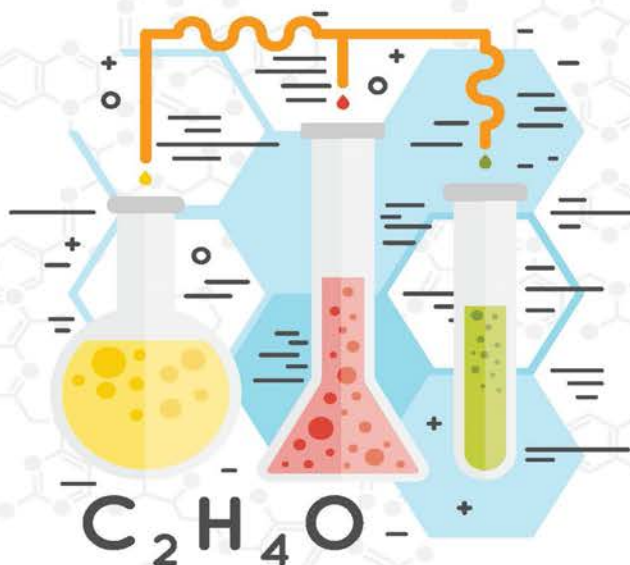


CHEMISTRY



TEXTBOOK



8



АСТАНА
К И Т А П

Dauren Kaliyev
Almas Ordabayev
Nurbolat Zhumagulov
Abylay Samatov
Ali Tor

Approved by the Ministry of Education and
Science of the Republic of Kazakhstan

CHEMISTRY

Grade 8

1ST EDITION

АСТАНА

Astana 2017

UDC 373.167.1(075.3)
LBC 24 я 72
С 51

C 51 D. Kaliyev
CHEMISTRY, Grade 8: Textbook / Dauren Kaliyev, Almas Ordabayev, Nurbolat Zhumagulov, Abylay Samatov, Ali Tor
- Almaty: Астана-кітап, 2017. - 128 p.
ISBN 978-601-7415-66-2

UDC 373.167.1(075.3)
LBC 24 я 72

ISBN 978-601-7415-66-2

Copyright notice
© Астана-кітап, 2017
All Rights Reserved

ПРЕДИСЛОВИЕ

Естественные науки занимательны, увлекательны и полезны. Данный учебник поможет вам осознать всю красоту предмета и раскроет в вас настоящих исследователей. Главной целью этого учебника является ответить на самый важный вопрос: “Что такое наука и каково ее применение в жизни?”

Уже с первых страниц вы убедитесь в том, что данный учебник сильно отличается от обычных текстов с теорией и формулами. Каждая глава содержит в себе занимательную информацию по той или иной теме, интересные факты, задания как для индивидуальной работы, так и для работы в команде. Вы также научитесь самостоятельно проводить эксперименты и исследования, искать и находить информацию, делать собственные открытия.

Еще одно отличие данного учебника от других - его полиязычность. Вы заметите, что уже с первых страниц помимо привычного вам языка часть материала будет преподнесена на международном языке науки - английском языке. На каждом развороте учебника вы найдете переводы ключевых терминов на трех языках: казахском, русском и английском. Постепенно, количество слов и предложений на английском языке увеличивается, и к концу учебника большинство материала будет уже на английском языке. Так, вместе с учебником вы не просто улучшите свой английский, но также откроете для себя бескрайний мир науки, открытий и достижений.

Тщательно ознакомьтесь со структурой учебника. Помните: учебник в современном мире больше не является единственным источником информации. Вам предстоит привыкнуть к широкому спектру заданий, нацеленных на развитие навыков 21-го века: критическое мышление, поиск решений, анализ и синтез информации, творческое мышление, воображение, работа в команде, цифровая грамотность и др.

Если у Вас возникнут вопросы, предложения и идеи по содержанию и структуре учебника, просим присылать их любым удобным Вам способом:

via email: admin@astanakitap.kz

via telegram app: [@astanakitap](https://www.instagram.com/astanakitap)

С уважением,

Авторский коллектив “Астана-кітап”

Contents

[PREFACE](#)

CHAPTER 1.0

ELECTRONS IN ATOMS

[1. Electron arrangement](#)

[2. Formation of ions. Writing chemical formula for compounds](#)

CHAPTER 2.0

CHEMICAL REACTIONS

[1. Writing chemical equations](#)

[2. Balancing chemical equations](#)

[3. Types of chemical reactions](#)

[4. Chemical formula and calculations](#)

CHAPTER 3.0

METALS IN OUR LIFE

[1. Corrosion](#)

[2. Reactions of metals](#)

[3. Activity series of metals](#)

CHAPTER 4.0

MOLE

[1. Mole concept. Avogadro's number](#)

[2. The mole concept calculations](#)

CHAPTER 5.0

CALCULATIONS IN CHEMICAL REACTIONS

[1. Chemical calculations: Stoichiometry, molar volume](#)

[2. The relative density of gases. Law of combining volumes](#)

CHAPTER 6.0

THERMOCHEMISTRY

[1. Combustion of fuels and energy formation](#)

[2. Exothermic and endothermic reactions](#)

[3. Thermochemical reactions](#)

CHAPTER 7.0

HYDROGEN AND OXYGEN

[1. Hydrogen and its properties](#)

[2. Oxygen and its properties](#)

CHAPTER 8.0

PERIODIC TABLE OF THE CHEMICAL ELEMENTS

[1. Structure of Periodic Table](#)

[2. Electron configuration](#)

[3. Trends in Periodic table](#)

[4. Elements: metals and nonmetals](#)

CHAPTER 9.0

CHEMICAL BONDS

[1. Completing outer shells of an atom. “Electron dot representation” method](#)

[2. Ionic bond](#)

[3. Covalent bond](#)

[4. The relationship between types of chemical bonds and properties of substances](#)

CHAPTER 10.0

SOLUTIONS

[1. Solutions. Solubility](#)

[2. The solubility of substances. Factors affecting solubility](#)

[3. Calculations of solubility and mass percentage of substances](#)

[4. Molar concentration](#)

CHAPTER 11.0

INORGANIC COMPOUNDS

[1. Oxides](#)

[2. Acids](#)

[3. Bases](#)

[4. Salts](#)

[5. The genetic relationship between inorganic compounds](#)

CHAPTER 12.0

CARBON AND ITS COMPOUNDS

[1. Carbon](#)

[2. Physical and chemical properties of carbon](#)

[3. Oxides of carbon](#)

CHAPTER 13.0

WATER IS A BASIS OF LIFE

[1. Unique properties of water](#)

[2. Water cycle](#)

[3. Hardness of water](#)

[Answers](#)

Periodic Table

Hazard warning symbols

[Glossary](#)

[References](#)

CHAPTER 1: ELECTRONS IN ATOMS

1.1 ELECTRON ARRANGEMENT

How do electrons affect the properties of the atom?

You will:

- научитесь определять количество электронов на каждом энергетическом уровне;
- определять число электронов в атомах первых 20 элементов

Электрон является самой легкой частицей атома. Его масса составляет приблизительно $1/2000$ а.е.м. (а.е.м. = атомная единица массы равняется по массе $1.66 \cdot 10^{-27}$ кг). В нейтральном атоме количество протонов и электронов всегда равны друг другу. Например, водород является первым элементом в периодической таблице. Потому что, он имеет один протон и один электрон.

Электроны - это отрицательно заряженные частицы атома. Они вращаются вокруг ядра атома на определенных энергетических уровнях (оболочках). Первая ближайшая к ядру оболочка обозначается буквой "K". Вторая оболочка обозначается буквой "L", третья - "M" и так далее в алфавитном порядке латинского языка.

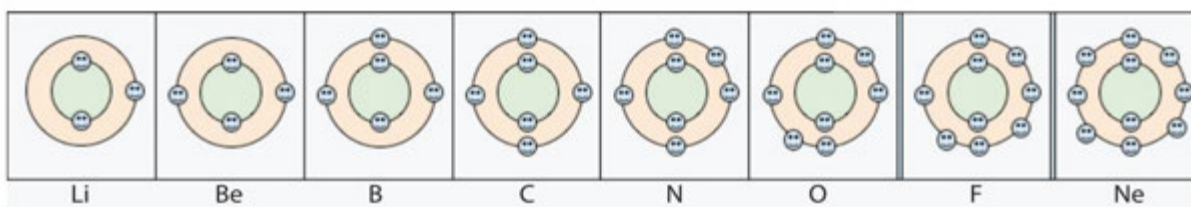
Общее число энергетических уровней в атоме совпадает с номером периода его элемента в периодической таблице. Каждый энергетический уровень содержит определенное количество электронов, которое можно определить по формуле $N=2n^2$. Где "n" - номер энергетического уровня. Число энергетических уровней в атоме: $n = 1, 2, 3, 4, \dots$. По формуле на первом уровне максимально могут располагаться 2 электрона. На втором уровне могут располагаться максимально 8 электронов и т.д. Максимальное количество электронов на уровнях "K", "L", "M", "N" и их расчет показан ниже:

First shell (K)	for $n = 1$	$2 \times n^2 = 2 \times 1^2 = 2 e$
Second shell (L)	for $n = 2$	$2 \times n^2 = 2 \times 2^2 = 8 e$
Third shell (M)	for $n = 3$	$2 \times n^2 = 2 \times 3^2 = 18 e$
Fourth shell (N)	for $n = 4$	$2 \times n^2 = 2 \times 4^2 = 32 e$

Когда были предприняты первые попытки построения периодической таблицы, ничего не было известно о составе атома. Однако, в настоящее время можно связать положение элемента в таблице с его электронным строением и свойствами.

