определить валентность другого элемента.

Для определения валентности элемента с помощью химической формулы необходимо выполнить следующие действия:

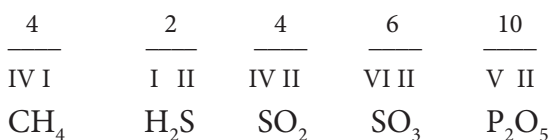
1. Записываем химическую формулу и указываем известную валентность элемента (например, для водорода – I, а для кислорода – II):



2. Определяем общее число единиц валентности данного элемента: умножаем валентность на индекс (если индекс не записан, он равен единице):



3. Находим неизвестную валентность другого элемента: общее число единиц валентности делим на индекс этого элемента. Проставляем валентность над знаком этого элемента:



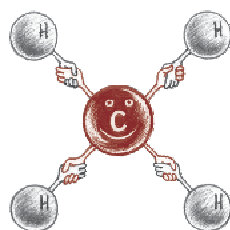
Можно выполнить вычисления валентности и другим способом. Например, для P₂O₅ и SO₂.



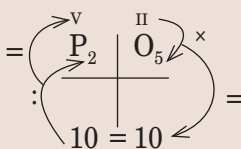
В названиях веществ, образованных элементами с переменной валентностью, в конце в скобках указывают римскую цифру, которая показывает валентность данного элемента в этом соединении. Например, название вещества SO₂ «оксид серы (IV)», читается как «оксид серы – четыре»; для SO₃, «оксид серы (VI)», читается «оксид серы – шесть».



Приведи пример одного химического элемента с постоянной валентностью, а другого элемента – с переменной валентностью. Попробуй объяснить взаимосвязь между значением валентности и положением элемента в периодической системе.



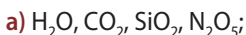
Вычисление валентности по химической формуле



ОЦЕНИВАНИЕ

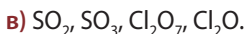


1. Объясни, каким образом можно определить валентность элемента по его положению в периодической системе.
2. Какие элементы имеют постоянную, а какие – переменную валентность?
3. В каждой химической формуле, зная валентность кислорода, определи валентность второго элемента:



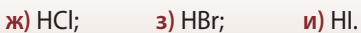
Вычисли относительные молекулярные массы этих веществ.

4. Вычисли валентность элементов в формулах их соединений с кислородом:



Какое число является определяющим для валентности: номер группы или номер периода? Прочти формулы.

5. Определи валентность элементов в формулах их водородных соединений:



Прочти формулы. Для веществ з–е вычисли относительные молекулярные массы.

Работа в группе



- В каждой группе бинарных соединений найди столбик/ряд, состоящий из трех формул, где сумма валентностей элементов равна:

а) 14; б) 17.

а) Na_2O	CaO	Al_2O_3	б) CH_4	SO_3	P_2O_3
NO	H_2O	P_2O_5	MgO	SO_2	Cl_2O_7
CO_2	Cl_2O_5	CO	P_2O_5	H_2S	NH_3

2.8 Составление химических формул по валентности

Мы уже знаем, как считать общее число единиц валентности для каждого элемента в формуле бинарного соединения: надо значение валентности элемента умножить

на его индекс в формуле. Например, для $\overset{\text{IV}}{\text{S}}\overset{\text{II}}{\text{O}}_2$ это число равно $4 \cdot 1 = 2 \cdot 2$. Наименьшее общее кратное (НОК) для значения валентности серы (IV) и кислорода (II) также равно 4.

Таким образом, зная валентность двух элементов, входящих в состав молекулы, можно вычислить индексы, то есть составить химическую формулу.

Для определения индексов при составлении химической формулы необходимо выполнить следующие действия:

1. Записываем рядом знаки химических элементов, из которых будет составлена формула:



2. Над знаками записываем валентности элементов:



3. Превращаем значение валентности одного элемента в индекс другого. Индексы пишем арабскими цифрами:



4. Сокращаем индексы там, где необходимо. Для S_2O_4 , S_2O_6 и C_2O_2 индексы можно сократить на 2, в результате чего получаем: S_1O_2 , S_1O_3 и, соответственно, C_1O_1 . Исключаем из записи цифры 1 (так как индекс, равный единице, не записывается) и получаем конечные формулы:



5. Проверим, правильно ли составлены формулы:

а) умножаем значение валентности элемента на его индекс и получаем общее число единиц валентности данного элемента;



Запомните!

Составление химической формулы по валентности



Проверка

$\overset{\text{V}}{\text{P}}_2$	$\overset{\text{II}}{\text{O}}_5$
$5 \cdot 2 = 10$	$2 \cdot 5 = 10$

б) повторяем операцию для второго элемента, должна получиться та же величина.

Например:

V	II
P ₂	O ₅
5 · 2 = 10	2 · 5 = 10

Когда вы научитесь составлять формулы, все эти операции будете делать в уме.

6. Называем вещества:

P₂O₃ – оксид фосфора (III), P₂O₅ – оксид фосфора (V),
 SO₂ – оксид серы (IV), SO₃ – оксид серы (VI),
 HCl – хлороводород, CO – оксид углерода (II).

Чтобы прочитать химическую формулу, сначала называем знак, а затем индекс. Например:

P₂O₃ – пэ-два-о-три; P₂O₅ – пэ-два-о-пять; SO₂ – эс-о-два; SO₃ – эс-о-три; CO – цэ-о; HCl – аш-хлор.

Химические формулы – это *условное* выражение состава молекул веществ, поэтому необходимо учесть, что чтением химических формул нельзя подменять названия самих веществ. Например, нельзя сказать: «Мы пили аш-два-о», говорится: «Мы пили воду». На уроках химии мы научимся не только читать химические формулы, но и правильно называть вещества по этим формулам.



Выполните!

Опираясь на знания химии и этики, исправь обращение к официанту этих учеников:



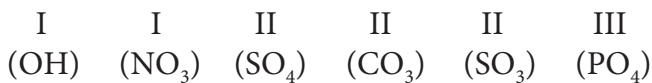
– Дайте мне, пожалуйста, стакан с аш-два-о!

– Хочу, чтобы вы мне принесли стакан холодной воды!

Также следует различать понятия *простое вещество* и *химический элемент*. Когда говорят: «Человек дышит кислородом воздуха, а рыбы дышат кислородом, растворенным в воде», имеют в виду *простое вещество кислород*, молекулы которого состоят из двух атомов химического элемента кислорода. И наоборот, когда сказано, что «кислород входит в состав воды», подразумевается химический элемент кислород, один атом которого входит в состав молекулы воды H₂O.

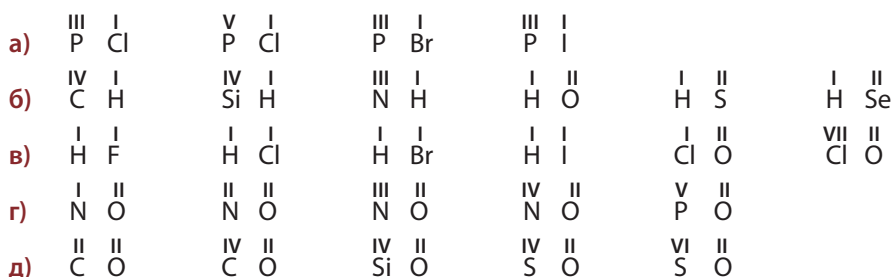
* Валентность – это свойство не только атомов, но и некоторых групп атомов.

Например, приведенные ниже группы имеют следующие валентности:



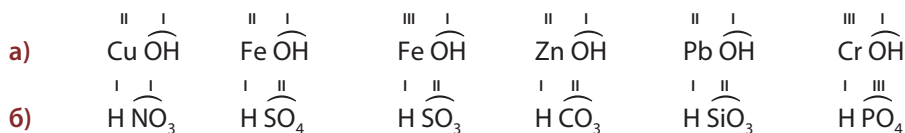
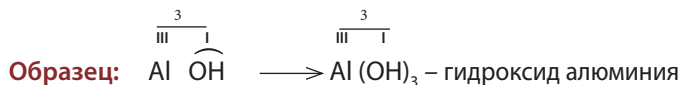


- Какую информацию можно получить по химической формуле:
 - воды H_2O ;
 - оксида углерода (IV) CO_2 .
- Учитывая, что валентность элемента равна разности (8 – номер группы), составь химические формулы соединений с водородом для неметаллических элементов II и III периодов:
 - главных подгрупп VI и VII групп;
 - главных подгрупп IV и V групп (водород стоит на втором месте, в виде исключения).
 Прочти формулы и назови вещества.
- Составь химические формулы соединений с кислородом (оксидов) для элементов главных подгрупп: **а)** IV; **б)** V; **в)** VI; **г)** VII групп. Прочти формулы и назови вещества.
Примечание: высшая валентность элементов равна номеру группы.
- Составь формулы следующих соединений по значениям валентности элементов:



Прочти эти формулы. Вычисли относительные молекулярные массы трех веществ, имеющих разные индексы.

- *5. Составь формулы соединений с участием групп атомов *по образцу*:



6. Составь общие формулы соединений неметаллов IV, V, VI, VII групп с кислородом (оксидов), если известно, что в этих соединениях элементы проявляют высшую валентность:

Группа	IV	V	VI	VII
Высшая валентность	?	?	?	?
Общая формула	RO	RO	RO	RO

- Объясни, в каких случаях речь идет о простом веществе, а в каких – о химическом элементе кислороде:
 - кислород входит в состав воздуха;
 - человек и животные дышат кислородом воздуха;
 - кислород входит в состав воды;
 - кислород растворяется в воде, им дышат рыбы;
 - кислород входит в состав оксида фосфора (V).

Работа в группе



■ Сера (1) известна человеку еще с древности. Этот неметалл встречается в природе в свободном состоянии (2), входит в состав природных минералов (3), таких как пирит – соединение серы (4) с железом. Сера (5) применяется для приготовления мазей от чесотки. Серу (6) сжигают в подвалах, получая оксид серы (IV) (7), который является эффективным средством против плесени.

Выберите группу правильных ответов к утверждениям, в которых идет речь:

- о химическом элементе сера, а не о простом веществе:

а) 1, 2, 3; б) 3, 4, 7; в) 1, 2, 6; г) 3, 5, 7.

- простом веществе сера, а не о химическом элементе:

а) 1, 2, 3, 4; б) 1, 3, 5, 7; в) 1, 2, 5, 6.

■ Составьте формулы четырех простых и четырех сложных веществ и проанализируйте их. Какую информацию можно получить по этим формулам? На основании чего вы можете утверждать, что данное вещество является простым или сложным?

*■ Составьте химические формулы по валентности.

а.	$\begin{array}{c} \text{III I} \\ \text{Fe OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{IV II} \\ \text{S O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{VI II} \\ \text{S O} \end{array}$	б.	$\begin{array}{c} \text{I II} \\ \text{H SO}_4 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{II II} \\ \text{Ca O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{IV II} \\ \text{Si O} \end{array}$	
	$\begin{array}{c} \text{I III} \\ \text{H PO}_4 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{V II} \\ \text{P O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{VII II} \\ \text{Cl O} \end{array}$		$\begin{array}{c} \text{III I} \\ \text{Al OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{IV II} \\ \text{N O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{V I} \\ \text{P Cl} \end{array}$	
	$\begin{array}{c} \text{I I} \\ \text{H Cl} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{IV II} \\ \text{C O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{I II} \\ \text{H S} \end{array}$		$\begin{array}{c} \text{IV I} \\ \text{C H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{III I} \\ \text{P H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{V II} \\ \text{P O} \end{array}$	

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Химическая связь
- Типы химической связи
- Устойчивый электронный слой

2.9 Химическая связь

После того как было установлено, что атомы имеют сложное строение, ученым удалось найти ответ и на другой вопрос: «Какие силы удерживают атомы друг с другом?» Так, в XX веке физики установили, что атомы связываются между собой за счет электронов внешнего уровня. Силы, связывающие атомы, имеют электрическую природу.

Связь атомов друг с другом за счет сил притяжения называется химической связью.

Почему же все-таки атомы связываются между собой за счет валентных (внешних) электронов?

Рассматривая строение электронной оболочки атома (стр. 61), мы отмечали, что самым устойчивым состояни-

ем внешнего слоя является дублет или октет. Например, натрий Na, у которого один электрон на внешнем слое, обладает очень высокой активностью, как и хлор, имеющий семь, или сера – шесть внешних электронов. В то же время аргон Ar с восемью внешними электронами является устойчивым элементом, называемым также *инертным газом*. Поэтому каждый атом стремится приобрести устойчивость, как у инертного газа, то есть за счет притяжения соединиться с другим атомом и образовать устойчивый внешний электронный слой.

Известны три основных типа химической связи: *ковалентная, металлическая и ионная*.

Ковалентная связь образуется, как правило, между атомами неметаллов, *металлическая* – между атомами металлов, а *ионная* – между атомами металлов и неметаллов.

ОЦЕНИВАНИЕ



1. Объясни, что такое химическая связь.
2. Сколько валентных (внешних) электронов в атомах:
 - а) водорода, кислорода, серы, азота, углерода;
 - б) кремния, фосфора, фтора, хлора, брома, иода?
3. Какие типы химической связи тебе известны?

2.10 Ковалентная связь

Рассмотрим, как образуется химическая связь между атомами в двухатомных молекулах простых веществ – водорода, кислорода и азота. Молекулярные формулы этих веществ нам известны: H_2 , O_2 , N_2 .

Мы знаем, что у атома водорода на внешнем слое один электрон, у атома кислорода – шесть электронов, у атома азота – пять электронов. Изобразим внешние электроны точками. Эти точки нарисуем вокруг знака химического элемента: сначала по одной точке со всех четырех сторон (I этап), а затем будем добавлять точки (электроны), образуя пары, пока не достигнем числа внешних электронов данного атома (II этап). В результате получим электронные формулы атомов:

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Пара электронов
- Неспаренный электрон
- Ковалентная связь
- Графическая формула
- Молекулярная формула
- неполярная ковалентная связь
- Одинарная, двойная, тройная связь



ВОДОРОД

$\text{H}\cdot$
электронная формула
атома водорода

↓
 $\text{H}:\text{H}$

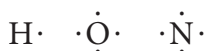
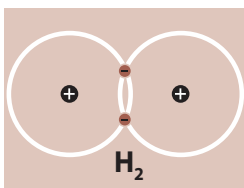
электронная формула
молекулы водорода

$\text{H}-\text{H}$

графическая формула
молекулы водорода

H_2

молекулярная формула
водорода



I этап

Электроны, несмотря на одноименный отрицательный заряд, могут не только отталкиваться, но и притягиваться друг к другу (как маленькие электромагниты), образуя *пары электронов*. Электрон, изображенный одной точкой, называют *неспаренным электроном*.

Как видно, у атома водорода – один неспаренный электрон, у атома кислорода – два, у атома азота – три неспаренных электрона.

Если у двух атомов есть неспаренные электроны, при сближении эти электроны могут объединяться, образуя общие пары. Например, атомы водорода соединяются одной общей парой электронов по схеме:



*атомы
водорода*

*молекула водорода
(электронная формула)*

Общая пара электронов принадлежит обоим атомам в равной степени, при этом каждый атом водорода приобретает устойчивую оболочку из двух электронов, как у инертного газа гелия. В результате положительно заряженные ядра двух атомов водорода сильно притягиваются к общей паре отрицательно заряженных электронов. Вот почему атомам водорода выгодно объединяться в молекулы и газообразное простое вещество водород состоит из молекул, а не из атомов.

При образовании общих пар каждый атом стремится приобрести устойчивую оболочку инертного газа: два электрона или восемь электронов на внешнем уровне.

Химическая связь, образованная за счет общих пар электронов, называется ковалентной связью.

Слово «ковалентная» означает «совместно валентная».

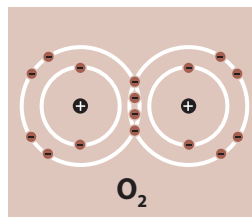
Одна общая пара электронов – это одна химическая связь.

В молекуле водорода одна химическая связь. Если заменить электронную пару черточкой, получим *графическую формулу* $\text{H}-\text{H}$.

Составим схему образования молекулы кислорода O_2 .



В результате у каждого атома кислорода на внешнем слое стало по восемь электронов (устойчивый октет), а между атомами образовались две общие пары электронов, то есть две химические связи $O=O$. Такую связь называют *двойной связью*.



Валентность элемента в ковалентном соединении равна числу общих электронных пар или химических связей.

В молекуле водорода H_2 одна общая пара электронов (одна связь), значит, водород одновалентен, а кислород в молекуле O_2 двухвалентен, так как образуются две связи – две общие пары электронов.

При описании образования химической связи необходимо соблюдать определенную последовательность действий. Рассмотрим общий порядок на примере образования молекулы азота N_2 .

1. Записываем рядом два химических знака и изображаем точками внешние электроны:



2. Соединяем неспаренные электроны в общие пары:



3. Общие пары электронов располагаем симметрично, так как здесь два одинаковых атома и они в равной мере притягивают к себе общие пары электронов:

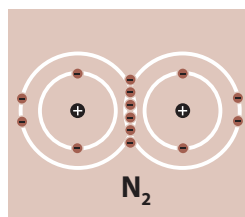


4. Считаем общее число электронов у каждого атома – оно должно быть равно восьми (как у ближайшего инертного газа, неона).

5. Считаем общие пары электронов. Здесь три общих пары, следовательно, образовалось три связи.