Электроны, находящиеся на внешнем электронном уровне, называются валентными. Элементы, которые находятся в одной группе, имеют одинаковое количество валентных электронов. Это значит, что количество валентных электронов полностью определяет свойства элемента. Например, щелочные металлы, находящиеся в 1-ой группе, имеют один электрон на внешнем уровне. Все эти металлы имеют схожие свойства. Они легко

окисляются на воздухе, бурно реагируют с водой, имеют относительно низкую плотность.



Electron distribution of elements in 2nd period of alkali metals

Atomic Number (Protons)	Symbol	Name	State at room conditions	Electron in the shells
1	H	Hydrogen	gas	1)
2	He	Helium	gas	2)
3	Li	Lithium	solid	2) 1)
4	Be	Beryllium	solid	2) 2)
5	B	Boron	solid	2) 3)
6	C	Carbon	solid	2) 4)
7	N	Nitrogen	gas	2) 5)
8	O	Oxygen	gas	2) 6)
9	F	Fluorine	gas	2) 7)
10	Ne	Neon	gas	2) 8)

Keep in mind:

The distance between nucleus and shells increases with increasing the number of shells.

Literacy

1. Write electron arrangements of elements: Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar, K, Ca.
2. Which ones of the elements above have similar chemical properties?
3. Why is helium placed in a group 18 with neon but has different electron configuration? (Use the Periodic table on page 116)

Lab work

Прежде чем построить модель, нужно узнать, сколько протонов, нейтронов и электронов содержится в атоме. К примеру, возьмем атом углерода. Из периодической таблицы элементов можно найти, что атом углерода содержит 6 протонов, 6 нейтронов и 6 электронов.

Реактивы и оборудования:

Цветные или покрашенные шарики для настольного тенниса (либо резиновые шарики), провода.

Ход работы:

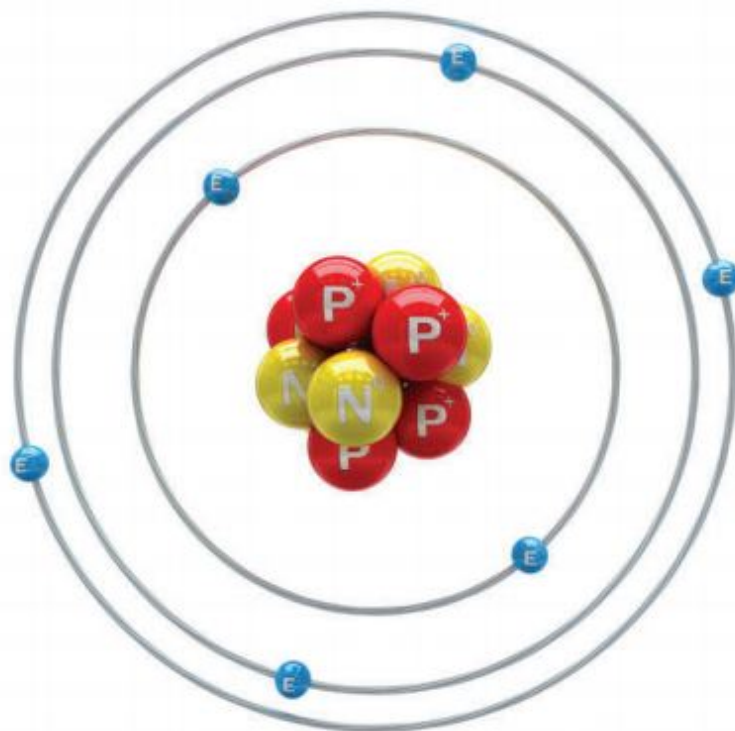
Ядро атома состоит из протонов и нейтронов. Электроны находятся на определенных орбитах вокруг ядра.

Постройте модель атома с протонами, нейтронами и электронами, используя шарики и провода. Используйте свои собственные идеи и воображение.

Вопросы:

-
- Какая частица в атоме заряжена отрицательно?

- Заряд протона и заряд нейтрона
- Каково общее количество заряженных частиц в атоме углерода?



Structure of the carbon atom

Terminology

- light - жеңіл / легкий;
- amu (atomic mass unit) - а.м.б. (массаның атомдық бірлігі) / а.е.м. (атомная единица массы);
- approximately - жуық / приблизительно;
- to occupy - көлем алу / занимать;
- outermost - сыртқы / внешний;

- valence electrons - валенттік электрондар / валентные электроны;
- electron distribution - электрондардың орналасуы / распределение электронов;
- electron arrangement - электрондардың орналасуы / распределение электронов.

1.2 FORMATION OF IONS. WRITING CHEMICAL FORMULA FOR COMPOUNDS

Why do elements "want" to be like Noble gases?

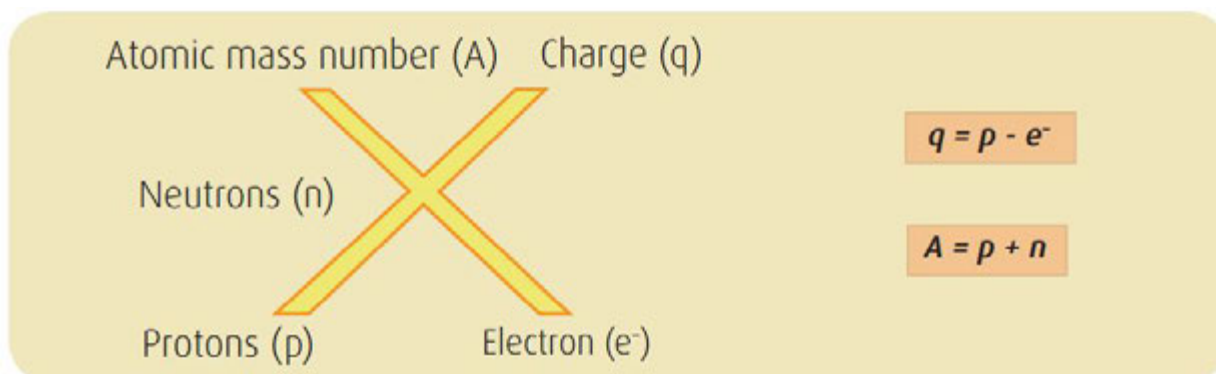
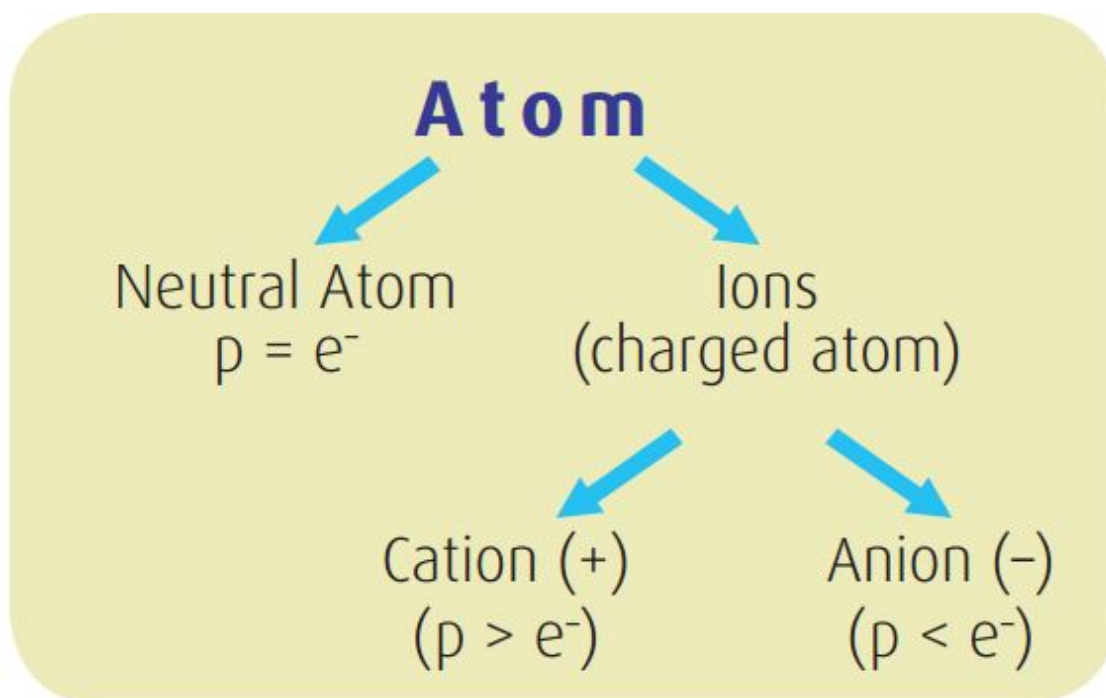
You will:

-
- понимать как атомы завершают свои электронные оболочки;
- уметь составлять химические формулы ионных соединений

Каждый атом "стремится" к состоянию стабильности. Стабильность любого атома зависит от расположения его электронов в электронной оболочке. Атомы, которые имеют завершённые энергетические уровни, являются наиболее стабильными. В химических реакциях атомы, в целях обретения стабильности, способны терять или приобретать электроны. Например, если атом натрия (11Na) теряет один электрон, то его энергетические уровни обретут стабильность. Электронная оболочка будет схожа с таковой, как у неона (10Ne). В случае атома хлора (17Cl), ему, наоборот, необходимо принять один электрон. В результате, его электронная оболочка будет схожа с таковой, как у аргона (18Ar).

Атомы элементов являются нейтральными частицами. Они имеют одинаковые количества протонов и электронов. Соответственно, заряд нейтрального атома равен нулю. В

случаях, когда атомы принимают или отдают электроны, они становятся заряженными частицами. Эти заряженные частицы, называются ионы. Существует два вида ионов: катионы и анионы. Катионы образуются, когда число протонов в атоме становится больше чем число электронов. И наоборот, анионы образуются, когда число электронов превышает число протонов.



В данном случае, "X" является символом любого элемента. Например, нейтральный атом натрия (Na) содержит 11 протонов, 11 электронов, 12 нейтронов и имеет атомную массу равную 23.

$$A = 23$$

0

$$n = 12$$



$$p = 11$$

$$e^- = 11$$

Example 1

What are the number of neutrons and the charge of a bromine ion?

Solution

$$\text{If } A = p + n \quad n = A - p \text{ and } n = 80 - 35 = 45$$

If $q = p - e$ -and then $q = 35 - 36 = -1$



Составление формул ионных соединений

Сумма степеней окислений всех элементов в соединении равняется нулю.

Example 2

Рассчитайте сумму степеней окислений ионов в хлориде кальция CaCl_2 .

Solution

Известно, что Ca имеет степень окисления +2, а хлор Cl имеет степень окисления -1.

Соответственно $+2 \times 1(\text{Ca атом}) + (-1) \times 2(2\text{Cl атома}) = +2 + (-2) = 0$

Ответ: 0

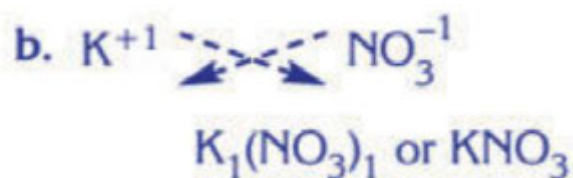
Для того, чтобы написать формулу химического элемента нужно знать степени окисления элементов.

Например, соединение образованное элементами X^{n+} и Y^{m-} . В данном случае, путем расположения степеней окислений крест-накрест, значения " $n+$ " и " $m-$ " переходят на место индексов в виде целых положительных чисел.

Example 3

Покажите как были составлены формулы для соединения: NaCl и KNO₃.

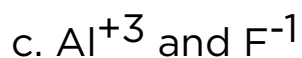
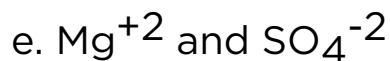
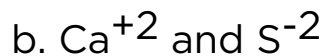
Solution



Exercise

Составьте формулы для соединений между следующими парами ионов:

a. Na^{+1} and O^{-2}



Literacy

Fill in the blanks.

- Atom is the basic building block of
- The subatomic particles are, and
- and are found in the nucleus.
- Electrons turn around the
- The mass of the atom is the sum of the and
- The numbers of electrons and protons are in the neutral atom. • The numbers of electrons and protons are in the ionic atom.
- The charge of the proton is but the charge of the electron is.....
- The charge of the neutron is
- The mass of or are 1 a.m.u. but a mass of the electron is about
- The charges of cation and anion are crossed to write the of a compound.
- The formula of Atomic Mass(A)=.....

Terminology

- stable - тұрақты / стабильный;
- particle - бөлшек / частица;
- electron shells - электрон қауыздары / электронные оболочки;
- to gain electrons - электрон алу / получать электроны;
- to lose electrons - электрон жоғалту / терять электроны.

Problems: Electrons in Atoms

1. What kind of charge does a neutron have?
2. What kind of charge does an electron have?
3. How many electrons are there in the following elements?
 - a. O
 - b. Fe
 - c. He
 - d. Ar
4. How many valence electrons does each atom have?
 - a. Sodium
 - b. Fluorine
 - c. Chlorine
 - d. Chromium
5. Fill the gap: Elements in the same group have the same number of.....electrons.
6. If an atom has 13 protons in the nucleus, how many electrons will surround the nucleus?
7. If an atom has 11 protons in the nucleus, how many valence electrons will it have in outer shell?
8. How many protons are there in the nucleus with an atomic number 21?
9. What is the mass number of an atom with 26 protons, 30 neutrons and 26 electrons?

10. How many neutrons are there in the nucleus of an atom with an atomic number of 20? (Use the Periodic table)
11. An ion of nitrogen has a charge of -3. How many protons and electrons do the ion have?
12. The mineral halite is made of chlorine and sodium. Use the Periodic table of the elements to determine what charge each of these elements will take to form a compound.
13. The element oxygen will always take charge of -2 in naturally occurring rocks and minerals. The chemical formula for the compound, which makes up the mineral ruby, is Al_2O_3 . What is the charge of aluminium in this compound?

CHAPTER 2: CHEMICAL REACTIONS

2.1 WRITING CHEMICAL EQUATIONS

Can you write any reaction that occurs in nature?

You will:

-
- понимать значение символов;
- уметь использовать периодическую таблицу;
- способны вычислять молекулярные массы различных соединений

Атомдық және молекулалық масса

Как вы уже знаете, атом состоит из трёх субатомных частиц: протона (p), нейтрона (n) и электрона (e⁻). Также он имеет массу, называемой относительной атомной массой (A_r). Атомная масса равняется сумме протонов и нейтронов:

$$A_r = p + n$$

Каждый химический элемент содержит атомы только одного вида. Для отображения элементов используются символы. Например: золото - Au, водород - H, кислород -

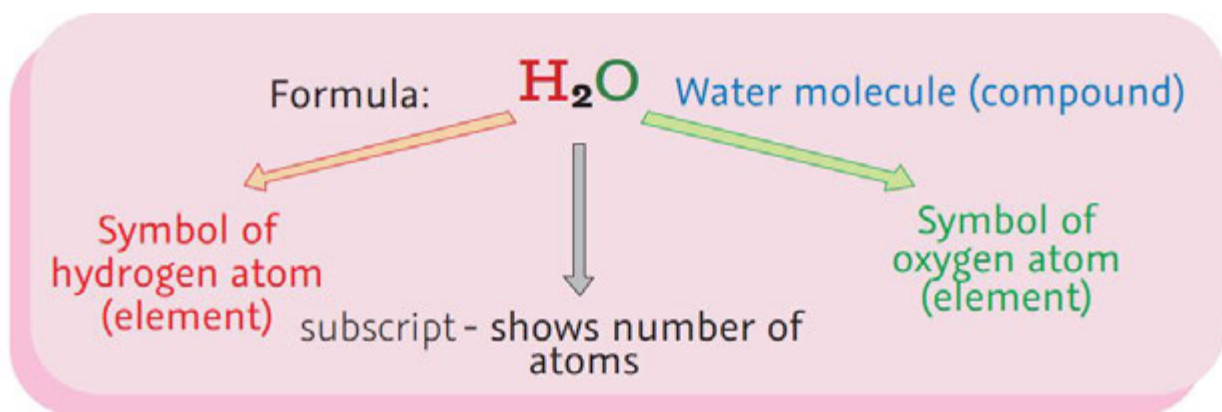
О, железо - Fe. Все элементы и их символы расположены в периодической таблице.