Напиши молекулярные, электронные и графические формулы для простых веществ: водорода, кислорода, азота.



6. Записываем графическую формулу молекулы азота, указывая *тройную связь* между атомами: $N \equiv N$.

Называем связь: в молекуле азота *ковалентная тройная связь*.

7. Определяем валентность каждого атома по числу связей. Валентность азота в молекуле N_2 равна трем.

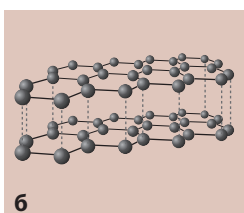
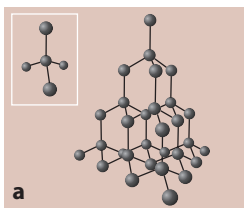


Рис. 2.1. Расположение атомов углерода в кристаллах: а – алмаза, б – графита.

Химическая связь, образованная между одинаковыми атомами за счет общих пар электронов, расположенных симметрично, называется ковалентной неполярной связью.

Физические свойства веществ с ковалентной неполярной связью. Как правило, ковалентная неполярная связь образуется в простых веществах неметаллах. Они могут состоять из атомов или молекул.

Например, кристаллы алмаза и графита состоят из атомов углерода, которые связаны между собой ковалентными связями, образуя гигантскую молекулу (рис. 2.1). Однако эти вещества (алмаз и графит) записывают так, как была бы записана одноатомная молекула углерода – знаком C .

В обычных условиях вещества, образованные из молекул с ковалентной неполярной связью, могут встречаться в разных агрегатных состояниях. Например:

- водород H_2 – газ
- кислород O_2 – газ
- азот N_2 – газ
- фтор F_2 – газ
- хлор Cl_2 – газ
- бром Br_2 – жидкость
- иод I_2 – твердое вещество
- сера S_8 – твердое вещество
- фосфор P_4 – твердое вещество

При записи таких веществ, как сера S_8 и фосфор P_4 , мы будем для простоты писать только химические знаки S и P .

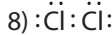
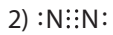
ОЦЕНИВАНИЕ

1. Что такое ковалентная связь? Приведи примеры веществ с ковалентной связью.
2. Какая ковалентная связь называется *неполярной*? Приведи примеры.



3. Из предложенных ниже формул выбери:

а) молекулярные формулы; б) электронные формулы:



В каких случаях вокруг атомов образуется устойчивый октет электронов?

4. Изобрази схемы образования химических связей в молекулах H_2 , O_2 , N_2 . Назови эти связи.

5. Соедини линиями каждый химический элемент с соответствующим числом неспаренных электронов и значением валентности:

Валентность элемента	Название элемента	Число неспаренных электронов
1	кислород	1
2	водород	3
1	хлор	2
3	азот	1

6. Зная, что у атомов фтора, хлора, брома и иода по семь электронов на внешнем слое, составь схемы образования ковалентных неполярных связей в молекулах F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 .

2.11 Понятие об электроотрицательности. Ковалентная полярная связь

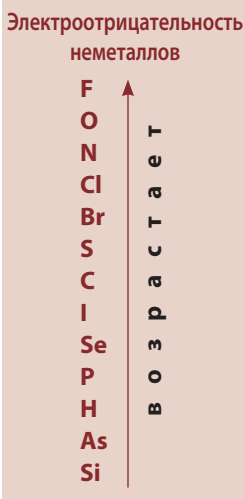
Мы рассмотрели образование ковалентной связи между одинаковыми атомами неметаллов в молекулах простых веществ H_2 , O_2 , N_2 . Известно большое число сложных веществ – химических соединений разных неметаллов друг с другом. Например, водород образует соединения почти со всеми неметаллами: метан CH_4 , аммиак NH_3 , вода H_2O , хлороводород HCl и т. д. И в этих молекулах между атомами также образуются ковалентные связи. Но оказалось, что *при связывании двух атомов разных элементов один из них в большей мере оттягивает на себя общую пару электронов.*

Свойство атомов данного элемента оттягивать на себя электроны от атомов других элементов называется электроотрицательностью (ЭО).

За единицу (то есть равную 1,0) электроотрицательности принимают электроотрицательность лития. Самую

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Электроотрицательность
- Ковалентная полярная связь
- Значение электроотрицательности
- Частичный заряд



Выполните!

Напиши знаки трех элементов из разных периодов, значение электроотрицательности которых находится между 1 и 2.

высокую электроотрицательность, равную 4, проявляет фтор (см. табл. 2.2).

Таблица 2.2. Относительная электроотрицательность химических элементов

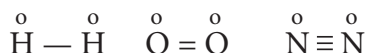
Группа \ Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H 2,1							
2	Li 1,0	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0	
3	Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,2	S 2,5	Cl 3,0	
4	K 0,8	Ca 1,0					Br 2,8	Fe 1,8
5	Rb 0,8	Sr 0,9					I 2,5	

Как можно заметить при рассмотрении таблицы, в периоде электроотрицательность увеличивается, а в группе – уменьшается с увеличением порядкового номера элемента. Наиболее высокая электроотрицательность у фтора, кислорода, азота и хлора.

В молекулах простых веществ неметаллов (H_2 , O_2 , N_2) атомы одинаковы и имеют одинаковую электроотрицательность, поэтому общие пары электронов расположены симметрично между атомами. Во всех трех молекулах образуются, как нам известно, ковалентные неполярные связи. На основе всей известной информации можно сформулировать новое определение ковалентной неполярной связи:

Химическая связь, образованная за счет общей пары электронов между атомами с одинаковой электроотрицательностью, называется ковалентной неполярной связью.

Заряд на каждом атоме в молекулах с ковалентной неполярной связью равен нулю:



Атомы разных неметаллов, соединяясь друг с другом, образуют молекулы сложных веществ.

При записи химических формул сложных веществ на первом месте пишут элемент с меньшей электроотрицательностью, а на втором – с большей, например, H_2O , HCl . Исключениями являются CH_4 , NH_3 , PH_3 .

Рассмотрим образование связи между атомами водорода и хлора в молекуле хлороводорода HCl , применяя алгоритм, рассмотренный в предыдущем параграфе (для молекулы N_2).

Схема образования химической связи в молекуле хлороводорода HCl :

1. Молекула состоит из атомов двух неметаллов, следовательно, связь будет ковалентная (за счет образования общих пар электронов).
2. Запишем химические знаки и изобразим вокруг них точками внешние электроны: у водорода один, а у хлора – семь (расположен в VII группе):



3. У хлора один неспаренный электрон, значит, хлор с водородом может образовать одну общую пару электронов. Соединим неспаренные электроны водорода и хлора в общую пару:



4. Для того чтобы составить электронную и графическую формулы молекулы хлороводорода, необходимо выяснить, как расположена общая пара электронов между атомами. Найдем в таблице 2.2 значения электроотрицательностей (ЭО) водорода и хлора и сравним эти величины:

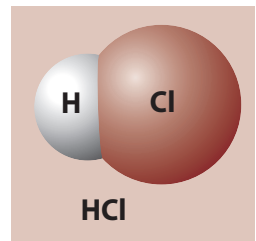
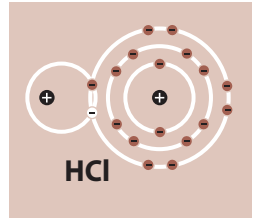
$$\text{ЭО (H)} = 2,1; \quad \text{ЭО (Cl)} = 3,0$$

Общая пара электронов смещается к атому с большей электроотрицательностью.

У хлора электроотрицательность больше, поэтому он оттягивает к себе общую пару:



В результате у водорода образовался дублет, а у хлора – устойчивый октет электронов на внешнем слое:



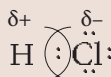


электронная формула

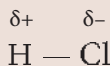


графическая формула

5. Поскольку общая пара электронов (заряженных отрицательно) расположена ближе к атому хлора, на нем образуется частично отрицательный заряд, а на атоме водорода – частично положительный заряд. Частичный заряд обозначается греческой буквой δ (*дельта*) и записывается над знаком химического элемента:



электронная формула



графическая формула

На одном конце связи образовался положительный полюс, а на другом – отрицательный. Такую связь называют *полярной ковалентной связью*.

Химическая связь, образованная за счет общей пары электронов, смещенной к атому с большей электроотрицательностью, называется ковалентной полярной связью.

6. Проверим общее число электронов у каждого атома: у атома водорода два электрона (дублет), у атома хлора – восемь (октет).
7. Считаем число общих пар электронов. В данном случае образовалась одна общая пара, следовательно, одна химическая связь. Это значит, что оба элемента, водород и хлор, одновалентны (по числу химических связей).

Химическая связь в молекуле хлороводорода HCl ковалентная полярная, одинарная.

Аналогичным образом образуются молекулы фтороводорода HF, бромоводорода HBr и иодоводорода HI.

Используя ход рассуждений, приведенный выше, рассмотрим образование молекулы воды H₂O.

Схема образования ковалентных связей в молекуле воды:

1. Какие типы связей образуются? Оба элемента неметаллические, значит, связи ковалентные (за счет общих пар электронов).



Выполните!

Сравни способ образования химической связи в молекулах F₂ и HF.

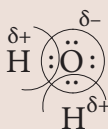
2. Как расположены общие пары? Электроотрицательность кислорода (3,5) больше, чем водорода (2,1) (см. табл. 2.2), поэтому общие пары будут смещены к атому кислорода и связь будет ковалентная полярная.
3. Изобразим образование ковалентных полярных связей в виде схемы:



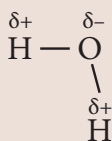
У водорода образовался дублет – два электрона, у кислорода – октет – восемь электронов, то есть устойчивые электронные оболочки.

4. Общие пары, смещенные к кислороду, создают на атоме кислорода избыточный (частичный) отрицательный заряд δ^- , а на атоме водорода – избыточный (частичный) положительный заряд δ^+ :

Укажем это в электронной и графической формулах:



электронная формула воды

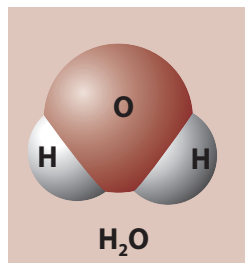
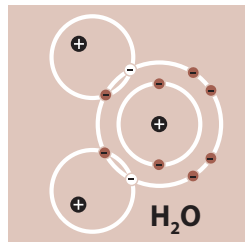


графическая формула воды

5. Валентность водорода в молекуле воды равна единице (водород образует одну связь с атомом кислорода), а валентность кислорода – двум (две связи с двумя атомами водорода). Таким образом, водород одновалентен, кислород – двухвалентен.

Сложные вещества, состоящие из молекул с ковалентной полярной связью, могут быть газообразными, твердыми и жидкими.

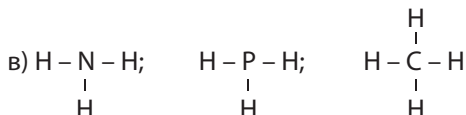
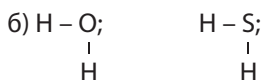
Водородные соединения неметаллов (NH_3 , CH_4 , HF), HCl , HBr , HI и др.) являются газами. Исключение составляет вода H_2O , которая при обычной температуре является жидкостью, ниже 0°C – твердым веществом (в виде льда), а при температуре выше 100°C – газообразна.



Используя данный алгоритм, попробуй объяснить образование ковалентных связей в молекуле аммиака NH_3 .



1. Какое свойство атомов называется электроотрицательностью?
2. Электроотрицательность какого элемента принята за единицу (1,0)?
3. Где в периодической системе расположены элементы с наибольшей электроотрицательностью? Назови эти элементы.
4. Расположи элементы из таблицы 2.2 в ряд в порядке убывания электроотрицательности.
5. Дай определение полярной ковалентной связи и приведи примеры образования связи этого типа.
6. Изобрази схемы образования химических связей в молекулах HF, HBr и HI, зная, что у атомов фтора, брома и иода по семь электронов на внешнем слое. Назови тип связи в каждом соединении.
7. Какие связи образуются в молекуле воды? Объясни их образование, укажи соответствующие частичные заряды и валентность каждого атома.
8. Назови тип химической связи между атомами в каждой из молекул:



Какова валентность каждого элемента?

9. Составь электронные формулы веществ из задания 8. Замени каждую черточку парой электронов, правильно расположи эту пару между атомами и добавь электронные пары так, чтобы вокруг атомов стало по 8 электронов (только у водорода – 2).
10. Составь молекулярные формулы веществ из задания 8. Прочти формулы. Укажи валентность элементов.
11. Проанализируй приведенные ниже выражения а-г и выбери подходящую букву, которая соответствует каждому из утверждений 11.1–11.4:

а) обе части выражения правильны, есть причинно-следственная связь;

б) обе части выражения неправильны;

в) первая часть правильна, а вторая – неправильна;

г) первая часть неправильна, а вторая – правильна.

11.1. В молекуле HCl связь ковалентная неполярная, потому что значения электроотрицательности атомов одинаковы.

11.2. В молекуле HCl связь ковалентная полярная, потому что общая пара электронов смещена к более электроотрицательному атому хлора.

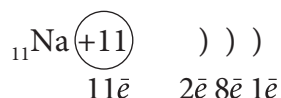
11.3. В молекуле HCl связь двойная, потому что образуется одна общая пара электронов;

11.4. В молекуле HCl связь ковалентная полярная, потому что на атоме водорода образуется частичный положительный заряд, а на атоме хлора – частичный отрицательный заряд.

2.12 Металлическая связь

В предыдущих параграфах мы изучали простые и сложные вещества, состоящие из атомов неметаллов, с образующейся между ними ковалентной неполярной и полярной связью. Однако, как нам известно, большинство элементов – металлические. Какая связь реализуется в простых веществах – металлах?

В атомах большинства металлов на внешнем слое один, два или три электрона, реже – четыре или пять электронов. Например, в электронной оболочке атома натрия электроны распределяются по слоям следующим образом:



На внешнем слое у натрия один электрон, а на предпоследнем слое – устойчивый октет.

Все металлы, за исключением ртути, – твердые кристаллические вещества. Ртуть – единственный металл, жидкий при обычных условиях. Что представляет собой кусочек металла? Атомы в нем расположены в определенном порядке и находятся в особом состоянии. Например, в кристалле натрия единственный электрон внешнего слоя легко отрывается от каждого атома натрия. Эти свободные электроны не объединяются в пары, а хаотично движутся в кусочке металла, как «электронный газ», который принадлежит всем атомам металла и связывает их между собой. Образуется как бы одна огромная молекула.

Химическая связь, образованная между атомами металлов за счет обобществленных электронов, называется металлической связью.

Металлы – простые вещества, которые обозначаются химическим знаком элемента, например, натрий Na, цинк Zn, алюминий Al, медь Cu, железо Fe.

Теперь, зная сущность металлической связи, мы можем объяснить все замечательные свойства металлов. Например, металлы хорошо проводят электрический ток благодаря тому, что «электронный газ» способен легко передвигаться в металле. Электрический ток в металлах – направленное движение электронов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Электронный газ
- Металлическая связь
- Электро- и теплопроводность



ВЫПОЛНИТЕ!

Вспомни из курса физики, что такое электропроводность.

Почему электрические провода изготавливают именно из металлов?



Выполните!

Объясни, почему металлическая ложка нагревается легче, чем пластмассовая?

Металлы также являются хорошими проводниками тепла. Вам известно, что металлические предметы нагреваются легче, чем изготовленные из пластмассы или других материалов (древесины, стекла, камня и т. д.). Почему? Тепло передается от атома к атому общими электронами, которые находятся в постоянном движении.



Оценивание

1. Объясни, как ведут себя внешние электроны атомов металлов в простых веществах – металлах.
2. Сформулируй определение металлической связи.
3. Объясни, чем обусловлена высокая электрическая проводимость металлов.
4. Металлы хорошо проводят тепло. Почему?
5. Рассмотр *рисунок 1.3* на стр. 8. Как ты думаешь, какие кубики быстрее нагреются под лучами летнего солнца? Аргументируй ответ.
6. Сравни вещества с металлической связью и вещества, состоящие из молекул с ковалентной связью.

Ключевые слова

- Ионы
- Положительные ионы
- Отрицательные ионы
- Ионная связь

2.13 Ионная связь

В молекулах простых или сложных веществ, образованных атомами неметаллов, химические связи являются ковалентными (образованными за счет общих пар электронов).

Если атомы неметаллов имеют разную электроотрицательность, то общая пара электронов смещена к атому с большим значением электроотрицательности. В этом случае образуется ковалентная полярная связь, например, в хлороводороде $\text{H} \overset{\delta+}{:} \underset{\delta-}{\ddot{\text{Cl}}}$.

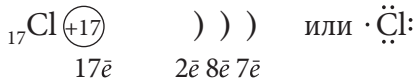
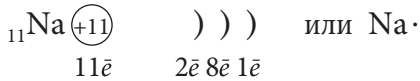
В простых веществах металлах атомы связаны металлической связью за счет обобществленных электронов. Атомы металлов имеют на внешнем слое малое число электронов (1, 2, реже 3, 4) и легко отдают их для общего использования всеми атомами металла в образце.

В этом параграфе мы изучим соединения металлов и неметаллов друг с другом.

Металлы и неметаллы, соединяясь между собой, образуют огромное число сложных веществ. Например, хо-

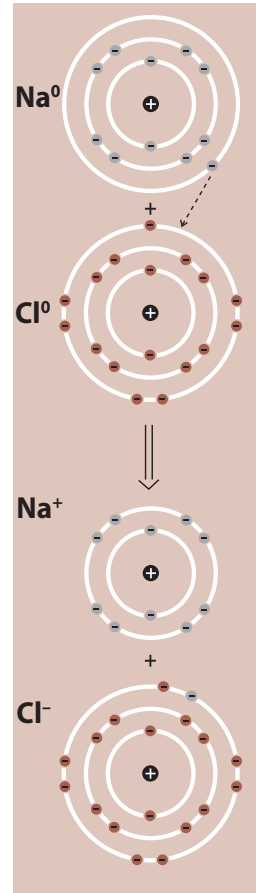
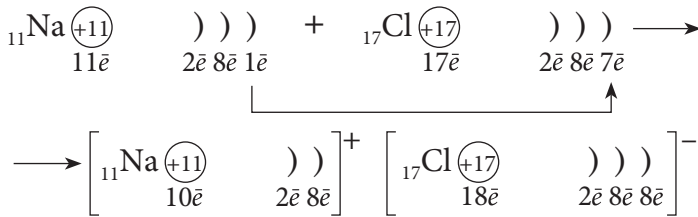
рошо известная нам поваренная соль имеет состав NaCl и называется «хлорид натрия». Как связаны атомы элементов в таких веществах?

Составим электронные схемы и запишем электронные формулы атомов натрия и хлора:



Сравним значения электроотрицательностей этих элементов (см. таблицу 2.2): ЭО (Na) = 0,9; ЭО (Cl) = 3,0.

Электроотрицательность хлора значительно больше, причем разность в значениях электроотрицательности натрия и хлора составляет 2,1. Когда атомы натрия и хлора сближаются и сталкиваются, атом хлора, имея бóльшую электроотрицательность, перетягивает к себе единственный внешний электрон атома натрия. При этом хлор дополняет свой внешний слой до завершеного устойчивого восьмиэлектронного состояния (октета), а у атома натрия остается предпоследний, тоже устойчивый слой из восьми электронов:

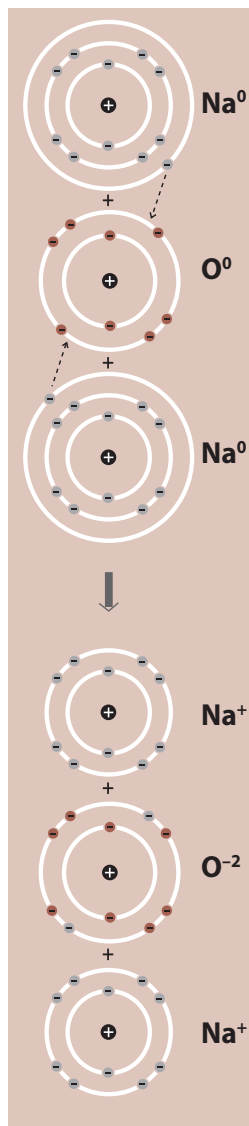


Заряженные частицы, в которые превращаются атомы в результате отдачи или приема электронов, называются ионами.

Ионы бывают *положительными* и *отрицательными*.

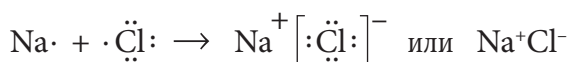
Атом натрия отдает один электрон и превращается в положительный ион с зарядом +1, потому что теперь заряд ядра (+11) на единицу больше, чем общее число оставшихся электронов (10): +11 + (-10) = +1.

Атом хлора превратился в отрицательный ион, с зарядом -1: заряд ядра хлора +17, общее число электронов



стало 18, и их общий отрицательный заряд равен -18 . Тогда суммарный заряд иона: $+17 + (-18) = -1$. Иначе говоря, нейтральный атом хлора принял один отрицательно заряженный электрон и получился отрицательный ион с зарядом -1 ($0 - 1 = -1$).

Можно записать схему образования ионов Na^+ и Cl^- :



Из физики мы знаем, что частицы с противоположными зарядами притягиваются. Притяжение положительных и отрицательных ионов происходит за счет сил, имеющих электростатическую природу.

Химическая связь, возникающая между ионами в результате электростатического притяжения, называется ионной связью.

Для образования ионной связи различие в электроотрицательности элементов должно быть больше или равно 2. В хлориде натрия разность значений ЭО 2,1. Общая пара электронов, которая могла бы образоваться, *полностью смещается* к атому хлора, в результате образуется ионная связь. Ионная связь – это крайний случай полярной ковалентной связи. Ионная связь возникает между металлами главных подгрупп I и II групп и неметаллами VII и VI групп. Например, NaF , KF , LiF , LiCl , CaO , K_2O , Na_2O .

Молекулы с ионной связью существуют только в газообразном состоянии вещества. При обычной температуре все ионные соединения являются ионными кристаллами, в которых нет отдельных молекул. Это как бы одна огромная молекула, состоящая из чередующихся положительных и отрицательных ионов.

Например, в кристалле NaCl (рис. 2.2) определенным образом чередуются ионы натрия Na^+ и хлора Cl^- .

Свойства веществ с ионной связью. Все вещества с ионной связью хрупки, плохо проводят тепло и не проводят электрический ток.

Если насыпать 1–2 ложечки поваренной соли на металлическую сковороду и поставить ее на огонь, сковорода нагреется быстро, а до соли еще долго можно дотрагиваться рукой. Соль, в отличие от металла, нагревается

медленнее. Это можно объяснить тем, что в металлах тепло передается от атома к атому обобщественными электронами, которые постоянно движутся. В случае веществ с ионной связью, например поваренной соли, ионы только слегка колеблются в кристалле соли и передают тепло постепенно.

В твердом виде в ионных соединениях нет движущихся заряженных частиц, поэтому соль не проводит электрический ток.

Большинство ионных соединений хорошо растворимы в воде.

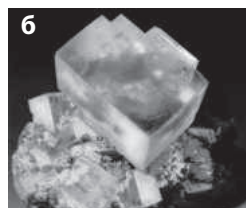
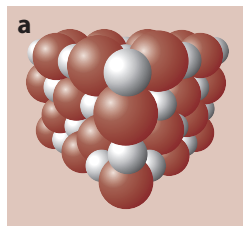


Рис. 2.2. а) Расположение ионов в кристалле хлорида натрия; б) Внешний вид кристалла поваренной соли NaCl

ОЦЕНИВАНИЕ



- Объясни, как образуются ионы из атомов металлов и неметаллов.
- Сформулируй определение иона.
- Дай определение ионной связи.
- При сближении атомов каких элементов может образоваться ионная связь?
- Опиши свойства веществ с ионной связью.
- Выбери вещества с ионной связью:

а) оксид фосфора (V) P_2O_5 ;	б) хлорид калия KCl;
в) вода H_2O ;	г) фторид натрия NaF.
- Укажи вещества, кристаллы которых состоят из ионов:

а) хлорид калия (KCl);	б) алмаз (C);	в) вода (H_2O);
г) иод (I_2);	д) фторид натрия (NaF).	
- Выбери верные ответы:
 - Элементы главной подгруппы I группы участвуют в образовании химической связи:

а) ковалентной неполярной;
б) ковалентной полярной;
в) ионной.
 - Элементы главной подгруппы VII группы могут участвовать в образовании химической связи:

а) ионной;	б) ковалентной неполярной;
в) ковалентной полярной.	

Приведи примеры соответствующих веществ.

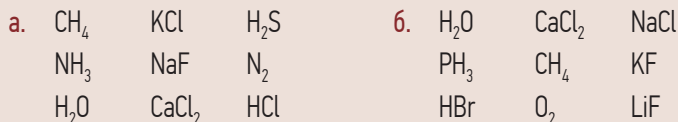
- Даны вещества: а) NaCl, Cl_2 , HCl; б) KF, F_2 , HF. Расположи эти вещества в порядке возрастания степени смещения общей пары электронов между атомами.

Назови типы химических связей в этих веществах.

Работа в группе



■ Из предложенных формул простых и сложных веществ (*a* и *б*) выберите колонки, содержащие только вещества с ионной связью:



Напишите схемы образования ионов из атомов для каждого вещества с ионной связью.

■ Выберите из задания, данного выше, молекулярные формулы веществ, которые имеют большое значение в повседневной жизни. Укажите области их применения.

* ■ Используя таблицу растворимости (*приложение 5*), составьте формулы соединений в таблице:

Ионы	Cl ⁻	S ²⁻	NO ₃ ⁻
K ⁺			
Ca ²⁺			
Al ³⁺			

Информация для разработки творческой работы

- Натрий и хлор входят в число 11 элементов, остро необходимых организму человека. Однако человек нуждается не в простых веществах – металлическом натрии Na и токсичном газе Cl₂, а в ионах Na⁺ и Cl⁻. Откуда можно взять эти ионы? Конечно, из хлорида натрия NaCl – одного из самых важных ионных продуктов питания.
- В нашей стране продается йодированная поваренная соль для профилактики заболеваний щитовидной железы. В поваренную соль добавляют иодид калия K⁺I⁻.
- В качестве успокоительного средства для нервной системы медики рекомендуют бром. Но простое вещество бром Br₂ очень ядовито – оно способно отравить, а не излечить! Наверное, вы уже догадались, что человек применяет бромид-ион Br⁻, который входит в состав ионных кристаллов бромида натрия Na⁺Br⁻ и бромида калия K⁺Br⁻.



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В ОБРАЗЦАХ
ПРЕДЛОЖЕННЫХ ВЕЩЕСТВ ПО ИХ ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ

Оборудование и реактивы: образцы веществ H_2O , $NaCl$, CaO , KCl , C , I_2 , S в ампулах с указанной формулой.

Ход работы:

1. Рассмотрите предложенные вещества и определите качественный состав (тип элементов: металлические/неметаллические), тип химической связи на основании сравнения значений электроотрицательности. Начертите в тетради приведенную ниже таблицу и заполните ее.

№	Вещество	Качественный состав	Электроотрицательность элементов	Тип химической связи

2. Перечертите в тетрадь нижеследующую таблицу и опишите физические свойства веществ.

Вещество	Тип химической связи	2–3 физических свойства
I_2		
H_2O		
$NaCl$		

ИТОГОВОЕ ОЦЕНИВАНИЕ



Обведи правильный ответ в заданиях I–VII, X–XII, XIV:

- I. Атом состоит из:
а) ядра и электронов; б) протонов; в) электронов и нейтронов; г) электронов и протонов.
- II. Ядро атома состоит из:
а) протонов; б) протонов и нейтронов; в) электронов; г) нейтронов; д) протонов и электронов; е) электронов и нейтронов.
- III. Какие из нижеследующих утверждений верны:
а) число электронов в атоме равно заряду ядра;
б) число электронов в атоме равно числу нейтронов;
в) число протонов в ядре равно заряду ядра;
г) порядковый номер атома равен числу нейтронов.
- IV. Число протонов и нейтронов для элемента с порядковым номером 16 соответственно равно:
а) $16p$ и $16n$; б) $7p$ и $9n$; в) $9p$ и $7n$.
- V. Число электронных слоев в атоме соответствует:
а) номеру периода; б) номеру группы; в) атомной массе; г) атомному (порядковому) номеру.
- VI. Число электронов на внешнем слое атомов элементов главных подгрупп равно:
а) номеру периода; б) номеру группы; в) атомной массе; г) атомному (порядковому) номеру.
- VII. Выбери верные утверждения:
а) валентность может быть постоянной и переменной;
б) высшая валентность равна номеру группы;
в) высшая валентность хлора равна 1;
г) железо может иметь валентность II и IV.
- VIII. Определи валентность каждого элемента по формулам:
а) NH_3 PH_3 CH_4
б) SO_2 SO_3 P_2O_3
в) N_2O NO N_2O_3
- IX. Составь формулы соединений по валентности:
а) $\overset{\text{I}}{\text{H}}\overset{\text{II}}{\text{O}}$ б) $\overset{\text{IV}}{\text{C}}\overset{\text{II}}{\text{O}}$ в) $\overset{\text{I}}{\text{H}}\overset{\text{II}}{\text{S}}$ г) $\overset{\text{II}}{\text{N}}\overset{\text{II}}{\text{O}}$
- X. Химический элемент имеет следующее распределение электронов по слоям: $2\bar{e}$ и $7\bar{e}$. Какой это элемент: а) кислород; б) фтор; в) сера; г) хлор?
- XI. В каких из нижеприведенных пар указаны знаки элементов с двумя электронами на внешнем слое:
а) Ca и Mg; б) Ca и K; в) Ca и Na; г) Ca и Al?
- XII. Обведи в каждой из нижеследующих формул химический знак элемента с большей электроотрицательностью:
а) KCl б) Na_2O в) NH_3 г) HI д) H_2S .
- XIII. Впиши в свободные пространства недостающие слова:
а) В молекуле хлора связь ...
б) В молекуле хлороводорода связь ...
- XIV. В каких веществах реализуется ионная связь:
а) HI б) KI в) CaO г) I_2 ?

После изучения этой главы ты будешь способен:

- описывать значение смесей в жизни человека;
- различать чистые вещества и смеси, называть виды смесей и методы их разделения;
- различать источники загрязнения воды и пути ее очистки;
- осуществлять экспериментально очистку воды и поваренной соли согласно инструкции и правилам техники безопасности;
- определять источники и последствия загрязнения воздуха и предлагать методы решения проблемы загрязнения окружающей среды;
- аргументировать роль химии в повышении качества жизни и защите окружающей среды.

3.1 Чистые вещества и смеси

В предыдущих главах этого учебника мы узнали, что химия является наукой о веществах. Мы изучили, что представляют собой простые и сложные вещества, каковы их свойства, что обозначает химическая формула, относительная молекулярная масса, химическая связь в молекуле вещества и др. Однако, рассматривая эти характеристики, мы не отмечали каждый раз, что все они относятся только к чистым веществам.

Чистые вещества. В химии под словом «вещество» подразумевается только «чистое вещество». Например, под названием «вода» имеется в виду не морская или родниковая, а дистиллированная вода, состоящая только из молекул H_2O ; точно так же, как «кислород» означает вещество, состоящее только из молекул O_2 , и т. д.

Изучая типы химической связи, мы выяснили, что вещества могут состоять из молекул (с ковалентной неполярной или полярной связью), из атомов (если связь металлическая) или из ионов (для веществ с ионной связью).

Чистые вещества состоят из молекул, атомов или ионов только одного вещества.

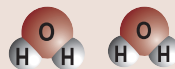
Чистые вещества обладают постоянными физическими и химическими свойствами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Чистое вещество
- Смесь веществ
- Однородная смесь
- Неоднородная смесь
- Раствор – однородная смесь

Чистые вещества:

• Вода



• Кислород



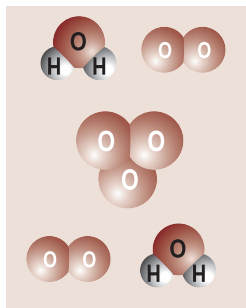
Заметка

Степень чистоты химического вещества указана на этикетке сосуда, где оно хранится. Одно и то же вещество может быть чистым (*химически чистым, чистым для анализа*) или с примесями (*техническое вещество*).



Выполните!

Сколько веществ содержится в смеси на рисунке? Назови эти вещества.



Для того, чтобы исследовать и описать вещество, химик должен прежде всего получить его в чистом виде – очистить. Но веществ абсолютно чистых (с чистотой 100%) не существует, поэтому в зависимости от области применения вещества выполняется очистка различной степени.

Смеси веществ. В жизни мы встречаемся, как правило, не с отдельными чистыми веществами, а со смесями: воздух, природная вода, молоко и т. д. Таким образом, окружающая нас материя – это в большинстве случаев смеси различных веществ. Например, морская вода содержит разные соли, кислород и другие компоненты; воздух – это смесь нескольких газов (кислорода, азота, углекислого газа); нефть и природный газ – смесь веществ, называемых *углеводородами* и т. д.

Смеси содержат молекулы, атомы или ионы двух или более веществ.

Смеси веществ могут быть *однородными* и *неоднородными*.

В *однородных* смесях составляющие их вещества нельзя различить даже под микроскопом. Например, поваренная соль или сахар, растворяясь в воде, образуют однородные смеси – их также называют *растворами*. При растворении в воде происходит измельчение вещества до отдельных молекул и даже до ионов, которые равномерно распределяются между молекулами воды.

В *неоднородных* смесях вещества, входящие в их состав, можно легко различить невооруженным глазом или с помощью микроскопа.

Неоднородные смеси классифицируют по составу, в зависимости от агрегатного состояния веществ – компонентов смеси. Например:

Жидкость – твердое вещество (вода с глиной или песком);

- *Газ – твердое вещество* (частички твердых веществ в воздухе – дым);
- *Жидкость – газ* (капельки воды в воздухе – туман);
- *Жидкость – жидкость* (вода с маслом или бензином, нефтью) и т. д.

Значение смесей в жизни человека. Вспомним, какие продукты мы ежедневно применяем в нашей жизни: вода,

чай, молоко, соки, колбасы, печенье, конфеты, зубная паста, иногда лекарства, витамины и многое другое.

Есть ли среди них продукт, представляющий собой чистое вещество? Нет, ни одного!

Большинство используемых нами продуктов – это смеси, однородные и неоднородные. Из всей природной материи, которая нас окружает (вода, почва, руда, нефть, природный газ и т. д.) производятся товары и продукты, обеспечивающие наше существование. И эти продукты в большинстве случаев также являются смесями. Означает ли это, что чистые вещества не имеют никакого значения? Для понимания их роли рассмотрим *рисунок 3.1*.