Современная периодическая таблица насчитывает 118 элементов. 92 из них являются природными элементами. Они являются основными структурными единицами любой материи.

В периодической таблице каждый элемент имеет свой порядковый номер. Рассмотрим элементы на примере углерода и кислорода. Порядковый номер углерода равняется 6. Его атомная масса равняется 12. $A_r(6C) = 12$. Атомная масса кислорода - 16. Мы записываем ее как $A_r(O) = 16$.

Два и более элементов могут образовывать химические соединения. Химическое соединение - это вещество, состоящее из химически связанных атомов двух или более элементов, имеющее определенный состав.

Например: вода (H_2O), углекислый газ (CO_2), хлорид натрия ($NaCl$), серная кислота (H_2SO_4), карбонат кальция ($CaCO_3$), глюкоза ($C_6H_{12}O_6$).



Массой соединения называется относительная молекулярная масса или просто молекулярная масса (M_r). Для расчета молекулярной массы используются атомные

массы элементов в соединении. Для соединения, которое имеет химическую формулу X_nY_m молекулярная масса равняется:

$$M_r(X_nY_m) = A_r(X) \cdot n + A_r(Y) \cdot m$$

Для примера, рассмотрим молекулу воды H_2O . Молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. $A_r(H) = 1$, $A_r(O) = 16$. Молекулярная масса воды равняется:

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

Keep in mind

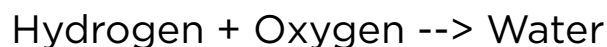
Some substances have two or more same atoms: O_2 - oxygen molecule has two atoms of oxygen; C_{60} - fullerene molecule composed of sixty atoms of carbon.

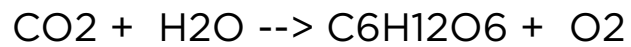
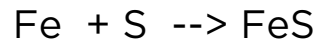
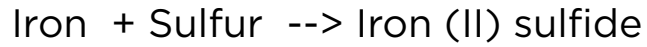
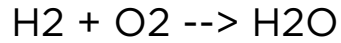
Facts

The number of known chemical compounds is about 29.000.000.

Составление химических реакций

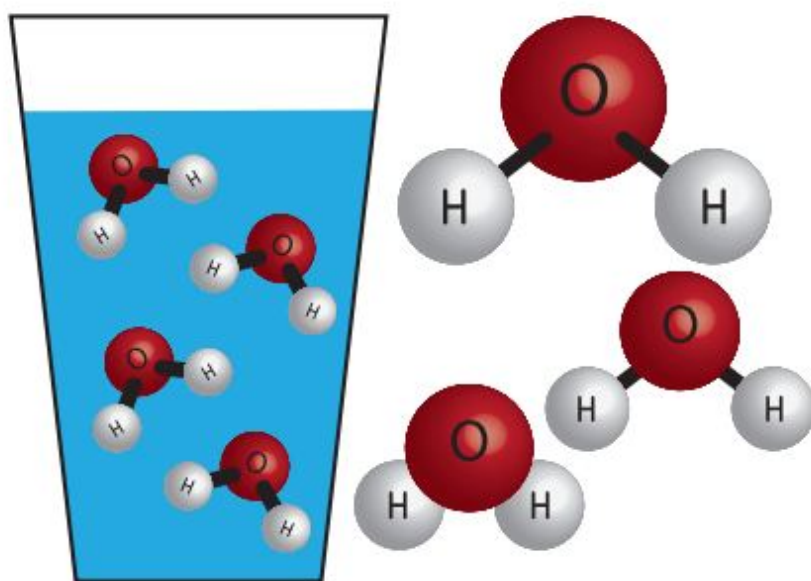
Как известно, химическая реакция - это всегда образование нового вещества или веществ. В результате этих изменений, сложные вещества могут разлагаться на более простые либо наоборот. Рассмотрим несколько примеров:







Photosynthesis reaction is essential for life on the Earth



Water molecules

Literacy

1. Find atomic masses A_r of following elements. Use the Periodic Table.

- a. Na
- b. Br
- c. Pb

2. Calculate molecular masses M_r of following compounds. Use the Periodic Table to find A_r of elements.

- a. Al_2O_3 (Aluminium oxide)
- b. $KMnO_4$ (Potassium permanganate)
- c. CH_3COOH (Acetic acid from vinegar)
- d. $C_6H_{12}O_6$ (Glucose)

3. Complete following reactions. Write chemical formula of missing compounds:

- a. Al (aluminium) + _____ (oxygen molecule) \rightarrow Al_2O_3 (aluminium oxide)
- b. _____ (water) + SO_3 (sulfur trioxide) $>$ H_2SO_4 (sulfuric acid)
- c. CaO (calcium oxide) + _____ (carbon dioxide) $>$ $CaCO_3$ (calcium carbonate)

Terminology

- relative – салыстырмалы / относительная
- atomic mass – атомдық масса / атомная масса
- compound – қосылыс / соединение
- carbon dioxide – көмірқышқыл газы / углекислый газ;
- sulfuric acid – күкірт қышқылы / серная кислота;
- substance – зат / вещество;

- vinegar – сірке суы / уксус;
- acetic acid – сірке қышқылы / уксусная кислота.

Activity

Discussion about elements.

- Which elements are more important in our life? Why?
- Which elements do you think are less important? Why?

2.2 BALANCING CHEMICAL EQUATIONS

Is it possible for us to produce something from nothing?

You will:

-
- уметь составлять схемы химических реакций;
- уметь расставлять коэффициенты в схемах реакций

Обычно мы сталкиваемся с уравнениями на уроках математики. В математических уравнениях обе стороны уравнения равны. В химических уравнениях реакций стороны также должны быть уравнены. Химические уравнения должны быть составлены так, чтобы число атомов на стороне реагентов было равно числу атомов на стороне продуктов.

Для того, чтобы уравнять химическое уравнение необходимо расставить коэффициенты перед символами элементов и соединений так, чтобы число одинаковых атомов в левой и правой сторонах реакции было равно.

Рассмотрим алгоритм составления уравнений химических реакций.



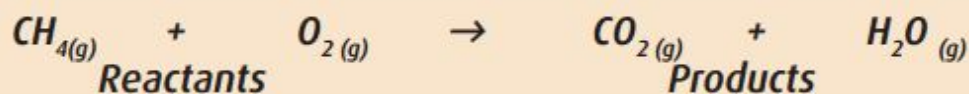
In a chemical reaction, the masses and number of atoms in reactants and products are equal

а.Написать реагенты и продукты химической реакции

Для начала запишем формулы исходных веществ и продуктов реакций.

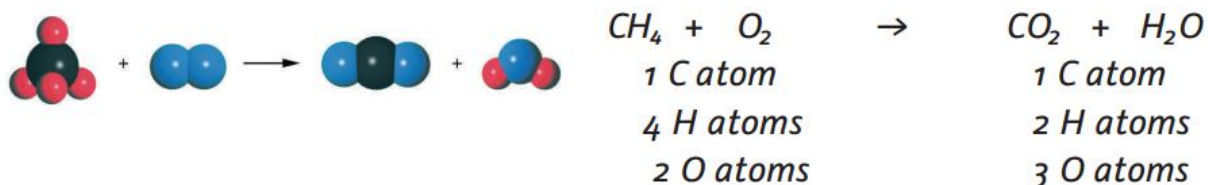
Предположим, что нам нужно уравнивать химическую реакцию между метаном CH_4 и кислородом O_2 . Продуктами реакции являются диоксид углерода CO_2 и вода H_2O .

При составления уравнения реакции, запишем реагенты CH_4 и O_2 с левой стороны от "стрелки", разделив их знаком "+". С правой стороны от стрелки запишем продукты CO_2 и H_2O , также разделив их знаком "+".