Все природные смеси (I) превращают в полезную продукцию благодаря тщательному разделению смесей и выделению веществ, входящих в их состав (II). Затем на их основе получают новые вещества (III). После изучения физических, химических свойств и физиологического действия чистых веществ (II и III) создают и предлагают для использования различные новые смеси (IV) – продукцию, чрезвычайно полезную для человека.

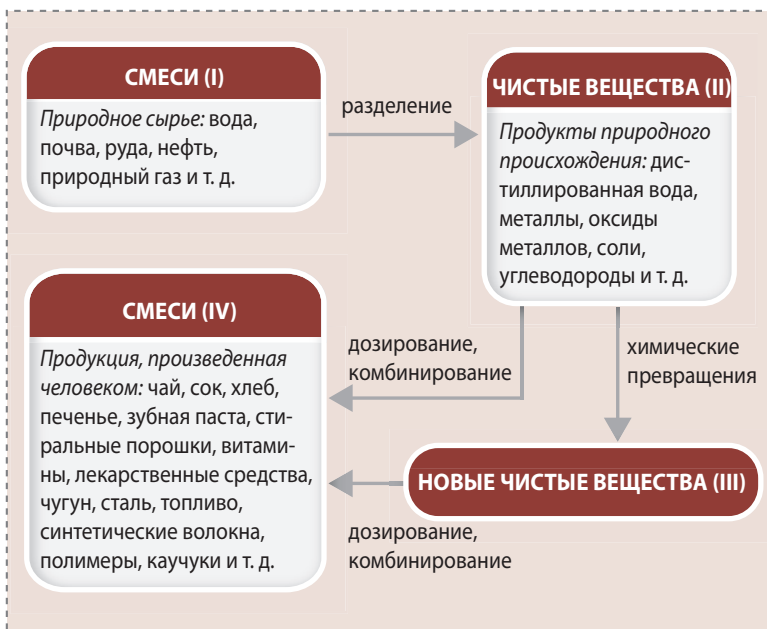


Рис. 3.1. Значение смесей и чистых веществ в создании новой продукции и материалов, необходимых человеку

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Что в химии означает слово «вещество»? Охарактеризуй физические свойства чистых веществ:
 - а) вода;
 - б) кислород;
 - в) сахар;
 - г) поваренная соль.
2. Что такое смеси: а) однородные; б) неоднородные? Приведи примеры.



3. Приведи примеры неоднородных смесей, состоящих из:
 - а) твердого и жидкого вещества;
 - б) двух твердых веществ;
 - в) газообразного и жидкого вещества;
 - г) двух жидких веществ;
 - д) газообразного и твердого вещества.
4. Приведи примеры смесей и объясни:
 - а) их значение в повседневной жизни;
 - б) роль человека в создании смесей.
5. Даны следующие смеси:

а) воздух;	б) молоко;	в) сок;
г) сахар с солью;	д) туман;	е) вода со спиртом;
ж) вода с нефтью;	з) дым;	и) морская вода.

Раздели их на две группы:

I – однородные; II – неоднородные смеси.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Химически чистое вещество
- Разделение
- Отстаивание
- Фильтрование, фильтрат
- Декантация
- Действие магнита
- Выпаривание
- Кристаллизация
- Дистилляция

3.2 Очистка веществ

Для исследования любого вещества необходимо в первую очередь выделить его из смеси и очистить до состояния *химически чистого вещества*. Таким образом, *очистка веществ – это разделение смесей*. Данный процесс основан на различиях в свойствах веществ.

Разделение неоднородных смесей

Основными методами разделения неоднородных смесей являются: *отстаивание, фильтрование, декантация и действие магнитом*.

Отстаивание применяют для отделения большей части твердого вещества от жидкости.

Например, воду, мутную от частичек глины и песка, оставляют для отстаивания в больших емкостях на водочистительных станциях. Затем верхний слой чистой воды сливают. Такой опыт можно провести в стакане, банке или бутылке даже дома. Однако полностью отделить частички твердого вещества от жидкости можно только фильтрованием.

Фильтрование. Для разделения компонентов смеси, состоящей из *жидкости и твердого вещества*, применяется *фильтрование* (рис. 3.2) – пропускание смеси через фильтр (процеживание). При этом жидкое вещество проходит через фильтр, а твердое вещество остается на нем.



Рис. 3.2. Фильтрование

Фильтры бывают бумажные, стеклянные, войлочные, тканевые и другие. В домашних условиях в качестве простейшего фильтра используют ватный тампон или марлю, вложенные в воронку. Жидкость, прошедшую через фильтр, называют *фильтратом*.

Декантация – это процесс отделения жидкости путем ее сливания или сцеживания, например, сливание жидкости с осадка после отстаивания.

Несмешивающиеся жидкости (которые не растворяются друг в друге), такие как смесь воды с маслом или нефтью, разделяют на основе различия в их плотности. Разделение проводят в специальной делительной воронке (рис. 3.3) или колонке (рис. 3.4). В воронке жидкость с большей плотностью (более тяжелая) опускается на дно. При открывании краника она стекает в подготовленный сосуд. Когда эта жидкость закончится, краник закрывают. Таким образом, несмешивающиеся жидкости будут разделены. Например, смесь вода-нефть быстро расслаивается, и ее можно разделить этим методом, как показано на рис. 3.4.

Действие магнитом. Если одно из веществ, входящих в смесь твердых веществ, способно намагничиваться, его можно отделить, поднеся к смеси магнит: одно вещество притянется к магниту, а другое останется (рис. 3.5).

Разделение однородных смесей

Для разделения компонентов однородной смеси (где одно из веществ можно выделить как твердое вещество) применяются следующие методы: *выпаривание, кристаллизация и дистилляция*.

Выпаривание. Кристаллизация. Для выделения растворенного твердого вещества из раствора нагревают раствор в фарфоровой чашке. Вода полностью испаряется, а на дне чашки остается сухое вещество, которое можно собрать.

Таким образом поваренную соль можно очистить в лаборатории, нагревая водный раствор соли. Такое полное удаление воды называют *выпариванием*.

Для получения более чистой соли воду не выпаривают полностью, а проводят ее частичное удаление – упаривание. В этом случае образуется концентрированный раствор. После охлаждения из такого раствора выпадают кристаллы соли, которые можно отделить от жидкости фильтрованием. В природе происходит отложение соли при испарении воды из соляных озер.

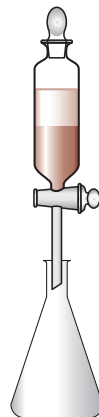


Рис. 3.3. Делительная воронка

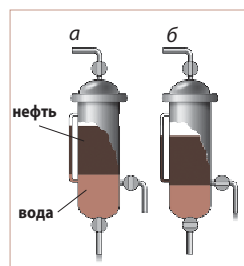


Рис. 3.4. Делительная колонка: а) сливание воды; б) сливание нефти

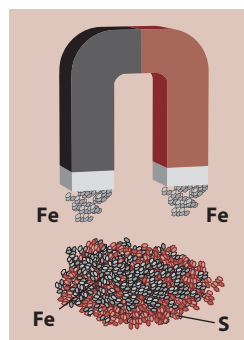


Рис. 3.5. Отделение с помощью магнита железной стружки из ее смеси с серой

Дистилляция. Процесс разделения компонентов однородной смеси путем испарения летучих жидкостей с последующей конденсацией их паров называется *дистилляцией* (перегонкой).

С помощью дистилляции можно провести очистку природной воды, в которой растворены различные вещества. Самая простая установка для дистилляции изображена на *рис. 3.6*. При кипении вода превращается в пары, не содержащие примесей, они поднимаются вверх, охлаждаются и конденсируются, стекая каплями воды в другой сосуд. Полученная чистая вода называется *дистиллированной водой*. Растворенные вещества остаются в сосуде для выпаривания.



Рис. 3.6. Дистилляция (перегонка) воды в простейшем приборе

В химии всю экспериментальную работу, где требуется вода, проводят с использованием дистиллированной воды. Для приготовления различных растворов, лекарственных препаратов и т. д. также применяется только дистиллированная вода. Для получения больших количеств дистиллированной воды используют специальные лабораторные и промышленные установки (*рис. 3.7, 3.8*).

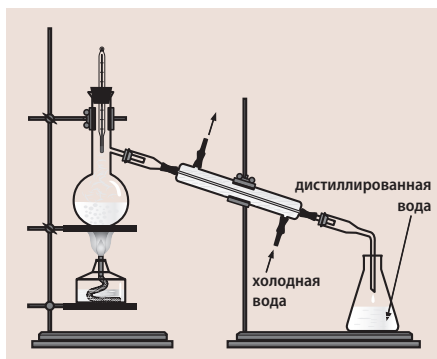


Рис. 3.7. Дистилляция воды в лабораторной установке



Рис. 3.8. Дистилляция воды в промышленной установке

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Объясни, что лежит в основе процесса разделения веществ.
2. Опиши, как из воды удалить частички глины и песка. Как очистить воду от загрязнения нефтью?
3. Как водопроводную или колодезную воду можно очистить от растворенных в ней солей?



4. Дополни нижеприведенные утверждения пропущенными словами:
а) две несмешивающиеся жидкости можно разделить методом ... ;
б) методом дистилляции жидкость можно отделить от ... ;
в) жидкость и вещество, растворенное в ней, можно разделить с помощью
5. Поваренная соль применяется в различных целях: **а)** для приготовления пищи; **б)** для консервирования овощей; **в)** для приготовления физиологического раствора (в медицине); **г)** для подкормки животных (каменная соль).
- 1) Какую степень очистки соли необходимо соблюдать в каждом случае?
 - 2) Объясни способ очистки поваренной соли.
6. Предложи способы очистки в домашних условиях кукурузного масла, содержащего:
а) следы воды; **б)** большие количества воды.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ № 3

ОЧИСТКА ВОДЫ



Повтори «Правила техники безопасности при работе в химическом кабинете» (стр. 6).

Оборудование и реактивы: штатив с пробирками, воронка для фильтрования, шпатель, фильтровальная бумага, ножницы, образец воды с примесями (песка, глины, красителя), активированный уголь.

Ход работы:

1. *Отстаивание.* Перемешай образец полученной жидкой смеси, перелей его в пробирку. Подожди, пока нерастворимые примеси осядут на дно, затем осторожно отдели (слей) верхний жидкий слой в другую пробирку (а).

Прозрачна ли жидкость? Изменился ли ее цвет?

2. *Изготовление фильтра и фильтрование.* Лист фильтровальной бумаги сложи пополам и еще раз пополам, как показано на рисунке 3.9.

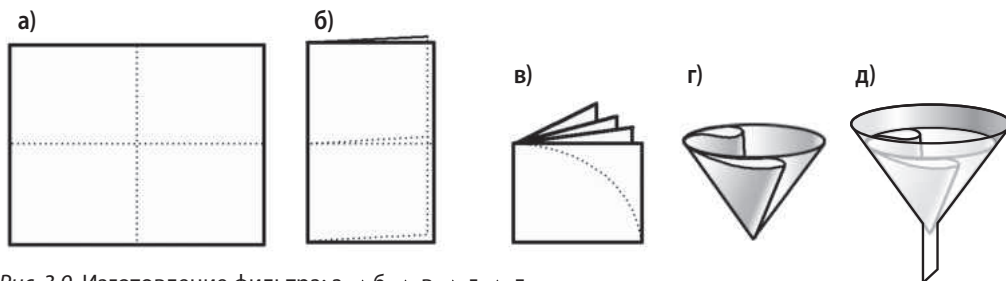


Рис. 3.9. Изготовление фильтра: а → б → в → г → д

Срежь углы бумаги по дуге так, чтобы край фильтра был на 5 мм ниже края воронки. Расправь фильтровальную бумагу так, чтобы придать ей форму конуса, – фильтр готов. Вложи его в воронку и слегка смочи водой, чтобы зафиксировать.

Помести воронку с фильтром в горлышко другой пробирки в штативе и профильтруй жидкость (см. рис. 3.2) из пробирки (а), так будет получен *фильтрат* (б).

Является ли фильтрат прозрачным? Изменился ли его цвет? Какие примеси были отделены из смеси с помощью фильтрации?

3. *Обработка активированным углем.* С помощью шпателя внеси активированный уголь в пробирку с фильтратом (б). Хорошо перемешай смесь в течение 2–3 минут и поставь пробирку в штатив для отстаивания угля.

Какие изменения ты наблюдаешь? Изменился ли цвет раствора? Профильтруй эту смесь в другую пробирку, используя новый фильтр.

Таким образом, вода очищена от твердых (механических) примесей методами отстаивания и фильтрации. Краситель удален с помощью активированного угля.

Убери рабочее место. Заполни таблицу:

Внешний вид и содержимое образца воды на каждом этапе очистки			
Исходный образец	После отделения твердых примесей	После фильтрации	После обработки активированным углем

Примечание. Этот лабораторный опыт можно выполнить как два отдельных опыта, используя два разных образца: а) смесь вода + песок; б) смесь вода + краситель. В этом случае пункт (б) можно выполнить при изучении § 3.4.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

ОЧИСТКА ПОВАРЕННОЙ СОЛИ



Повтори «Правила техники безопасности при работе в химическом кабинете» (стр. 6).

Оборудование и реактивы: штатив с пробирками, воронка, стеклянная палочка, 2 стакана (на 100–150 мл), 1–2 г загрязненной соли (смесь с глиной, мелом или сажой), вода, спиртовка, металлический штатив с кольцом, фильтровальная бумага, стеклянная пластинка (предметное стекло), ножницы, спички.

Ход работы:

1. *Растворение в воде* загрязненной соли. Налей в стакан 20–30 мл воды и высыпь туда соль с примесями, не растворимыми в воде. Перемешай смесь стеклянной палочкой до полного растворения соли. Получится смесь раствора соли и твердых примесей.
2. *Фильтрация* – отделение твердых примесей от раствора соли. Приготовь фильтр по инструкции (рис 3.9) и установи воронку с фильтром в кольцо металлического штатива. Подставь стакан или колбу под воронку так, чтобы кончик ножки воронки касался стенки стакана или колбы (рис. 3.2). Возьми стеклянную палочку в левую руку, а стакан со смесью – в правую руку. Прикоснись концом стеклянной палочки к фильтру внутри воронки и осторожно по палочке налей часть смеси в воронку. В стакане (колбе) будет собираться бесцветная прозрачная жидкость – раствор соли (фильтрат).

Внимание! Осторожно пользуйся стеклянной палочкой, чтобы не разорвать фильтр, а также следи, чтобы наливаемая жидкость была не выше края фильтра, иначе фильтрат будет загрязнен исходной смесью.

3. *Выделение соли из раствора выпариванием воды.* С помощью стеклянной палочки нанеси 2–3 капли фильтрата (раствора соли в воде) на стеклянную пластинку и осторожно нагрей ее над пламенем спиртовки (во избежание растрескивания стекла). После испарения воды на пластинке останется налет чистой поваренной соли белого цвета (рис. 3.10).



Рис. 3.10. Выпаривание воды из раствора

Сравни очищенную соль с исходной. Запиши результаты работы, сделай необходимые рисунки к этапам работы: 1) растворение соли; 2) изготовление фильтра и фильтрование; 3) выпаривание.

Убери рабочее место. Вымой лабораторную посуду.

Заполни таблицу:

Содержимое образца на каждом этапе		
Растворение соли в воде	Фильтрование	Выпаривание

3.3 Природная вода – смесь веществ

3.3.1. Вода – уникальное вещество

Вода является самым распространенным веществом на нашей планете. Ее количество достигает около 10^{18} тонн, а водная поверхность занимает почти 70% поверхности Земли (рис. 3.11). Вода является единственным веществом, которое может одновременно существовать во всех трех агрегатных состояниях (рис. 3.12):

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Природная вода
- Прямое потребление
- Косвенное потребление
- Минеральная вода
- Сточные воды
- Загрязненная вода

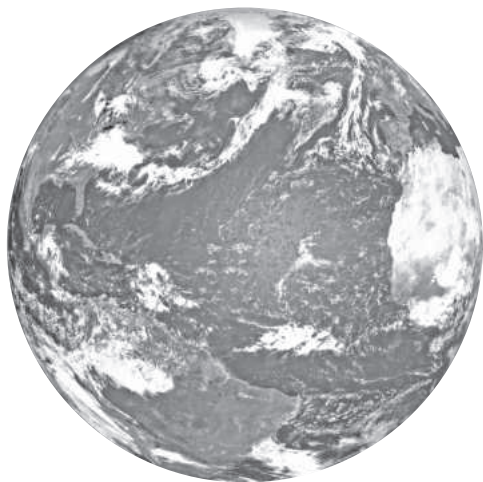


Рис. 3.11. Распространение воды в природе



Рис. 3.12. Агрегатные состояния воды в природе



Знаете ли вы, что...

Из девяти планет солнечной системы только Земля наделена таким чудесным богатством, как вода. Существовая в изобилии одновременно во всех трех агрегатных состояниях, вода обеспечивает условия жизни на Земле. Тем не менее, даже располагая водой в значительных количествах, ее необходимо бережно использовать.

Заметка



• Известно, что любое вещество сжимается на холоде (увеличивается его плотность и, соответственно, масса) и расширяется при нагревании (становясь легче). Ученые по сегодняшний день не могут объяснить, почему вода является исключением из этого правила: при $+4^{\circ}\text{C}$, т. е. в жидком состоянии, вода тяжелее, чем в твердом виде.

• В капиллярах и порах вода может создать огромное давление. В период развития семян создаваемое водой давление может достигать 400 атмосфер. Поэтому росток легко пробивается сквозь асфальт.

– *жидком*, в виде воды в океанах, морях, реках, озерах, родниках и т. д.;

– *твердом*, в виде ледников, снежных шапок;

– *газообразном*, в виде невидимых паров в атмосфере.

Другое необычное свойство воды заключается в том, что она способна в жидком состоянии (при $+4^{\circ}\text{C}$) быть тяжелее, чем в твердом состоянии. Поэтому зимой лед образуется на поверхности воды, а не у дна, что защищает жизнь водоема.

Среди всех жидкостей вода является самым хорошим растворителем. В ней могут растворяться различные твердые, жидкие и газообразные вещества.

Значение воды. Известно, что вода является одним из главных факторов в *возникновении* и поддержании жизни на Земле: живые организмы примерно на 70% состоят из воды, растения – примерно на 90%. Вода – одно из первоочередных условий *существования жизни*: без пищи человек способен обойтись около 45–50 дней, а без воды – только 5–7 дней. Каждый из нас ежедневно потребляет определенное количество воды на бытовые нужды, такие как: приготовление пищи, купание, мытье посуды, стирка белья и т. д. Это *прямое потребление воды*. В разных странах размеры прямого потребления неодинаковы (*почему?*).

Однако есть и *косвенное потребление воды*, на первый взгляд незаметное, но достигающее огромных размеров. Например, для производства 1 кг сахара требуется в сумме примерно 1000 л воды, расходуемой на выращивание сахарной свеклы и ее переработку в процессе производства сахара. Аналогично для получения 1 кг говяжьего мяса расходуется около 20 тысяч литров воды (выращивание коровы, возделывание и подготовка кормов и т. д.).

Республика Молдова, при высокой плотности населения (118 жителей на км^2), располагает относительно небольшими запасами воды ($1,31 \text{ км}^3$). В среднем из внутренних резервов на каждого жителя приходится 330 м^3 воды в год.

Объем поверхностных вод в Республике Молдова составляет $14,6 \text{ км}^3/\text{год}$. Из этого большая доля принадлежит реке Днестр, дебит которой $10,7 \text{ км}^3/\text{год}$, и реке Прут с дебитом $2,8 \text{ км}^3/\text{год}$. Небольшие речки, ручьи и озера имеют суммарный дебит $1,1 \text{ км}^3/\text{год}$.

3.3.2 Состав природной воды

Вспомним, как происходит круговорот воды в природе. Находясь в постоянном контакте с почвой и воздухом, вода растворяет в себе множество веществ, встречающихся ей на пути. Поэтому чистой воды в природе нет.

Природная вода – это смесь веществ.

Существует много видов природной воды (рис. 3.13). По способам перемещения, по степени контакта с окружающей средой, по климатическим условиям различают следующие виды воды:

- *проточная и стоячая;*
- *речная, морская, океаническая, колодезная, родниковая, озерная;*
- *дождевая и талая;*
- *грунтовая (подземная);*
- *жесткая и мягкая;*
- *и др.*



Какая из этих вод является самой чистой? Очевидно, что дождевая или талая вода. Она является результатом процесса «природной дистилляции»: с поверхности водоемов происходит испарение, затем – конденсация паров в холодных слоях воздуха и возвращение воды в почву в виде дождя или снега. Вместе с тем при контакте с воздухом пары воды смешиваются с содержащимися в нем примесями (углекислым газом, кислородом, азотом, аммиаком, парами кислот и т. д.). Поэтому лабораторная дистиллированная вода значительно чище, чем вода, прошедшая «дистилляцию» в природе.

Самыми богатыми по содержанию полезных веществ являются грунтовые (подземные) воды. Достигая поверхности, эти воды образуют родники с *минеральной водой*.



Дебит водного источника – количество воды, даваемое источником в единицу времени (производительность источника).

Рис. 3.13. Природные водные ресурсы



Выполните!

Исследуй этикетки на сосудах с разными видами минеральной воды.

Каковы различия между минеральными водами по составу?

Некоторые минеральные воды содержат определенные количества растворенных солей и газов, которые необходимы живым организмам. В Республике Молдова к продаже потребителям предлагаются разнообразные минеральные воды отечественного и зарубежного производства.

Природная вода с повышенным содержанием ионов кальция и магния называется *жесткой водой*. Такая вода не подходит для мытья и стирки с использованием мыла, оно плохо пенится. И наоборот, вода с малым содержанием солей кальция и магния, называемая *мягкой водой*, хороша для мытья и стирки. Самая высокая жесткость у морской воды, а наиболее мягкой водой является дождевая и талая. Вода рек и озер мягче, чем вода колодцев и родников.

Питьевая вода. Для своих бытовых нужд, питья и приготовления пищи человек может использовать только питьевую воду (пригодную для питья). В отличие от дистиллированной воды, которая содержит только молекулы H_2O , питьевая вода является смесью воды и некоторых веществ в определенных количествах. Эти компоненты питьевой воды являются безвредными, большинство из них (в частности, соли кальция, магния, железа, калия) даже относятся к разряду остро необходимых для нормальной работы нашего организма. Но большое значение имеет также и количественное содержание этих веществ в воде.

В соответствии с Государственным стандартом Республики Молдова, 1 литр воды не должен содержать более 1,0 г солей.

В нашей стране только половина из используемых колодцев с питьевой водой соответствует нормам. Во многих случаях степень минерализации колодезной воды превышает 1,5 г/л.

Внимание! Питьевая вода должна соответствовать *определенным требованиям*: она должна быть безвредной для здоровья человека и животных, не обладать запахом, быть приятной на вкус и пригодной для использования в различных целях (для хозяйственно-бытовых нужд, орошения и т. д.).

Загрязнение воды. В результате повседневной деятельности человека в домашних условиях или на различ-



Выполните!

Несмотря на то, что вода присутствует на Земле в огромных количествах (около 10^{18} тонн), человек может использовать только 1% всех водных ресурсов.

Предложи объяснение этому факту.

ных промышленных предприятиях образуются громадные количества *использованной воды*, которую называют *сточными водами*.

Куда же стекает такая вода?

Чаще всего, сточные воды **бесконтрольно** сливаются в почву, реки или озера. Загрязненная природная вода становится опасной для окружающей среды в целом и для людей, животных и растений в частности.

Самыми распространенными загрязнителями в Республике Молдова являются хозяйственно-бытовые стоки (особенно содержащие стиральные порошки), отходы животноводства (биологическое загрязнение), сточные воды промышленных предприятий и стоки с нефтепродуктами (от транспортных средств). По мере роста количества машин возросла и концентрация выхлопных газов в атмосфере, которые попадают в почву вместе с дождевой и талой водой, вызывая загрязнение окружающей среды.

- **Загрязнять** – распространять в атмосфере, воде, почве опасные для здоровья, вредные вещества.
- **Сток** – остаток, оставшийся после операции обработки некоторых материалов; отходы.

Рис. 3.14. Биологическое загрязнение

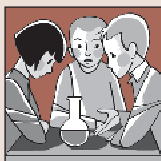


ОЦЕНИВАНИЕ



1. Перечисли свойства, благодаря которым вода считается уникальным веществом.
2. Объясни жизненно важное значение воды.
3. Каковы запасы воды на Земле? Какова площадь воды на Земле?
4. Объясни различия между прямым и косвенным потреблением воды.
5. Перечисли виды воды. Какая вода: **а)** является самой чистой; **б)** содержит наибольшее количество полезных веществ?
6. Объясни отличия между жесткой и мягкой водой.
7. Что такое сточные воды?

Работа в группе



■ 1) Для потребителей питьевой воды из колодцев или родников.

Определите, сколько ведер (сколько литров) воды вы потребляете в день для бытовых нужд и укажите, в каких именно целях.

Вычислите прямое потребление за: а) месяц; б) год.

Предложите пути экономии воды.

■ 2) Для потребителей водопроводной воды.

Проанализируйте ежемесячные квитанции за потребление водопроводной воды вашей семьей.

Вычислите прямое потребление за: а) месяц; б) год.

■ Перечислите виды работ по дому, которые предполагают использование воды (например, стирка белья, полив цветов, приготовление пищи и т. д.).

Какую воду можно использовать в каждом случае (сырую водопроводную/колодезную или кипяченую, природную или дистиллированную, минеральную газированную или пресную и т. д.)?

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Природная очистка
- Технологическая очистка
- Очистительные станции
- Фильтрация
- Хлорирование
- Устранение мути

3.4 Очистка воды

Существует два способа очистки воды: а) *природная* или *спонтанная* и б) *технологическая* или *планируемая*.

Природная очистка предполагает ряд процессов, которые происходят независимо от вмешательства человека:

- фильтрация через песок и гравий, при этом удаляются все взвешенные в воде мелкие предметы и частицы;
- испарение воды и конденсация паров, после чего вода возвращается в почву в виде дождя и снега;
- разложение биологических загрязнений при участии бактерий, находящихся в почве.

Технологическая очистка. Главными источниками, которые обеспечивают водой население городов, являются реки. В настоящее время, когда сточные воды попадают в реки (прямым или косвенным путем), речную воду можно использовать только после специальной плановой очистки на водоочистительных станциях (очистных сооружениях) (рис. 3.15).

Процесс очищения воды состоит из нескольких последовательных стадий: фильтрование, дезинфекция, устранение мути и т. д.

1. *Фильтрование.* Сначала воду из реки перекачивают насосом 1 в бассейн для отстаивания 2, затем пропускают через фильтр 3 (металлическую сетку). Здесь удаляются крупные предметы (рыба, палки, бутылки и т. д.).

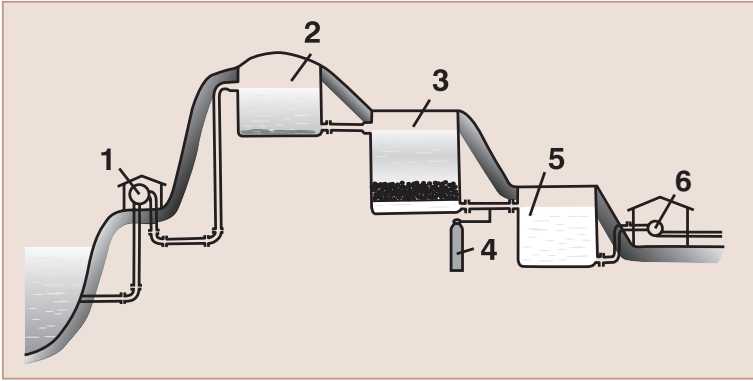


Рис. 3.15. Схема водоочистительной станции: 1 – насос; 2 – бассейн для отстаивания; 3 – фильтр; 4 – устройство для хлорирования или обработки воды гипохлоритом натрия; 5 – бассейн для удаления мути; 6 – насос, подающий воду потребителю.

II. *Дезинфекция.* Профильтрованную воду дезинфицируют с помощью хлора из устройства 4. Для дезинфекции можно также использовать озон или гипохлорит натрия.

III. *Устранение мути.* Для осаждения мелких частиц, не задержанных фильтром на I этапе, в воду добавляют специальные вещества, затем фильтруют через песок в бассейн 5, удаляя полученный осадок. После этого этапа вода уже пригодна для использования.

IV. *Повторная дезинфекция.* При последующем продвижении по водопроводу вода может «поймать» различные микробы, поэтому воду дополнительно обрабатывают дезинфицирующими веществами и с помощью насоса 6 направляют к потребителям.

Дополнительным методом очистки воды является ее обработка *активированным углем*. Известно, что медики рекомендуют прием таблеток активированного угля в случае пищевых отравлений. Множество пор, имеющих в активированном угле, способны поглощать частички разных веществ. Так, уголь очищает пищеварительный тракт от вредных веществ. Аналогичным образом, при пропускании воды через угольный слой или фильтр с активированным углем, на его поверхности «задержатся» органические вещества, ионы тяжелых металлов и другие токсичные вещества, присутствующие в воде. Это простой, доступный и эффективный метод очищения воды от вредных примесей.

Безусловно, воду можно очистить и методом дистилляции. Но в этом случае мы не получим привычную питьевую воду, с приятным вкусом и запахом, содержащую определенные количества полезных солей. Дистиллированную воду применяют не для питья, а для приготовления растворов, которые используются в различных целях в лабораториях, промышленности, медицине и т. д.



Заметка

Начиная с 2012 года при очистении воды для потребителей муниципалитета Кишинев дезинфекция производится не хлором, а гипохлоритом натрия.



- Объясни, что означают понятия:
а) природная вода; **б) химически чистая вода;** **в) грунтовые воды;**
г) минеральная вода; **д) питьевая вода;** **е) дистиллированная вода;**
ж) загрязненная вода; **з) сточные воды.**
 Приведи конкретные примеры для каждого понятия.
- Что такое природная очистка воды?
- Опиши технологические этапы очистки воды.
- В каких целях применяется обработка воды активированным углем?
- Объясни, чем отличается питьевая вода от дистиллированной.

Работа в группе



- Составьте список водных источников в вашем населенном пункте, которые можно использовать:
 - а) для обеспечения населения питьевой водой;
 - б) для орошения или выращивания цветов, деревьев, сельскохозяйственных культур;
 - в) как зоны для рыболовства или для отдыха.
- Предложите меры по уходу за водными источниками в вашем населенном пункте, а также по их очистке.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Атмосферный воздух
- Кислород – жизненно важный компонент
- Азот – «разбавитель» кислорода в воздухе
- Естественные загрязнители
- Искусственные загрязнители
- Озоновый слой

3.5 Воздух – смесь газообразных веществ

Земная атмосфера, образующая воздушную оболочку нашей планеты, – это смесь газов следующего состава:

- кислород – около 21%;
- азот – около 78%;
- другие газы – около 1%.

Кислород. Самый важный компонент воздуха – это кислород. Без него, как и без воды, не существовало бы жизни на Земле. Атмосферный кислород обеспечивает процессы дыхания живых организмов. В состоянии покоя человеку необходимо около 12 л кислорода в час, а во время физических нагрузок – в десять раз больше. Без еды и воды человек может прожить много часов, а без кислорода – всего лишь несколько минут.

Вместе с тем в природе большие количества кислорода расходуются для процессов гниения различных органических веществ в почве, воде и воздухе, а также для процессов горения.

Азот. Название простого вещества «азот» произошло от двух греческих слов: отрицательной приставки «а» и

«зое» – *жизнь*, то есть в переводе – «*безжизненный*». Действительно, первые исследования показали, что животные погибают в атмосфере чистого азота.

Каково значение азота в воздухе? Опасен ли он для живых организмов?

Чистый азот не токсичен – он является «безразличным» газом, который не поддерживает жизнь. Количество азота во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе одинаково (что в этом отношении можно сказать о кислороде?). В составе воздуха азот играет важную роль, разбавляя кислород – ведь долго дышать чистым кислородом опасно, поэтому кислород в воздухе природа «разбавила» азотом.

Другие газы. В воздухе содержатся и небольшие количества (около 1%) инертных газов (аргон, гелий, криптон и др.) и углекислого газа. Загрязненный воздух может содержать и другие вещества в разных количествах.

Углекислый газ. Углекислый газ в больших количествах образуется в природе в результате процессов дыхания, горения, гниения органических материалов и т. д. В результате может сложиться впечатление, что весь атмосферный кислород должен был бы давно израсходоваться, уступив место в воздухе углекислому газу.

К счастью, в природе все изменения находятся в гармонии. Одновременно с образованием углекислого газа происходит и процесс фотосинтеза, при котором зеленые растения поглощают углекислый газ, а взамен в атмосферу выделяют кислород (рис. 3.16). Таким образом, содержание углекислого газа в чистом, незагрязненном воздухе постоянно поддерживается в пределах лишь 0,03%.



Знаете ли вы, что...

Долгое время считалось, что воздух является простым веществом. Русский ученый М. В. Ломоносов доказал, что воздух – это смесь газов, а французский ученый А. Лавуазье установил, что 1/5 часть воздуха приходится на кислород.



Выполните!

С каждым вдохом человек вдыхает примерно 500 мл воздуха, из них 100 мл составляет кислород. За минуту человек делает 14–15 вдохов. Какой объем воздуха человек вдыхает за 1 час?

Рис. 3.16. Природный обратимый процесс потребления кислорода и его регенерация при фотосинтезе



Знаете ли вы, что...

Земная атмосфера разделена на несколько слоев. Первый слой, толщиной в среднем 11 км – самый богатый по составу, на его долю приходится около 90% общей массы атмосферы Земли.

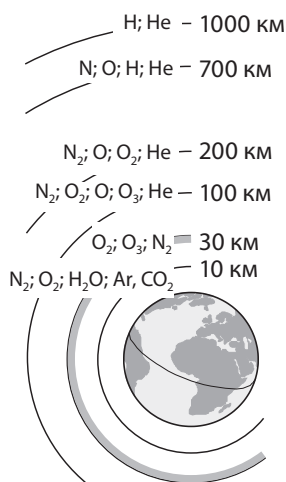


Рис. 3.17. Состав газовой оболочки Земли на разных высотах

Фотосинтез – это процесс, по отношению к которому человек не должен оставаться равнодушным. Долг каждого жителя планеты Земля – сохранять зеленые насаждения в природе и приумножать их.