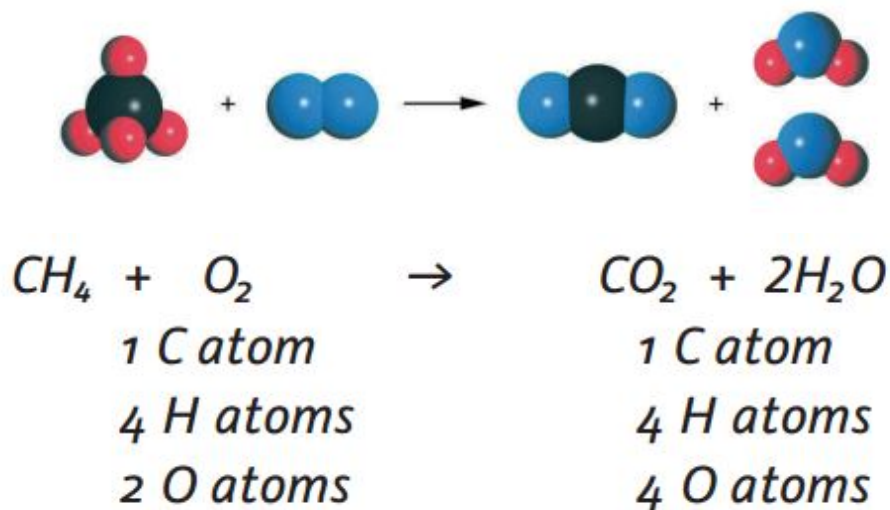
б. Определить количество атомов

Теңдеудің екі жағындағы атомдардың санын жеке-жеке қосып есептейміз.

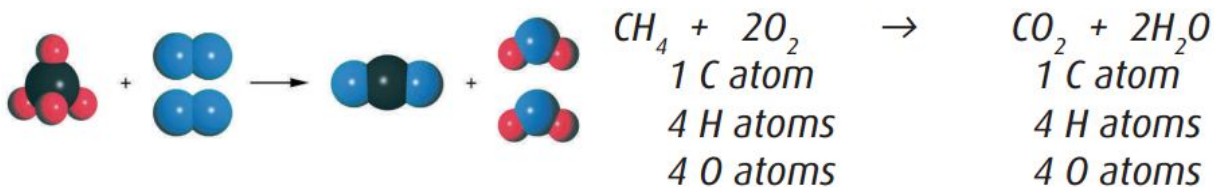


в. Уравнять реакцию используя коэффициенты

Число атомов углерода на обеих сторонах реакции одинаково. Однако количество атомов водорода и кислорода отличаются. В данном случае необходимо поставить коэффициенты перед символами водорода и кислорода. Количество атомов водорода с левой стороны в два раза больше чем с правой стороны. Соответственно, нам нужно поставить коэффициент "2" перед молекулой воды. При этом количество молекул воды на стороне продуктов удваивается. В результате количество атомов водорода на обеих сторонах уравниваются.



Now there are 2 oxygen atoms on the left side and 4 oxygen atoms on the right. To balance the equation, write “2” in front of the oxygen in the reactants. Finally, check the number of atoms on both sides. Make sure that everything is balanced.



Word equation	Methane + Oxygen → Carbon dioxide + Water
Skeleton equation	$CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
Balanced equation	$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

In a chemical reaction, the masses and number of atoms in reactants and products are equal.



Burning of natural and associated gases

Keep in mind:

To balance an equation, we usually start with the most complex compound.

Never change the formulas when you are balancing an equation!

Literacy

Write an equation of chemical reaction in words and in symbols for next processes:

1. Decomposition of water;
2. Rusting of iron;
3. Burning of sulfur.

Lab work № 2. Соотношение реагирующих веществ

Введение:

В данном эксперименте необходимо нагреть смесь железа и серы для образования нового соединения.

Реактивы и оборудования:

Порошок железа, порошок серы, пробирки, горелка, зажим, весы.

Ход работы:

1. Используя весы, измерьте массу пробирки, содержащей 5 г железа Fe и 3 г серы S.
2. Включите горелку и поставьте на средний огонь.
3. Нагрейте пробирку со смесью с образовавшимися соединениями.
4. Дайте пробирке остыть.
5. Измерьте массу пробирки с образовавшимся соединением.

Наблюдение и вопросы:

1. Напишите химическую формулу сульфида железа.
2. Напишите уравнение для этой реакции.
3. Какого цвета полученное вещество?
4. Масса пробирки изменяется после реакции?



Sulfur



Terminology

- thereby - яғни / таким образом;
- reactant - реагент / реагент;
- to suppose - тұжырымдау / предполагать;
- to measure - өлшеу / измерять;
- products - өнімдер / продукты;
- observation - бақылау / наблюдение;
- heating - қыздыру / нагревание;
- to balance - теңестіру / сбалансировать;
- powder - ұнтақ / порошок;
- equation - теңдеу / уравнение.

2.3 TYPES OF CHEMICAL REACTIONS

What are the chemical reactions around us?

You will:

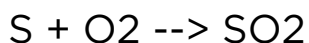
- уметь классифицировать химические реакции по числу и составу исходных и образующихся веществ;
- знать уравнения химических реакций, происходящих в природе

As we know, chemical reactions are changes in which new substances are formed. Most chemical reactions can be classified as follows (4 main types): combination, decomposition, single displacement and double displacement reactions.

1. Combination (synthesis)

Реакции соединения - это реакции, в которых из двух или более веществ образуется одно новое вещество.

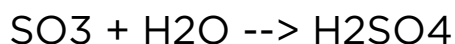
Например, сера является элементом, который можно обнаружить в ископаемых видах топлива. При сжигании этого топлива, сера реагирует с кислородом с образованием оксида серы (IV) SO₂:



Далее, оксид серы (IV) взаимодействует с кислородом O₂ в воздухе и образует оксид серы (VI) SO₃:



В конечном итоге, образуется серная кислота H_2SO_4 при взаимодействии оксида серы (VI) и воды H_2O , содержащейся в облаках. Полученная кислота может служить причиной возникновения кислотных дождей:

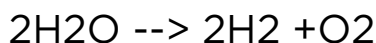


In this reaction, a complex substance breaks down into simpler substances. Such reaction is called decomposition reaction. Уравнение реакции присоединения в общем виде:



2. Decomposition reaction

При пропускании электрического тока через воду, молекулы воды распадаются на составляющие элементы, а именно водород и кислород.

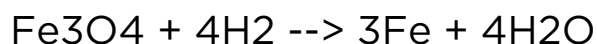


В таких реакциях, из одного сложного вещества получают два или более простых или сложных веществ. Такие реакции называются реакциями разложения. Уравнение реакции разложения в общем виде:



3. Single displacement reaction

Восстановление металлов из их оксидов является примером реакции замещения. В качестве восстановителя можно использовать оксид углерода (II) CO и водород H₂. Рассмотрим на примере магнетита, Fe₃O₄. При нагревании Fe₃O₄ с водородом образуется чистое железо Fe:



В вышеприведенной реакции водород H₂ замещает железо Fe из соединения магнетита Fe₃O₄. Реакции, в которых атомы простого вещества замещают атомы одного из элементов сложного вещества называются реакциями замещения. Реакции замещения в общем виде:



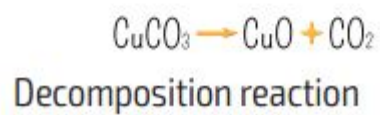
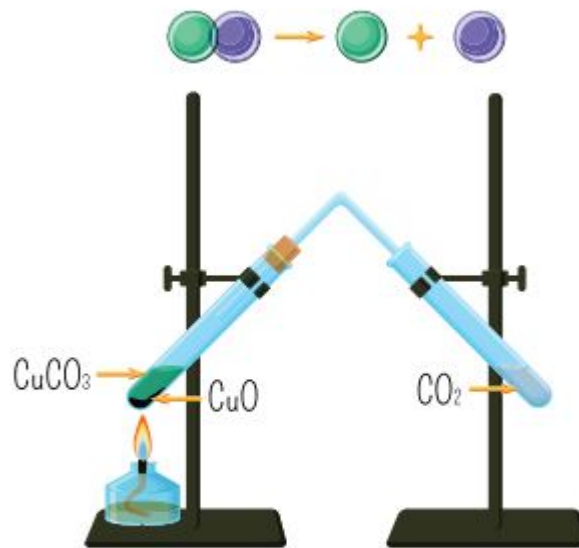
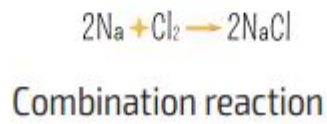
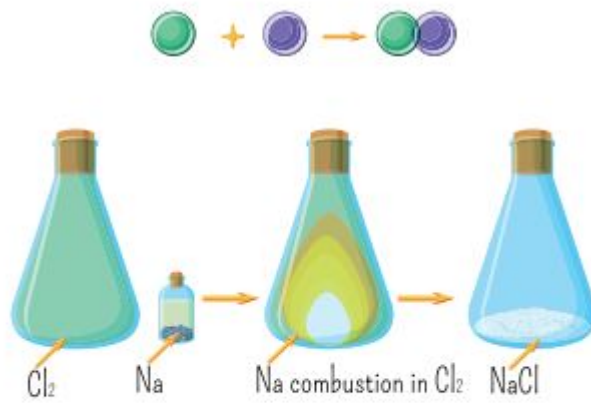
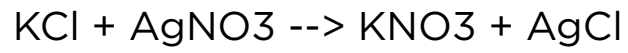
4. Double displacement reaction

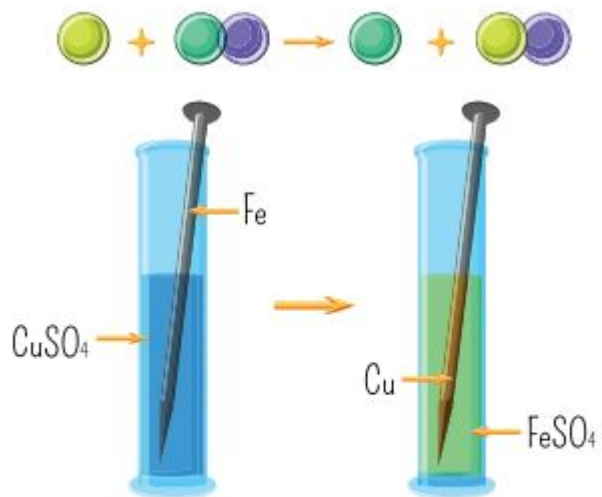
In a double displacement reaction, two parts of different compounds displace to form two new compounds. In such reactions, two reactants give two products.