Атмосферные слои. По мере удаления от поверхности Земли состав атмосферного воздуха изменяется и повышается его разреженность.

Как видно из рисунка 3.17, нижний слой, высотой 10 км, содержит кислород, азот, водяные пары, аргон и углекислый газ. В верхних слоях (выше 700 км) эти компоненты отсутствуют, но преобладают легкие газы водород и гелий.

Воздух – это природное богатство, которым обладает каждый континент, любая страна и населенный пункт. Вместе с тем воздух является и ценным ресурсом, из которого получают такие важные химические вещества, как кислород и азот.

Важной функцией воздуха является защита живых организмов от губительного воздействия ультрафиолетовых лучей Солнца. На пути этих лучей, на высоте около 25–40 км (рис. 3.17) от поверхности Земли, располагается слой озона (O₃) толщиной приблизительно 10 км. Простое вещество озон снижает вредное действие ультрафиолетовых лучей, защищая нас от солнечных ожогов и раковых заболеваний. Этот слой называют также «озоновым щитом Земли».

Озон обладает характерным запахом свежести, который можно ощутить во время грозы при электрических разрядах молний, в сосновом лесу, на морском берегу или при работе кварцевых ламп в больничных палатах. В малых количествах озон полезен, так как обладает дезинфицирующим действием.

Деятельность человека может нарушить озоновый слой – для него опасны аэрозоли, спреи, содержащие фреоны, так как в результате их действия образуются «озоновые дыры».

Загрязнители воздуха. Компоненты, загрязняющие атмосферу, можно разделить на две группы: *естественные* и *искусственные*.

Естественные загрязнения – это пыль, копоть, песок, поднимаемые в воздух ветрами и ураганами или возникающие в результате пожаров, извержений вулканов и других природных явлений.



Словарь

Загрязнение воздуха – присутствие в атмосфере веществ, не имеющих отношения к нормальному составу воздуха и оказывающих вредное влияние на окружающую среду.

Искусственные загрязнения являются следствием деятельности человека. Самые распространенные среди них – выхлопные газы транспортных средств, в которых содержатся вредные вещества – оксиды азота и оксид углерода (II) CO, называемый *угарным газом* (он образуется при неполном сгорании топлива). При сжигании нефти и угля на тепловых электростанциях в атмосферу поднимаются сажа и сернистый газ SO₂ (оксид серы (IV)). Вредным является также массовое применение фейерверков.

Избыток углекислого газа также загрязняет воздух. Он способен накапливаться в атмосфере вблизи промышленных зон, которые, как правило, лишены зеленых насаждений. Содержание в воздухе углекислого газа в этих случаях может значительно превышать норму, достигая 0,6–0,8%.

Искусственное загрязнение воздуха оказывает значительное влияние на здоровье человека и животных. Некоторые загрязняющие вещества под действием паров воды в атмосфере превращаются в кислоты и, выпадая кислотными дождями, наносят большой вред окружающей среде. Нельзя также забывать, что курение табака и сигарет загрязняет атмосферу канцерогенными веществами, подвергая опасности здоровье курящего и окружающих его людей.

Меры по предотвращению загрязнения воздуха. К самым эффективным мерам, которые препятствуют загрязнению атмосферы, относятся:

- а) обеспечение полного сжигания используемого топлива (применяя воздух, обогащенный кислородом);
- б) замена низкокачественного топлива менее токсичными веществами;
- в) установка на промышленных предприятиях оборудования по удержанию вредных веществ (фильтров);
- г) увеличение площадей парков и лесных массивов;
- д) запрет курения в публичных местах.



ВЫПОЛНИТЕ!

- В каких из мероприятий, указанных в пунктах а–е, могут принять непосредственное участие ученики твоего класса?
- Предложи другие меры по предотвращению загрязнения воздуха.

ОЦЕНИВАНИЕ

1. Перечисли основные компоненты атмосферного воздуха.
2. Аргументируй утверждение о том, что кислород является жизненно важным компонентом воздуха.
3. Объясни значение слова «азот».
4. Укажи количественное соотношение кислорода, азота и других газов:
а) в чистом воздухе; в) в загрязненном воздухе.
5. Назови вещества, загрязняющие воздух.
6. Что такое озоновый слой, где он расположен и какова его роль в защите здоровья человека?



- Объясни взаимосвязь между содержанием в воздухе кислорода и углекислого газа:
а) в обычных условиях; б) в промышленных зонах, лишенных зеленых насаждений.
- Перечисли меры по предупреждению загрязнения воздуха.
- Предложи действия по улучшению экологической обстановки в твоём городе (селе, поселке).
- Рассмотри рис. 3.17, иллюстрирующий состав газовой оболочки Земли. Вычисли относительные молекулярные массы веществ, объясни:
а) почему кислород, азот и углекислый газ находятся в нижних, а водород и гелий – в верхних слоях атмосферы;
б) почему первый слой воздуха над поверхностью Земли является самым тяжёлым, составляя 90% массы всей атмосферы?

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Загрязнение окружающей среды
- Защита окружающей среды
- Международные конвенции
- Биотопливо

3.6 Химия и проблемы окружающей среды

Человек – участник загрязнения, человек – жертва загрязнения. До конца XVIII века человек жил в гармонии с окружающей средой. Но со временем это равновесие было нарушено интенсивными процессами строительства заводов и фабрик, расширения городов, вырубки лесов, создания различных транспортных средств и т. д.

Как следствие, начался сброс в воду, воздух и почву все возрастающих количеств вредных отходов. В погоне за более благополучной жизнью человек разрушил существовавшее в окружающей среде естественное равновесие, подвергая опасности и собственную жизнь.

С 1970 года специалисты обратили внимание на наличие явных признаков заболевания окружающей среды. Все чаще стали обсуждаться проблемы загрязнения воды, почвы, воздуха, глобального потепления, образования озоновых дыр, возникновения кислотных дождей, нарушения равновесия в водной среде и т. д.

Сознательные люди поняли, что природу нельзя нещадно и бесконечно эксплуатировать, напротив, ее необходимо защищать от избыточной индустриализации.

Необходимо, однако, отметить, что значительная часть населения планеты не обладает достаточной информацией об источниках загрязнения и о тех необратимых изменениях, которые могут произойти в природе в результате деятельности человека.

Вот почему в развитых странах неоднократно проводились встречи на высоком уровне, где были приняты международные правовые конвенции по охране окружающей среды.

2–3 марта 2017 года в Кишиневе состоялась VI Международная конференция «Экологическая химия и химия окружающей среды», в которой принимали участие известные ученые из разных стран мира, включая исследователей в области экологии и преподавателей химии из Республики Молдова. В рамках конференции были затронуты проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды, и предложены способы очистки и охраны воды, воздуха и почв.

Так, были установлены международные дни защиты окружающей среды, которые призывают все человечество внести свой вклад и предпринять конкретные действия по охране воды, воздуха и почв. Республика Молдова также является участницей этих соглашений.

22 МАРТА
Всемирный день водных ресурсов

22 АПРЕЛЯ
Международный день Земли

5 ИЮНЯ
Всемирный день окружающей среды

16 СЕНТЯБРЯ
Международный день охраны озонового слоя

Проблемы, вызванные загрязнением. Мы изучили источники загрязнения окружающей среды, перечислили *естественные* причины (ураганы, пожары, извержения вулканов и т. д.) и *искусственные* факторы (результаты деятельности человека) загрязнений.

Искусственные загрязнители значительно опаснее, так как в их состав входят вредные вещества (оксиды углерода, серы, азота, аммиак, кислоты и т. д.), которые продолжительное время выделяются в атмосферу (весь период работы заводов, воздушного, морского и наземного транспорта и т. д.).

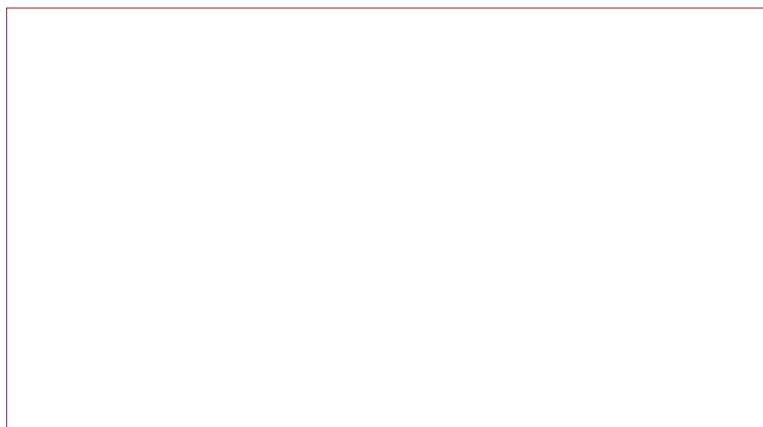


Рис. 3.18. Источники загрязнения воздуха

Как можно защитить природу на данном этапе? Кто несет ответственность за загрязнения?

Мы все осознаем, что невозможно вернуться в каменный век, то есть мы уже не можем отказаться от услуг и цивилизованных условий жизни.



Экологическая химия – наука о химических процессах, которые определяют состояние и свойства окружающей среды.

Экология – наука, которая изучает взаимодействие между организмами и средой их обитания.



Знаете ли вы, что...

Начиная с 22 сентября 2000 года в Республике Молдова проводится акция «Один день без автомобиля».

В этот день на самых оживленных улицах городов устанавливается тишина и снижается уровень вредных выбросов.



Некоторые ошибочно полагают, что именно *химия* загрязняет окружающую среду. Но надо понимать правильно: не химия загрязняет, а *химические вещества*, и только тогда, когда их неправильно применяют безответственные или некомпетентные люди. Миссия химии заключается в объяснении и решении проблем, связанных с загрязнением окружающей среды, и в поиске ответов на такие вопросы, как: «Какие вещества вредны, по каким причинам возникло загрязнение, каковы его последствия и каковы пути решения проблемы?»

В поисках решения. Специалисты в области экологической химии и защиты окружающей среды неоднократно демонстрировали, что среда нашего обитания может стать чище с помощью уже имеющихся и будущих достижений науки. Сейчас исследования по защите окружающей среды являются особенно обнадеживающими. Заслуживает внимания и предложение по замене традиционных видов топлива (для обогрева) на очищенное или *биотопливо* (из соломы, отходов лесных хозяйств и животноводства), более дешевое и доступное в нашей республике.

Кроме этого, все виды транспортных средств необходимо оборудовать современными установками, обеспечивающими полное сжигание топлива, которое, в свою очередь, должно быть высококачественным.

Свой вклад в защиту окружающей среды вносят не только ученые-химики. Например, физики нашли альтернативные источники энергии, обладающие минимальным воздействием на окружающую среду.

В скором будущем пластмассы, из которых изготавливают хозяйственные товары (сумки, упаковочные пакеты, посуду) будут заменены на биоразлагающиеся материалы. Также предложены различные технологии по вторичному применению (переработке) отходов и производству из них новых материалов.

Обращение! Вас, сегодняшнюю молодежь и завтрашних специалистов, независимо от выбранной вами области деятельности, мы призываем быть экономными и рациональными потребителями всех благ, охранять и защищать природу. Только таким образом вы сможете обеспечить себе и новым поколениям процветающее будущее в чистой окружающей среде!

ВНИМАНИЕ!

Поразмышляй о потерях (воды, энергии, материалов), которые ты допускаешь каждый день дома и в школе.

Прими меры, экономь природные ресурсы, защищай окружающую среду! Прояви заботу о своем будущем!



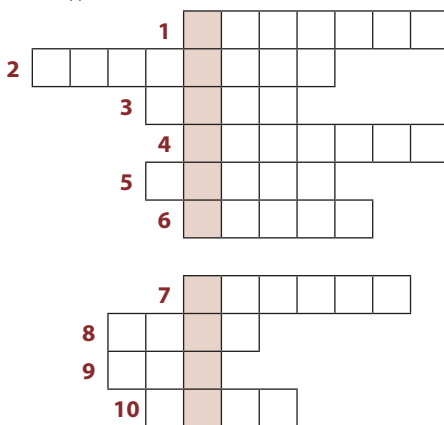
В одном из сел были зарегистрированы случаи тяжелых заболеваний и смерти нескольких жителей, проживающих вблизи леса.

Химики-экологи изучили сложившуюся ситуацию и провели анализ воды из колодцев. Они выяснили, что колодезная вода, используемая в качестве питьевой, содержит нитраты, количество которых значительно превышает допустимую норму. Вода загрязнена из-за стоков находящейся неподалеку животноводческой фермы. Были приняты меры, и сегодня вода из этих колодцев пригодна для питья. Как вы думаете, какие меры были предприняты для улучшения условий жизни этих жителей?

ОЦЕНИВАНИЕ



- Опиши воображаемую картину экологической ситуации к концу XVIII века.
- Объясни процесс постепенного загрязнения окружающей среды, начиная с XIX века.
 - Перечисли источники загрязнения.
 - Опиши последствия загрязнения.
 - Перечисли меры по улучшению ситуации.
- Перечисли международные дни защиты:
 - водных ресурсов;
 - озонового слоя;
 - окружающей среды;
 - Земли.
- Объясни роль химии в защите окружающей среды.
- Опиши несколько достижений химиков, которые способствуют улучшению экологической ситуации.
- Заполни кроссворд и получи по вертикали название двух жизненно важных компонентов, составляющих окружающую нас среду:
 - Газ, который присутствует в верхних слоях атмосферы.
 - Вещество, необходимое для дыхания.
 - Защищает Землю от ультрафиолетовых лучей.
 - Углекислый газ образуется в природе в результате процесса ...
 - Смесь из воздуха и капелек воды.
 - Наука о веществах, их свойствах, получении и применении.
 - Смесь газообразных веществ, необходимая для дыхания.
 - В переводе с греческого означает «безжизненный».
 - Одно из агрегатных состояний воды.
 - Месяц, в котором отмечают Всемирный день водных ресурсов.



7. Внимательно прочитай утверждения а–з и запиши их в тетрадь (дополняя их там, где необходимо) таким образом, чтобы они стали эффективными условиями защиты окружающей среды.

Республика Молдова будет ухоженной и чистой страной, со здоровым населением, если я буду:

- а)** наводить порядок, собирая мусор в специальные пакеты;
- б)** поддерживать чистоту дома, на улице, в парке, в школе, в магазине, зонах отдыха и т. д.;
- в)** понимать последствия загрязнения окружающей среды и осознавать, что необходимо предпринимать определенные меры в этом отношении;
- г)** понимать, что курение в общественных местах представляет опасность и для других людей;
- д)** вместе с коллегами отмечать международные дни защиты окружающей среды, участвуя в фестивалях, конкурсах, концертах;
- е)** замечать, как другие небрежно выбрасывают бумагу, упаковочные пакеты, окурки и т. д.; понимать, что они поступают неправильно;
- ж)** вместе с одноклассниками сажать деревья и ухаживать за зелеными насаждениями;
- з)** для уменьшения влияния отходов участвовать дома в сортировке бытового мусора, разделяя его на: I – стекло, II – бумагу, III – пластик, IV – другие отходы.