We can show double displacement reaction in this way:

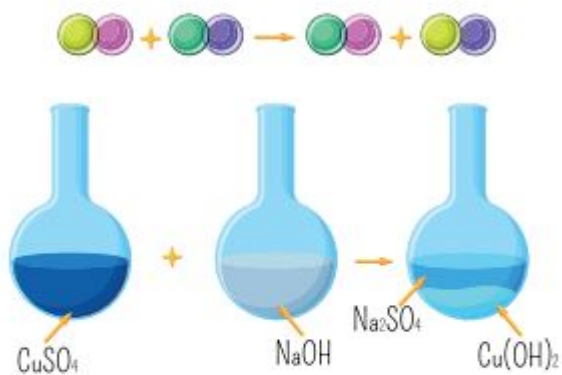


Например, когда раствор хлорида калия KCl реагирует с раствором нитрата серебра AgNO₃, калий и серебро обмениваются своими атомами. В конечном итоге, образуются два новых соединения: хлорид серебра AgCl и нитрат калия KNO₃.





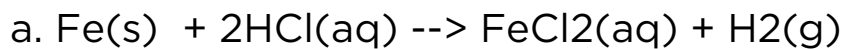
Single displacement reaction

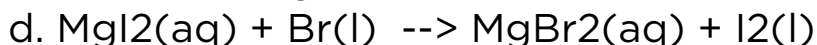
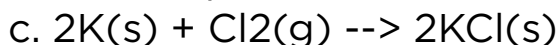


Double displacement reaction

Literacy

Classify the following reactions:





Facts

Almost all biological processes such as respiration and photosynthesis are chemical reactions.

Terminology

- to occur – болу, орын алу / происходить, иметь место;
- electric current – электр тогы / электрический ток;
- combination reaction – қосылу реакция соединения;
- to cause – себеп болу / являться причиной;
- decomposition reaction – ыдырау, айырылу реакциясы / реакция разложения
- single displacement reaction – орынбасу реакциясы / реакция замещения
- double displacement reaction – алмасу реакциясы / реакция обмена
- fossil fuel – қазба отыны / ископаемое топливо;
- solution – ерітінді / раствор;
- respiration – тыныс алу / дыхание;
- combustion – жану / горение;
- constituent – құраушы / составляющий.

Facts

There is a tree in Africa named as Sclerocarya birrea but commonly known as Marula. Fruits of that tree are edible by men and animals. But once fruits fell down of a tree, they go into alcoholic fermentation. Alcoholic fermentation is a chemical change when glucose decomposes into carbon

dioxide gas and poisonous ethyl alcohol. Usually, animals such monkeys, elephants, some birds eat fallen fruits and get drunk! When animals get drunk they often fall or even cannot stand.

2.4 CHEMICAL FORMULA AND CALCULATIONS

Which one contains a higher percentage of sodium metal: table salt or washing soda?

You will:

-
- уметь вычислять массовые доли элементов в составе вещества;
- выводить формулы веществ по массовым долям элементов

Вычисление массовой доли элемента

Для того, чтобы вычислить массовую долю элемента (ω) можно использовать несколько методов. Рассмотрим на примере диоксида серы SO_2 :

a. Proportions

Молекула диоксида серы содержит 1 атом серы и 2 атома кислорода.

$$\text{Ar}(\text{S}) = 32,$$

$$\text{Ar}(\text{O}) = 16.$$

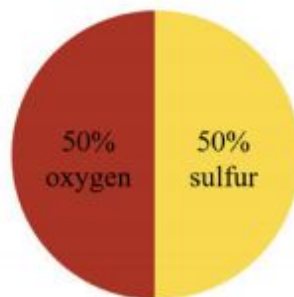
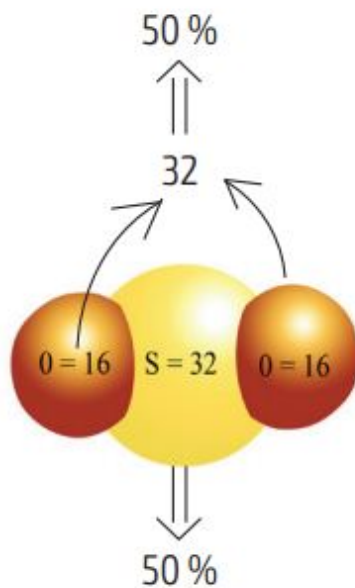
$$\text{Mr}(\text{SO}_2) = \text{Ar}(\text{S}) + \text{Ar}(\text{O}) * 2 = 32 + 16 * 2 = 64$$

Для вычисления массовой доли серы $\omega(\text{S})$ в SO_2 необходимо составить пропорцию. Если $\text{Mr}(\text{SO}_2)$ - 100%,

ТО

$$\begin{array}{l}
 M_r(SO_2) - 64 \quad \text{is} \quad 100\% \\
 A_r(S) - 32 \quad \text{is} \quad \omega(S) \\
 \omega(S) = \frac{A_r(S) \cdot 100\%}{M_r(SO_2)} = \frac{32 \cdot 100\%}{64} = 50\%
 \end{array}$$

Так как у нас только два вида атомов (S и O), то массовая доля кислорода в соединении будет равняться 50%.



Mass percentage of elements in sulfur dioxide (SO₂)

b. Formula

Представим химическое соединение X_nY_m. Молекулярная масса равняется M_r(X_nY_m), а атомные массы элементов равняются A_r(X) и A_r(Y). Для вычисления массовой доли элемента X, можно использовать следующую формулу:

$$\omega(X) = \frac{A_r(X) \cdot n}{M_r(X_n Y_m)} \cdot 100\%$$

Facts

Sulfur dioxide is one of the gases that cause acid rain.

Example 1

Вычислите массовую долю железа Fe в оксиде железа (III) Fe₂O₃

Solution:

Оксид железа (III) содержит два атома железа и три атома кислорода. Находим атомные массы Fe и O в периодической таблице.

Ar(Fe)=56 and Ar(O) = 16.

Mr(Fe₂O₃) = Ar(Fe) • 2 + Ar(O) • 3 = 56 • 2 + 16 • 3 = 112 + 48 = 160

Используем формулу для нахождения массовой доли железа:

$$\omega(\text{Fe}) = \frac{A_r(\text{Fe}) \cdot 2}{M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3)} \cdot 100 = \frac{56 \cdot 2}{160} \cdot 100 = 70\%$$

$$\omega(\text{O}) = 100\% - 70\% = 30\%$$

Finding formula of a compound using mass percentages of elements

Если известны массовые доли элементов $\omega(X)$ и $\omega(Y)$, можно вывести формулу соединения. В соединении X_nY_m необходимо найти соотношение "n" к "m" ($n : m$).

Соотношение будет равняться:

$$n : m = \frac{\omega(X)}{A_r(X)} : \frac{\omega(Y)}{A_r(Y)}$$

В результате данного действия необходимо получить целые значения чисел "n" и "m". Рассмотрим на следующем примере.

Example 2

Выведите простейшую химическую формулу соединения Cr_nO_m , если известно, что $(Cr) = 68.4\%$ и $(O) = 31.6\%$.

Solution.

Step 1: Найдите атомные массы элементов. Используйте периодическую таблицу. $A_r(Cr) = 52$ and $A_r(O) = 16$. Находим простейшее соотношение между "n" и "m" в уравнении.

$$n:m = \frac{\omega(Cr)}{A_r(Cr)} : \frac{\omega(O)}{A_r(O)} = \frac{68.4}{52} : \frac{31.6}{16} = 1.315 : 1.975$$

Step 2: Чтобы упростить это соотношение, разделим оба числа (1.315 и 1.975) на наименьшее из них (1,315).

Переведем их в натуральные числа.

$$n:m = \frac{1.315}{1.315} : \frac{1.975}{1.315} = 1 : 1.5 = 2 : 3$$

Формула неизвестного соединения Cr_2O_3

Science in context

Approximate mass percentage of “Nauryz kozhe”: 42% of milk (dairy products), 25% of water, 17% of meat, 8% of onion, 4% of rice and 4% of millet.



Nauryz kozhe

Literacy

1. Calculate the mass percentage of oxygen $\omega(\text{O})$ in following compounds. Use the Periodic Table to find atomic masses of elements. Al_2O_3 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$.
2. Find chemical formula of the following compounds with given mass percentages: Zn_xO_y ,

$\omega(\text{Zn}) = 80.2\%$ and $\omega(\text{O}) = 19.8\%$;

MnxCly , $\omega(\text{Mn}) = 27.9\%$

Use the Periodic Table to find atomic masses Ar of elements.

Terminology

- quantitative - сандық / количественный;
- mass percentage - массалық үлес / массовая доля;
- equation - теңдеу / уравнение;
- ratio - қатынас / отношение;
- dairy - сүтті / молочный;
- millet - тары / пшено;
- approximate - шамамен, жуық / примерный.

Problems: Chemical reactions

1. Calculate the molar masses of following compounds:
CaO, Na₂S, SiO₂, KI, OF₂, NaHCO₃, Li₂SO₄, H₂CO₃,
CH₃COOH.

2. How many atoms of each element are represented in each of the following expressions?

- A) 5H₂O
- B) 3Al(OH)₃
- C) CaCO₃
- D) 15NH₄OH
- E) 10C₂H₅OH

3. What is a word equation? Write the word equation for the following reactions:

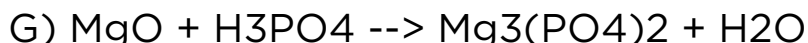
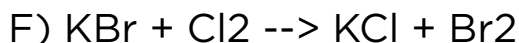
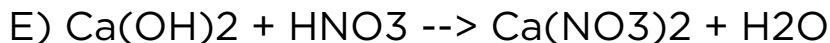
- A) $2\text{Na(s)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{NaCl(s)}$
- B) $\text{C(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)}$

4. Write the word equations and equations with symbols and formulas for the following reactions:

- A) The metal calcium reacts with fluorine gas and forms solid calcium fluoride, CaF₂.
- B) Carbon dioxide gas reacts with water to give an aqueous solution of carbonic acid, H₂CO₃.

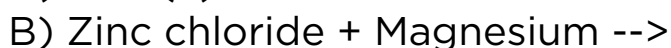
5. Balance the following chemical equations:

- A) $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$
- B) $\text{Fe} + \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$
- C) $\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \text{Ag} + \text{O}_2$
- D) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}$



6. What is the difference between combination and decomposition reaction? Give two examples of each.

7. Complete these word equations and write corresponding symbol equations:

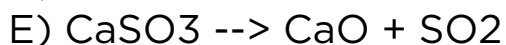
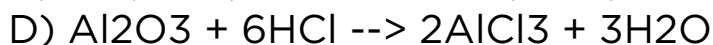
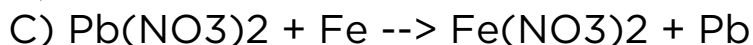


8. What is the percentage by mass of oxygen in Fe_3O_4 ?

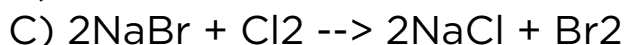
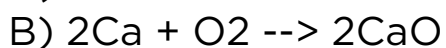
9. What is the percentage by mass of oxygen in $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$?

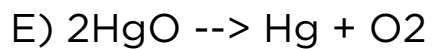
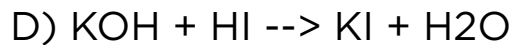
10. Oxide of manganese contains 63.22% of manganese and 36.78% of oxygen by mass. According to the given information determine the empirical formula of the oxide?

11. Which one is double displacement reaction?

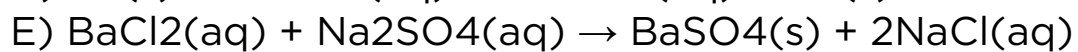
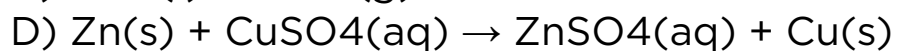
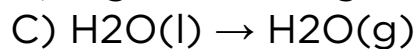
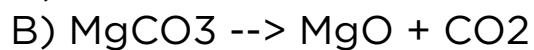
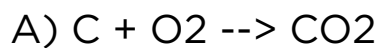


12. Which one is the combination reaction?





13. Which of the following reactions is decomposition reaction?



CHAPTER 3: METALS IN OUR LIFE

3.1 CORROSION

Why do knives and spoons not rust?

You will:

-
- знать значение коррозии;
- понимать почему некоторые металлы подвергаются коррозии;
- понимать то, что некоторые металлы подвергаются коррозии быстрее чем другие металлы;
- знать причины возникновения коррозии



Приблизительно 80% всех элементов в периодической таблице являются металлами. Поэтому роль металлов

очень высока в современном мире. Несмотря на то, что люди произвели невероятные по свойствам материалы, металлы все так же остаются самыми важными элементами в производстве электроники, автомобилей, самолетов, ракет, техники, строительных материалов.

Металлы являются важной частью природы. Наша литосфера содержит алюминий, железо, кальций, магний, натрий, калий. Эти металлы вместе с кислородом и кремнием составляют 99% земной коры. Морская вода содержит соли таких металлов, как натрий, магний, кальций и др.

Металлы играют важную роль и в биосфере. Практически все важные процессы в живых организмах невозможны без металлов. Костям и зубам необходим кальций. Кровь содержит железо. Хлорофилл растений содержит магний.



Rusting of two old iron ships in Aral desert.



Corroded old large water pipes after many years of uses



Rusty train in the cemetery of old trains in Bolivia

Коррозия

Как люди получают металлы? Известно, что можно получить чистый металл путем выплавления его из руды.

Руда – это соединение металла с неметаллами, такими как кислород, водород, сера, углерод и другие.

На нашей планете в свободной металлической форме можно обнаружить только такие металлы как золото, платина, иногда серебро и медь. Эти металлы не являются химически активными. Они обычно не образуют соединений в природе. Однако, все остальные металлы в природе встречаются в виде соединений. Для получения чистых металлов, таких как железо, алюминий, цинк, марганец, свинец и других, необходимо выплавлять соответствующий металл из его руды. В результате выплавления, металл переходит в нестабильную форму. Поэтому с течением времени металлы переходят в стабильную форму. Они вступают в химические реакции с водой, кислородом, микроорганизмами и т.д. Этот процесс называется коррозией. Ржавление – это коррозия железа и его сплавов.

Коррозия является причиной разрушения многих предметов, изготовленных из металлов, таких как кухонная утварь, хозяйственные предметы. Однако, иногда коррозия может стать причиной возникновения больших инцидентов, таких как кораблекрушение, авиакатастрофы, разрушения мостов, автомобильные аварии, прорывы труб. Поэтому очень важно знать причины коррозии и знать методы ее предотвращения.

На сегодняшний день существуют разные методы защиты металлов от коррозии: изготовление сплавов, покрытие эмалью, покраска и использование более активного металла, который будет разрушаться, предохраняя защищаемое изделие.

Research time:

Приготовьте 4 колбы, объемом 50-100 мл. Заполните их следующими растворами:

1. Водопроводная вода
2. 3% раствор пероксида водорода (дезинфицирующее средство)
3. 10% раствор хлорида натрия (столовая соль)
4. 10% раствор уксусной кислоты

В каждую из колб добавьте по одному железному гвоздю. Оставьте растворы в таком состоянии на 1 сутки. По истечении времени вытащите гвозди из растворов с помощью пинцета. Расположите железные гвозди по мере возрастания эффекта ржавления. Сделайте выводы. Поделитесь результатами с одноклассниками.



Literacy

1. Aluminium is one of the active metals. But that metal is widely used in a production of technics, household items because it is resistive to corrosion. Search and explain why aluminium is so stable.
2. The Eiffel Tower in Paris was built in 1889. It is made of ordinary steel. That is why it rusts over time. To protect The Eiffel Tower against corrosion, it was the painted several times. One painting gives 60 tons of extra mass. Initial mass of Tower was 9000 tons. But today it weighs about 10150 tons. How many times was the Eiffel Tower painted?