Приложение 1. Периодическая система. Применение химических элементов



Водород 1

- топливо для ракет
- гидрогенизация жиров
- наполнение азостатов
- отбеливатель, масло, нефть
- ✓ аммиак, вода

2



Литий 3

- топливо для ракет
- аккумуляторы
- + матер. для строят. самолетов
- ✓ смазочное масло
- ✓ стекло, лекарства



Бериллий 4

- трубка с Р. лучами
- тормоза для самолетов
- + ключики для гольфа
- + пружины (для часов)
- + тигли, спец. керамика



Натрий 11

- + лампочки
- + батареи
- ✓ поваренная соль, сода, стекло
- ✓ воздушные шары
- ✓ косметика, мыло



Магний 12

- бенгальские огни
- + гоночные велосипеды, самолеты
- + огнеупорный кирпич
- + тальк, пудра для гимнастов
- + красители



Калий 19

- ✓ минеральные удобрения
- ✓ стекло, линзы
- ✓ спички, порох
- ✓ кислородные маски
- ✓ заменитель соли



Кальций 20

- металлургия
- + изоляция кабеля, батареи
- ✓ удобрения
- ✓ мел, гипс, цемент
- ✓ бумага, краски

Естественное состояние:

Железо 26

в форме соединений

Золото 79

в форме элемента

Сера 16

в форме элемента и соединений

Кальций 20

□ начальная форма
+ сплав, смесь или микстура
✓ соединения
.../... цемент/... сырье для применения в...
xxxxxxx применение в... (см. рисунок)

кат. катализатор
матер. материалы
реакт. реактор
инстр. инструмент
ядерн. ядерный
Р. лучи Рентгеновские лучи

Copyright Association of the Dutch Chemical Industry (VNCI)
Тексты L. Donk, dr. J. Kappe, dr. J.W. van Spronsen
Рисунки DSM, Corporate Public Relation

3

4

5

6



Рубидий 37

- фотолемнты
- очиститель газа (в баллонах)
- ✓ исследование сердечной мышцы
- ✓ армированное стекло
- ✓ исследование кровообращения



Стронций 38

- ✓ ядерные батареи: буйки, метеостанции
- ✓ постоянные магниты
- ✓ фосфоресцирующие краски
- ✓ фейерверки



Скандий 21

- дефектоскоп
- + матер. для космич. промышл.
- ✓ средство для проращивания семян
- ✓ телевизор



Титан 22

- теплообменник
- + самолеты
- + протезы суставов
- ✓ пигменты для красок и бумаги
- ✓ кат. для полимеризации



Ванадий 23

- + стройматериалы
- + инструменты, пружины
- + реактивные моторы
- ✓ стойкая краска
- ✓ кат. для производства серной кислоты



Хром 24

- защитное покрытие
- + сталь для инстр. и ножей
- ✓ получение метилового спирта
- ✓ камуфляжная краска, лазер
- ✓ стерео- и видеорекодеры



Цезий 55

- фотолемнты
- источник гамма-излучения
- атомные часы
- ✓ лампа с инфракрасными лучами
- ✓ проверка горячего для ракет



Барий 56

- + флуоресцентные трубки
- ✓ смазочные матер. (присадки)
- ✓ краситель для бумаги
- ✓ фейерверки
- ✓ исследование желудка



Лантан 57

- + кремни для зажигалок
- ✓ хранение водорода
- ✓ электроды для батарей
- ✓ каталитический конвертор
- ✓ линзы для видеокамер



Гафний 72

- атомные подводные лодки
- контроль за атомным реактором
- вакуумирование трубок
- ✓ реактивные моторы
- ✓ инструменты



Ниобий 41

- + режущие инструменты
- + трубы
- + сверхпроводящий магнит
- + электроды для сварки
- + импланты



Молибден 42

- сопротивление для радиаторов
- + моторы для ракет, турбин
- ✓ огнеупругие материалы
- ✓ кат. для химич. переработки нефти



Франций 87



Радий 88



Актиний 89



Резерфордий 104

Дубний 105

Сиборгий 106

Борий 107

Хассий 108

Мейтнерий 109



Тантал 73

- конденсатор
- + нити накала для вакуумных труб
- + режущий инстр., ракеты
- + оправа для очков, протезы
- ✓ линзы для видеокамер



Вольфрам 74

- электроды для сварки
- нити накаливания для лампочек, тв
- + доспехи, пули, панцирь
- ✓ ракеты
- ✓ режущий инстр. и сверла

Церий Ce 58

- + кремни для зажигалок
- + каталитический конвертор
- ✓ порошок для придания блеска стеклу
- ✓ лампы с нитью накаливания
- ✓ присадки для горячего

Торий Th 90

- покрытие нитей накаливания
- ✓ горячее для ядер, реакторов
- ✓ стекло для линз
- ✓ стекло для керосиновых ламп
- ✓ тигели

Празеодим Pr 59

- + кремни для зажигалок
- + постоянный магнит
- ✓ изучение света
- ✓ окраска керамики
- ✓ стекло для сварочной маски

Протактиний Pa 91

7

**Марганец** 25

+ сталь для стрелок железной дороги
+ инструменты, валы
+ **сейфы**, пилы
v батареи, удобрения
v стекло, черные красители

8

**Железо** 26

o **мосты**, автомобили, корабли
o механизмы, магниты
+ луженая жесть
+ инструменты, гвозди
v очистка воды

9

**Кобальт** 27

o **источник радиации**
+ лезвия для бритвы
+ постоянные магниты
v каталитический конвертор
v красители, метеорология

10

**Никель** 28

o **монеты**, кат. гидрогенизации
+ молочные цистерны, ножи
+ белое золото, тигли
v покрытие никелем
v аккумуляторы

11

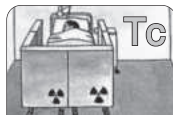
**Медь** 29

o провода, кабель, гравюры
+ скульптуры, медали, трубы
+ монеты, **краны**
+ трубопроводы, гребные винты для судов
+ колокола

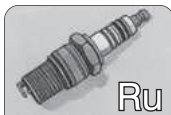
12

**Цинк** 30

o **коррозийностойкие матер.**
o батареи, желоба
+ авдетали
v косметика
v белый краситель для каучука

**Технеций** 43

o **средство радиации в медицине**

**Рутений** 44

+ **свечи зажигания для автомобиля**
+ контакты для электропроводов
+ прочная проволока
+ бижутерия

**Родий** 45

o рефлекторы
+ реле для телефонов
+ бижутерия
+ **каталитические конверторы**
+ свечи зажигания для самолетов

**Палладий** 46

o каталитические конверторы
o отделение водорода
+ **зубные коронки**
+ маятник часов, бижутерия
+ телефонное реле

**Серебро** 47

o зеркала, батареи
+ монеты, бижутерия
+ медали, **серебряные изделия**
v фотобумага, пленка
v фоточувствительное стекло

**Кадмий** 48

o **аккумуляторы**
+ регуляторы в ядерном реакторе
v фотометры
v пигмент для эмали, керамики и красок

**Рений** 75

+ сопротивления для электрочелей
+ кат. производства нефти
v бижутерия
+ анод для трубок с Р. лучами
+ **термопары**

**Осмий** 76

o кат. производства аммиака
+ **перья для ручек**
+ стрелка для компаса
+ подшипники для часов
+ бижутерия

**Иридий** 77

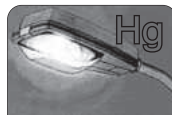
o радиотерапия
+ **гиподермическая игла**
+ эталоны мер
+ свечи зажигания для вертолета
+ перья для ручек

**Платина** 78

o кат. производства азотной кислоты
o **тигели**
+ раскислитель для плавки стекла
+ зубные коронки, бижутерия
v противоопухольное средство

**Золото** 79

o драгоценный металл
+ **бижутерия**, медали
+ контакты электрических проводов
+ зубные коронки
v лечение ревматизма

**Ртуть** 80

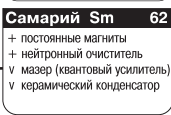
o термометр
o **уличное освещение**
o лампы дневного света
+ зубные пломбы
v косметика

**Неодим Nd** 60

+ постоянные магниты
v красители для стекол
v керамические конденсаторы
v стекла для лазера и линз

**Прометий Pm** 61

v ядерные батареи
v индикатор масла

**Самарий Sm** 62

+ постоянные магниты
+ нейтронный очиститель
v мазер (квантовый усилитель)
v керамический конденсатор

**Европий Eu** 63

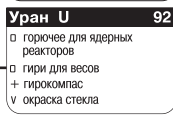
v нейтронный очиститель
v трубки цветных тв
v ртутная лампа
v экран с Р. лучами
v стоматология

**Гадолиний Gd** 64

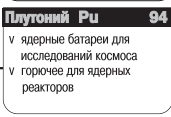
o драгоценный металл
+ хромированная сталь
+ постоянные магниты
+ видеорекодер
v трубка с Р. лучами
v компьютерная память

**Тербий Tb** 65

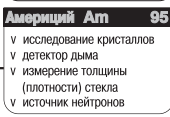
v экран с Р. лучами
v флюоресцентная лампа
v лазер

**Уран U** 92

o горючее для ядерных реакторов
o гири для весов
+ гидрокомпас
v окраска стекла

**Нептуний Np** 93
**Плутоний Pu** 94

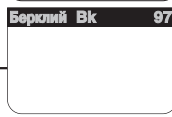
v ядерные батареи для исследований космоса
v горючее для ядерных реакторов

**Америций Am** 95

v исследование кристаллов
v детектор дыма
v измерение толщины (плотности) стекла
v источник нейтронов

**Кюрий Cm** 96

o источник радиации

**Берклий Bk** 97



Гелий 2

- баллоны, аэростаты
- водородный колокол
- лазер
- газ для сварки
- охладитель ядерных реакторов

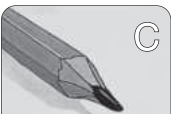
13



Бор 5

- горючее для ракет
- теннисные ракетки
- огнеупорное стекло
- антисептическое средство
- моющее средство

14



Углерод 6

- очистка воды и воздуха
- красители для покрышек, стали
- алмазы, карандаши
- пластмасса, волокна
- природный газ, нефть, масло

15



Азот 7

- криогенная хирургия
- охладитель продовольственных продуктов
- производство аммиака
- горючее для ракет
- удобрения, взрывчатые вещества

16



Кислород 8

- горение
- производство стали
- дыхание
- очистка воды
- наличие в песке, воде, цемента

17



Фтор 9

- обогащение урана
- присадки для зубной пасты
- искусственное стекло
- защитное покрытие (тефлон)
- производство алюминия



Неон 10

- освещение
- прожекторы, трубки тв
- прочтение закрытых кодов
- индикатор напряжения
- охлаждающая жидкость, лазер



Алюминий 13

- рамы для окон, дверей
- листы, трубы, кабель, CD
- фейерверки, спички
- автомобили, самолеты
- очистка воды



Кремний 14

- полупроводники, солнечные батареи
- инструменты
- песок/стекло, кварц
- цемент/бетон
- силиконы



Фосфор 15

- фейерверки, спички
- удобрения, моющие средства
- зубная паста, красители
- антиокислитель
- смазочные масла



Сера 16

- фейерверки, спички
- батарей, производство серной кислоты
- вулканизация каучука
- консервант
- лосьон для волос



Хлор 17

- дезинфекция воды
- соляная кислота, отбеливатель
- пластмассы
- пчеловыводитель
- лекарства



Аргон 18

- лампы
- газ для вакуумирования трубок
- счетчик Гейгера, лазер
- газ для особой сварки
- газ для хроматографии



Галлий 31

- кварцевые термометры
- электролюминесцентные диоды
- экраны тв
- транзисторы, локализация опухолей
- детектор инфракрасных лучей



Германий 32

- инфракрасная оптика
- рефлекторы в проекторах
- транзисторы, диоды
- солнечные батареи
- стоматология



Мышьяк 33

- лазерный принтер
- защита древесины
- стекло, лазер
- лекарства
- электролюминесцентные диоды



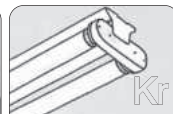
Селен 34

- локсметр
- копировальная техника
- инфракрасная оптика
- цветное стекло
- шампунь от перхоти



Бром 35

- лосьон для волос
- отравляющие газы
- огнетушители
- лекарства
- фотобумага, пленка



Криптон 36

- лампы, трубы/флуоресцентные лампы
- лампы накаливания
- дефектоскоп
- стандарт длины волн
- лазер UV



Индий 49

- солнечные элементы
- производство сплавов, подшипники
- моторы
- стеклопокрытые
- медицинский анализ крови



Олово 50

- листовое олово, сплавы, монеты
- орнамент, бронзовые изделия
- органичные трубы
- краска
- опасностенное стекло, эмаль



Сурьма 51

- сплавы
- аккумуляторы
- охотничья дробь
- огнетушители
- детектор инфракрасных лучей



Теллур 52

- ударные инструменты
- защита аккумуляторов
- сталь для токарного станка
- электрические сопротивления
- вулканизация каучука



Иод 53

- дезинфицирующее средство
- облучение щитовидной железы
- галогенные лампы
- диагностирование Р. лучами
- иодистая соль



Ксенон 54

- лампы UV, кварцевые лампы
- автомобильные фары
- лампы для проекторов
- электронная вспышка
- лазер UV



Таллий 81

- индикатор для термометров
- огнеупорное стекло
- детектор инфракрасных лучей
- исследование сердечной мышцы
- инфракрасные линзы для видеокамер



Свинец 82

- защита от радиации
- электроаккумуляторы
- сплавы, боеприпасы
- красный свинец, краски
- хрусталь



Висмут 83

- фитиль, огнетушители
- топливная машина, дробь
- стекло, керамика
- косметика



Полоний 84

- ядерные батареи
- источник нейтронов



Астат 85



Радон 86

- прогнозирование землетрясений

Диспрозий Dy 66

- металлы для самолетов
- оптическая память
- постоянные магниты
- предупреждение радиации
- лазер, электролампочки

Гольмий Ho 67

- лазер
- окраска стекла

Эрбий Er 68

- поглощающее радиацию стекло
- сталь с ванадием
- окраска стекла
- лазер

Тулий Tm 69

- оснащение для Р. лучей
- экран цветного тв
- микроволны

Иттербий Yb 70

- нержавеющая сталь
- транзисторы, диоды

Лютеций Lu 71

Калифорний Cf 98

- источник нейтронов

Эйнштейний Es 99

Фермий Fm 100

Менделевий Md 101

Нобелий No 102

Лоуренсий Lr 103

Приложение 2. Периодическая система химических элементов

ПЕРИОДЫ	РЯДЫ	ГРУППЫ					
		I	II	III	IV	V	
I	1	¹ H ВОДОРОД 1,008					
II	2	³ Li ЛИТИЙ 6,939	⁴ Be БЕРИЛЛИЙ 9,012	⁵ B БОР 10,811	⁶ C УГЛЕРОД 12,011	⁷ N АЗОТ 14,007	
III	3	¹¹ Na НАТРИЙ 22,990	¹² Mg МАГНИЙ 24,312	¹³ Al АЛЮМИНИЙ 26,982	¹⁴ Si КРЕМНИЙ 28,086	¹⁵ P ФОСФОР 30,974	
IV	4	¹⁹ K КАЛИЙ 39,10	²⁰ Ca КАЛЬЦИЙ 40,08	Sc СКАНДИЙ 44,96	²¹ Ti ТИТАН 47,88	²² V ВАНАДИЙ 50,94	
	5	Cu ²⁹ МЕДЬ 63,55	Zn ³⁰ ЦИНК 65,39	Ga ³¹ ГАЛЛИЙ 69,72	Ge ³² ГЕРМАНИЙ 72,61	As ³³ МЫШЬЯК 74,92	
V	6	³⁷ Rb РУБИДИЙ 85,47	³⁸ Sr СТРОНЦИЙ 87,62	Y ³⁹ ИТТРИЙ 88,91	Zr ⁴⁰ ЦИРКОНИЙ 91,22	Nb ⁴¹ НИОБИЙ 92,91	
	7	Ag ⁴⁷ СЕРЕБРО 107,87	Cd ⁴⁸ КАДМИЙ 112,41	In ⁴⁹ ИНДИЙ 114,82	Sn ⁵⁰ ОЛОВО 118,71	Sb ⁵¹ СУРЬМА 121,75	
VI	8	⁵⁵ Cs ЦЕЗИЙ 132,91	⁵⁶ Ba БАРИЙ 137,33	La [*] ЛАНТАН 138,91	Hf ⁷² ГАФНИЙ 178,49	Ta ⁷³ ТАНТАЛ 180,95	
	9	Au ⁷⁹ ЗОЛОТО 196,97	Hg ⁸⁰ РУТУТЬ 200,59	Tl ⁸¹ ТАЛЛИЙ 204,38	Pb ⁸² СВИНЕЦ 207,19	Bi ⁸³ ВИСМУТ 208,98	
VII	10	⁸⁷ Fr ФРАНЦИЙ [223,02]	⁸⁸ Ra РАДИЙ [226,03]	Ac ^{**} АКТИНИЙ [227,03]	⁸⁹ Rf РЕЗЕРФОРДИЙ [261,11]	¹⁰⁴ Db ДУБНИЙ [262,11]	
	11	Rg ¹¹¹ РЕНТГЕНИЙ [280]	Cn ¹¹² КОПЕРНИЦИЙ [285]	Nh ¹¹³ НИХОНИЙ [284]	Fl ¹¹⁴ ФЛЕРОВИЙ [289]	Mc ¹¹⁵ МОСКОВИЙ [288]	
Высшие оксиды		R₂O	RO	R₂O₃	RO₂	R₂O₅	
Летучие водородные соединения					RH₄	RH₃	
* ЛАНТАНОИДЫ		Ce ⁵⁸ ЦЕРИЙ 140,12	Pr ⁵⁹ ПРАЗЕОДИМ 140,91	Nd ⁶⁰ НЕОДИМ 144,24	Pm ⁶¹ ПРОМЕТИЙ [144,91]	Sm ⁶² САМАРИЙ 150,36	Eu ⁶³ ЕВРОПИЙ 151,96
** АКТИНОИДЫ		Th ⁹⁰ ТОРИЙ 232,04	Pa ⁹¹ ПРОТАКТИНИЙ [231,04]	U ⁹² УРАН 238,03	Np ⁹³ НЕПТУНИЙ [237,05]	Pu ⁹⁴ ПЛУТОНИЙ [239,10]	Am ⁹⁵ АМЕРИЦИЙ [243,06]

ЭЛЕМЕНТОВ

VI		VII		VIII			
		(H)		2 He			
				ГЕЛИЙ 4,003			
8 O	9 F	10 Ne					
КИСЛОРОД 15,999	ФТОР 18,998	НЕОН 20,183					
16 S	17 Cl	18 Ar					
СЕРА 32,064	ХЛОР 35,453	АРГОН 39,948					
Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28			
ХРОМ 52,00	МАРГАНЕЦ 54,94	ЖЕЛЕЗО 55,85	КОБАЛЬТ 58,93	НИКЕЛЬ 58,69			
34 Se	35 Br	36 Kr					
СЕЛЕН 78,96	БРОМ 79,90	КРИПТОН 83,80					
Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46			
МОЛИБДЕН 95,94	ТЕХНЕЦИЙ 98,91	РУТЕНИЙ 101,07	РОДИЙ 102,91	ПАЛЛАДИЙ 106,42			
52 Te	53 I	54 Xe					
ТЕЛЛУР 127,60	ИОД 126,90	КСЕНОН 131,29					
W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78			
ВОЛЬФРАМ 183,85	РЕНИЙ 186,21	ОСМИЙ 190,20	ИРИДИЙ 192,22	ПЛАТИНА 195,09			
84 Po	85 At	86 Rn					
ПОЛОНИЙ [208,98]	АСТАТ [209,99]	РАДОН [222,02]					
Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	Ds 110			
СИБОРГИЙ [263,12]	БОРИЙ [264,12]	ХАССИЙ [267,13]	МЕЙТНЕРИЙ [268,14]	ДАРМШТАДИЙ [281]			
116 Lv	117 Ts	118 Og					
ЛИВЕРМОРИЙ [293]	ТЕННЕССИН [294]	ОГАНЕССОН [294]					
RO₃	R₂O₇	RO₄					
H₂R	HR						
Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71
ГАДОЛИНИЙ 157,25	ТЕРБИЙ 158,93	ДИСПРОЗИЙ 162,50	ГОЛЬМИЙ 164,93	ЭРБИЙ 167,26	ТУЛИЙ 168,93	ИТТЕРБИЙ 173,04	ЛЮТЕЦИЙ 174,97
Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103
КЮРИЙ [247,07]	БЕРКЛИЙ [247,07]	КАЛИФОРНИЙ [251,08]	ЭЙНШТЕЙНИЙ [252,08]	ФЕРМИЙ [257,10]	МЕНДЕЛЕВИЙ [258,10]	НОБЕЛИЙ [259,10]	ЛОУРЕНСИЙ [261,11]

Приложение 3. Периодическая система химических элементов

ПЕРИОДЫ	ГРУППЫ										
	Ia	IIa	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIIIb	VIIIb	VIIIb	
I	1 H ВОДОРОД 1,008										
II	3 Li ЛИТИЙ 6,939	4 Be БЕРИЛЛИЙ 9,012									
III	11 Na НАТРИЙ 22,990	12 Mg МАГНИЙ 24,312									
IV	19 K КАЛИЙ 39,10	20 Ca КАЛЬЦИЙ 40,08	21 Sc СКАНДИЙ 44,96	22 Ti ТИТАН 47,88	23 V ВАНАДИЙ 50,94	24 Cr ХРОМ 52,00	25 Mn МАРГАНЕЦ 54,94	26 Fe ЖЕЛЕЗО 55,85	27 Co КОБАЛЬТ 58,93		
V	37 Rb РУБИДИЙ 85,47	38 Sr СТРОНЦИЙ 87,62	39 Y ИТТРИЙ 88,91	40 Zr ЦИРКОНИЙ 91,22	41 Nb НИОБИЙ 92,91	42 Mo МОЛИБДЕН 95,94	43 Tc ТЕХНЕЦИЙ [98,91]	44 Ru РУТЕНИЙ 101,07	45 Rh РОДИЙ 102,91		
VI	55 Cs ЦЕЗИЙ 132,91	56 Ba БАРИЙ 137,33	57 La* ЛАНТАН 138,91	72 Hf ГАФНИЙ 178,49	73 Ta ТАНТАЛ 180,95	74 W ВОЛЬФРАМ 183,85	75 Re РЕНИЙ 186,21	76 Os ОСМИЙ 190,20	77 Ir ИРИДИЙ 192,22		
VII	87 Fr ФРАНЦИЙ [223,02]	88 Ra РАДИЙ [226,03]	89 Ac** АКТИНИЙ [227,03]	104 Rf РЕЗЕРФОРДИЙ [261,11]	105 Db ДУБНИЙ [262,11]	106 Sg СИБОРГИЙ [263,12]	107 Bh БОРИЙ [264,12]	108 Hs ХАССИЙ [267,13]	109 Mt МЕЙТНЕРИЙ [268,14]		
Высшие оксиды	R₂O	RO	R₂O₃	RO₂	R₂O₅	RO₃	R₂O₇			RO₄	
Летучие водородные соединения											
* ЛАНТАНОИДЫ	Ce 58 ЦЕРИЙ 140,12	Pr 59 ПРАЗЕОДИМ 140,91	Nd 60 НЕОДИМ 144,24	Pm 61 ПРОМЕТИЙ [144,91]	Sm 62 САМАРИЙ 150,36	Eu 63 ЕВРОПИЙ 151,96	Gd 64 ГАДОЛИНИЙ 157,25	Tb 65 ТЕРБИЙ 158,93	Dy 66 ДИСПРОЗИЙ 162,50	Ho 67 ГОЛЬМИЙ 164,93	Er 68 ЭРБИЙ 167,26
** АКТИНОИДЫ	Th 90 ТОРИЙ 232,04	Pa 91 ПРОТАКТИНИЙ [231,04]	U 92 УРАН 238,03	Np 93 НЕПТУНИЙ [237,05]	Pu 94 ПЛУТОНИЙ [239,10]	Am 95 АМЕРИЦИЙ [243,06]	Cm 96 КЮРИЙ [247,07]	Bk 97 БЕРКЛИЙ [247,07]	Cf 98 КАЛИФОРНИЙ [251,08]	Es 99 ЭЙНШТЕЙНИЙ [252,08]	Fm 100 ФЕРМИЙ [257,01]

ЭЛЕМЕНТОВ

VIIIb	Ib	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIIa
							(H)	² He ГЕЛИЙ 4,003
			5 B БОР 10,811	6 C УГЛЕРОД 12,011	7 N АЗОТ 14,007	8 O КИСЛОРОД 15,999	9 F ФТОР 18,998	10 Ne НЕОН 20,183
			13 Al АЛЮМИНИЙ 26,982	14 Si КРЕМНИЙ 28,086	15 P ФОСФОР 30,974	16 S СЕРА 32,064	17 Cl ХЛОР 35,453	18 Ar АРГОН 39,948
Ni 28 НИКЕЛЬ 58,69	Cu 29 МЕДЬ 63,55	Zn 30 ЦИНК 65,39	31 Ga ГАЛЛИЙ 69,72	32 Ge ГЕРМАНИЙ 72,61	33 As МЫШЬЯК 74,92	34 Se СЕЛЕН 78,96	35 Br БРОМ 79,90	36 Kr КРИПТОН 83,80
Pd 46 ПАЛЛАДИЙ 106,42	Ag 47 СЕРЕБРО 107,87	Cd 48 КАДМИЙ 112,41	49 In ИНДИЙ 114,82	50 Sn ОЛОВО 118,71	51 Sb СУРЬМА 121,75	52 Te ТЕЛЛУР 127,60	53 I ИОД 126,90	54 Xe КСЕНОН 131,29
Pt 78 ПЛАТИНА 195,09	Au 79 ЗОЛОТО 196,97	Hg 80 РТУТЬ 200,59	81 Tl ТАЛЛИЙ 204,37	82 Pb СВИНЕЦ 207,19	83 Bi ВИСМУТ 208,98	84 Po ПОЛОНИЙ [208,98]	85 At АСТАТ [209,99]	86 Rn РАДОН [222,02]
Ds 110 ДАРМШТАДИЙ [281]	Rg 111 РЕНТГЕНИЙ [280]	Cn 112 КОПЕРНИЦИЙ [285]	113 Nh НИХОНИЙ [284]	114 Fl ФЛЕРОВИЙ [289]	115 Mc МОСКОВИЙ [288]	116 Lv ЛИВЕРМОРИЙ [293]	117 Ts ТЕННЕССИН [294]	118 Og ОГАНЕССОН [294]
	R₂O	RO	R₂O₃	RO₂	R₂O₅	RO₃	R₂O₇	RO₄
				RH₄	RH₃	H₂R	HR	
Tm 69 ТУЛИЙ 168,93	Yb 70 ИТТЕРБИЙ 173,04	Lu 71 ЛЮТЕЦИЙ 174,97						
Md 101 МЕНДЕЛЕВИЙ [258,10]	No 102 НОБЕЛИЙ [259,10]	Lr 103 ЛОУРЕНСИЙ [261,11]						

Символы металлов обозначены черным цветом, неметаллов – темно-коричневым, амфотерных элементов – светло-коричневым. Темно-серым фоном выделены d-элементы, светло-серым – f-элементы.

Приложение 4. Относительные молекулярные массы

Ион	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Fe ²⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺
OH ⁻	18	35	56	40	—	171	74	58	99	98	—	241	90	78	107
NO ₃ ⁻	63	80	101	85	170	261	164	148	189	188	325	331	180	213	242
Cl ⁻	36,5	53,5	74,5	58,5	143,5	208	111	95	136	135	272	278	127	133,5	162,5
S ²⁻	34	68	110	78	248	169	72	56	97	96	233	239	88	150	—
SO ₃ ²⁻	82	116	158	126	296	217	120	104	145	—	—	287	136	—	—
SO ₄ ²⁻	98	132	174	142	312	233	136	120	161	160	297	303	152	342	400
CO ₃ ²⁻	62	96	138	106	276	197	100	84	125	—	—	267	116	—	—
SiO ₃ ²⁻	78	—	154	122	292	213	116	100	141	—	—	283	132	—	—
PO ₄ ³⁻	98	—	212	164	419	601	310	262	385	382	796	811	358	122	151
CH ₃ COO ⁻	60	77	98	82	167	255	158	142	183	182	319	325	174	204	233

Приложение 5. Растворимость кислот, оснований и солей в воде

Ионы	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Fe ²⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺
OH ⁻		Р	Р	Р	—	Р	М	М	Н	Н	—	Н	Н	Н	Н
NO ₃ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Cl ⁻	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	Р
S ²⁻	Р	Р	Р	Р	Н	М	—	—	Н	Н	Н	Н	Н	—	—
SO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Р	М	Н	Н	М	М	—	—	Н	Н	—	—
SO ₄ ²⁻	Р	Р	Р	Р	М	Н	М	Р	Р	Р	—	М	Р	Р	Р
CO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Р	М	Н	Н	М	Н	Н	—	Н	Н	—	—
SiO ₃ ²⁻	Н	—	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	—	—	Н	Н	—	—
PO ₄ ³⁻	Р	—	Р	Р	Н	Н	Н	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
CH ₃ COO ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	—	—

Р – растворимо (больше 1 г в 100 г воды); М – малорастворимо (от 1 г до 0,01 г в 100 г воды); Н – практически нерастворимо (меньше 0,01 г в 100 г воды); «—» – не существует или разлагается водой.

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII

Драгалина, Галина

Химия : Учебник для 7 класса / Галина Драгалина, Надежда Велишко; пер. с рум.: Елена Михайлов; comisia de evaluare: Maria Bîrcă [et. al.]; М-во образования, культуры и исследований Респ. Молдова. – Изд. 2-е. – [Кишинэу] : Arc, 2018 (Tipogr. „Balacron”). – 128 p. : fig., tab.

Apare cu sprijinul financiar al Fondului Special pentru Manuale.

ISBN 978-9975-0-0170-0.

54(075.3)

Д 721

Imprimat la Tipografia „Balacron”. Com. nr. 759.

PERIODIC SYSTEM OF CHEMICAL ELEMENTS

		GROUPS										ELEMENTS													
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII																
PERIODS	I	1 H ВОДОРОД 1,008																							
II	2	3 Li ЛИТИЙ 6,939	4 Be БЕРИЛЛИЙ 9,012	5 B БОР 10,811	6 C УГЛЕРОД 12,011	7 N АЗОТ 14,007	8 O КИСЛОРОД 15,999	9 F ФТОР 18,998	(III)		10 Ne НЕОН 20,183	11 Na НАТРИЙ 22,990	12 Mg МАГНИЙ 24,312	13 Al АЛЮМИНИЙ 26,981	14 Si КРЕМНИЙ 28,086	15 P ФОСФОР 30,974	16 S СЕРА 32,064	17 Cl ХЛОР 35,453	18 Ar АРГОН 39,948						
III	3	19 K КАЛИЙ 39,10	20 Ca КАЛЬЦИЙ 40,08	21 Sc СКАНДИЙ 44,96	22 Ti ТИТАН 47,88	23 V ВАНАДИЙ 50,94	24 Cr ХРОМ 52,00	25 Mn МАРТАНЕЦ 54,94	26 Co КОБАЛЬТ 58,93	27 Ni НИКЕЛЬ 58,69	28 Fe ЖЕЛЕЗО 55,85	29 Cu МЕДЬ 63,55	30 Zn ЦИНК 65,39	31 Ga ГАЛЛИЙ 69,72	32 Ge ГЕРМАНИЙ 72,61	33 As МЫШЬЯК 74,92	34 Se СЕЛЕН 78,96	35 Br БРОМ 79,90	36 Kr КРИПТОН 83,80						
IV	4	37 Rb РУБИДИЙ 85,47	38 Sr СТРОНЦИЙ 87,62	39 Y ИТРИЙ 88,91	40 Zr ЦИРКОНИЙ 91,22	41 Nb НИОБИЙ 92,91	42 Mo МОЛИБДЕН 95,94	43 Tc ТЕХНЕЦИЙ 98,91	44 Ru РУТЕНИЙ 101,07	45 Rh РОДИЙ 102,91	46 Pd ПАЛЛАДИЙ 106,42	47 Cd КАДМИЙ 112,41	48 In ИНДИЙ 114,82	49 Sn ОЛОВО 118,71	50 Pb СВИНЕЦ 207,19	51 Sb СУРЬМА 121,75	52 Te ТЕЛЛУР 127,60	53 I ИОД 126,90	54 Xe КСЕНОН 131,29						
V	5	55 Cs ЦЕЗИЙ 132,91	56 Ba БАРИЙ 137,33	57 La ЛАНТАН 138,91	58 Hf ГАФНИЙ 178,49	59 Ta ТАНТАЛ 180,95	60 W ВОЛЬФРАМ 183,85	61 Re РЕНИЙ 186,21	62 Os ОСМИЙ 190,20	63 Ir ИРИДИЙ 192,22	64 Pt ПЛАТИНА 195,09	65 Au ЗОЛОТО 196,97	66 Hg РУТЬ 200,59	67 Tl ТАЛЛИЙ 204,38	68 Pb СВИНЕЦ 207,19	69 Bi ВИСМУТ 208,98	70 Po ПОЛОНИЙ [209]	71 At АСТАТ [209,99]	72 Rn РАДОН [222,02]						
VI	6	87 Fr ФРАНЦИЙ [223,02]	88 Ra РАДИЙ [226,03]	89 Ac АКТИНИЙ [227,03]	90 Th ТОРИЙ [232,03]	91 Pa ПРОТАКТИНИЙ [231,03]	92 U УРАН [238,03]	93 Np НЕПТУНИЙ [237,05]	94 Pu ПУТОНИЙ [244,06]	95 Am АМЕРИЦИЙ [243,06]	96 Cm КУРИЙ [247,07]	97 Bk БЕРКЛИЙ [247,07]	98 Cf КАЛИФОРНИЙ [251,08]	99 Es ЭЙНШТЕЙНИЙ [252,08]	100 Fm ФЕРМИЙ [257,10]	101 Md МЕНДЕЛЕВИЙ [288,10]	102 No НОБЕЛИЙ [289,10]	103 Lr ЛОУРЕНСИЙ [260,11]	104 Rf РИФТЕРИЙ [261,10]	105 Hs ХАССИЙ [277,13]	106 Mt МЕЙТЕНЕРИЙ [288,14]	107 Ds ДАРСШТАДИЙ [289,14]	108 Cn КОПЕРНИЦИЙ [285]	109 Nh НИХОНИЙ [284]	110 Og ОГАНЕССОН [284]
VII	7	111 Rg РЕНТГЕНИЙ [280]	112 Cn КОПЕРНИЦИЙ [285]	113 Nh НИХОНИЙ [284]	114 Fl ФЛЕРОВИЙ [289]	115 Mc МОСКОВИЙ [288]	116 Lv ЛИВЕРМОРИЙ [293]	117 Ts ТЕННЕСИЙ [294]	118 Og ОГАНЕССОН [294]																
Высшие окислы		R₂O	RO	R₂O₃	RO₂	R₂O₅	RO₃	R₂O₇	RO₄																
Летучие водородные соединения												RH₄	RH₃	H₂R	HR										
* ЛАНТАНОИДЫ		59 Pr ПРАЗЕОДИЙ 140,12	60 Nd НЕОДИМ 144,24	61 Pm ПРОМЕТИЙ [144,91]	62 Sm САМАРИЙ 150,36	63 Eu ЕВРОПИЙ 151,96	64 Gd ГАДОЛИНИЙ 157,25	65 Tb ТЕРБИЙ 158,93	66 Dy ДИСПРОЗИЙ 162,50	67 Ho ГОЛЬМИЙ 164,93	68 Er ЭРБИЙ 167,26	69 Tm ТУЛИЙ 168,93	70 Yb ИТТЕРБИЙ 173,04	71 Lu ЛОУЦИИЙ 174,97											
** АКТИНОИДЫ		90 Th ТОРИЙ 232,04	91 Pa ПРОТАКТИНИЙ [231,04]	92 U УРАН 238,03	93 Np НЕПТУНИЙ [237,05]	94 Pu ПУТОНИЙ [244,06]	95 Am АМЕРИЦИЙ [243,06]	96 Cm КУРИЙ [247,07]	97 Bk БЕРКЛИЙ [247,07]	98 Cf КАЛИФОРНИЙ [251,08]	99 Es ЭЙНШТЕЙНИЙ [252,08]	100 Fm ФЕРМИЙ [257,10]	101 Md МЕНДЕЛЕВИЙ [288,10]	102 No НОБЕЛИЙ [289,10]	103 Lr ЛОУРЕНСИЙ [260,11]										

ISBN 978-9975-0-0170-0



9 789975 001700