Facts

В середине 19-го века металлический алюминий считался очень редким, поэтому он стоил дороже золота. Известно, что президент Второй французской республики Наполеон III использовал алюминиевую посуду для себя и для важных гостей. А для менее важных гостей он предлагал золотые вилки и ножи! Однако, на сегодняшний день известно, что алюминий - самый распространенный металл в земной коре.



Facts

On April 28, 1988, Boeing 737 had an accident in Honolulu. During the flight, a front part of the plane was ripped away as a result of metal corrosion. One person was ejected from the plane.



Terminology

- corrosion - коррозия / коррозия;
- to rust - тот басу / ржавесть;
- ore - қазба байлық / руда;
- to smelt - балқыту / выплавлять;
- tweezers - пинцет / пинцет;
- steel - болат / сталь;
- resistive - төзімділік / устойчивость;
- to eject - лақтыру / выбрасывать;
- first-aid kit - дәрі-дәрмек / аптечка;
- rare - сирек / редкий.

3.2 REACTIONS OF METALS

What are the reasons for metal corrosion?

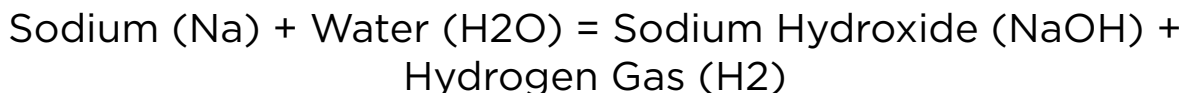
You will:

-
- способны сравнивать активность металлов;
- способны описать реакцию металла с водой и кислотой.

Металлы 1-й группы (Щелочные металлы) и металлы 2-й группы (Щелочно-земельные металлы) являются химически очень активными. Их невозможно обнаружить в природе в свободной форме, то есть в форме чистых металлов. Они легко подвергаются окислению и превращаются в соединения. Щелочные и некоторые щелочно-земельные металлы, такие как кальций, стронций и барий легко реагируют даже с холодной водой. Магний вступает в реакцию только с горячей водой. Во всех случаях образуются водород и гидроксид металла.



Например:



1 H Hydrogen	
3 Li Lithium	4 Be Beryllium
11 Na Sodium	12 Mg Magnesium
19 K Potassium	20 Ca Calcium
37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium
55 Cs Cesium	56 Ba Barium
87 Fr Francium	88 Ra Radium

Alkali metals (group 1) and alkaline earth metals (group 2)

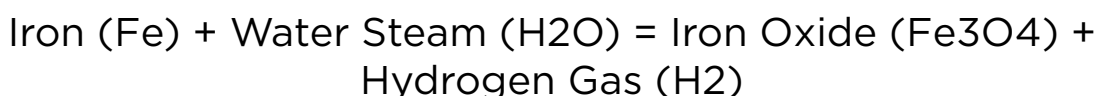


The reaction of an alkali metal with water

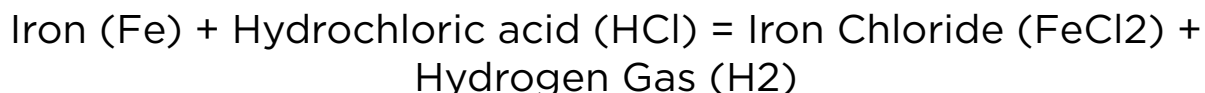
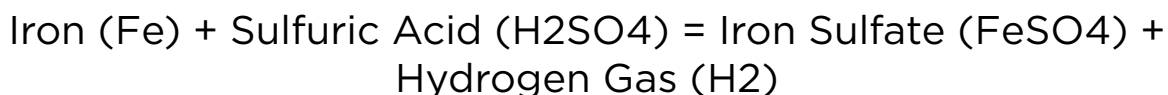
Такие металлы как железо и цинк не реагируют ни с холодной, ни с горячей водой. Однако они взаимодействуют с водяным паром при высоких температурах. Результатом таких реакций является образование оксида металла и водорода. Железо и цинк являются металлами средней активности.



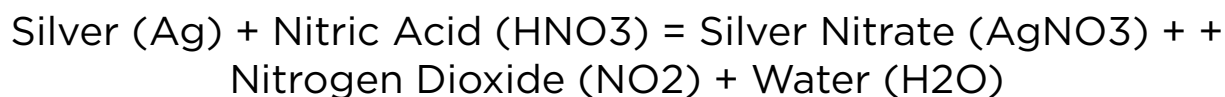
Например:



Растворы кислот способны растворять металлы средней активности. Например, железо реагирует с разбавленными серной и соляной кислотами..



Существует также третья группа металлов, которые не растворяются в большинстве кислот (инертные металлы). Они реагируют только с концентрированными растворами сильных кислот. Например, в результате реакции меди или серебра с концентрированной азотной кислотой образуется соль, вода и выделяется газообразный диоксид азота.



Activity:

The reactions of metals with water

Реактивы и оборудование:

металлический натрий, медь, магний, индикатор фенолфталеин, чашки Петри, пинцет.

Ход работы:

1. Наполните чашки водой.
2. Добавьте 2-3 капли индикатора в каждую чашку.
3. Используя пинцет добавьте небольшой кусочек натрия.
4. Повторите задание с медью и магнием с использованием горячей воды.

Примечание: Соблюдайте технику безопасности при проведении эксперимента.

Наблюдение и вопросы:

1. Напишите цвета металлов:

Натрий - Магний - Медь -

2. Что можно наблюдать при добавлении металлов в воду?

3. Напишите продукты реакций:

a. Magnesium + water =

b. Sodium + water =

c. Copper + water =

4. Распределите металлы в порядке уменьшения активности.



Cross section of sodium metal

Lab work

№ 3. Reactions of metals with acids

Introduction:

Кислоты реагируют с активными металлами и с металлами средней активности с образованием солей и водорода.

Материалы:

металлические железо, алюминий и медь, раствор уксусной кислоты, пробирки.

Ход работы:

1. Положите образцы железа, алюминия, меди в пробирки.
2. Добавьте раствор уксусной кислоты к металлам. (Если необходимо подогрейте).

Наблюдение и вопросы:

1. Какой из металлов не реагирует с кислотой?
2. Какой из них самый активный?
3. Распределите металлы в порядке уменьшения активности. > >



Facts

Aluminium will not react with water at room temperature conditions. But if you mix aluminium with mercury and add some water, it will react. Products of that reaction are aluminium hydroxide and hydrogen gas. The reaction is similar to the reaction of alkali metals and alkaline earth metals with water.

Terminology

- to tarnish - қараю / тускнеть;
- to dissolve - еру / растворяться;
- alkali metals - сілтілік металдар / щелочные металлы;
- alkaline earth metals - сілтілік жер металдар / щелочно-земельные металлы;
- diluted - сұйылтылған / разбавленный.

3.3 ACTIVITY SERIES OF METALS

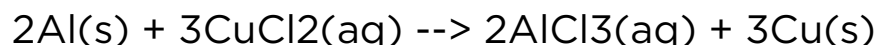
Which sword will be harder and more stable over time? A sword made of copper or gold? Why?

You will:

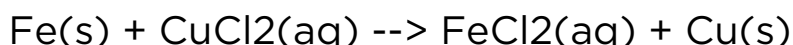
-
- понимать, что более активный металл вытесняет менее активный из растворов его солей;
- разработать и провести систематическое исследование реакций замещения металлов;
- разрабатывать ряд активности металлов;
- прогнозировать возможность протекания незнакомых реакций, используя ряд активности металлов.

Металлы имеют различную активность. Активные металлы в природе не существуют в форме металла, в то время как инертные металлы могут существовать в свободной металлической форме.

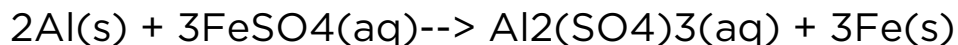
Ряд активности металлов - последовательность, в которой металлы расположены в порядке относительной химической активности друг к другу. Например, алюминий вытесняет медь из его соединений, так как является химически более активным.



Железо также вытесняет медь из ее соединений.



Железо также является более активным металлом, чем медь. Однако алюминий способен вытеснить и железо из его соединений.



Таким образом, алюминий является более активным металлом, чем медь и железо. Ряд активности этих трех металлов будет выглядеть таким образом: $\text{Al} > \text{Fe} > \text{Cu}$. Нижеприведенный ряд активности металлов разработан по такому же принципу. Самые активные металлы находятся в левой стороне. В то время как, наименее активные расположены в правой стороне. Металл, который расположен левее в ряду, способен вытеснить любой последующий металл из растворов его соединений.

Activity series of metals

**Li K Ba Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Co Ni Sn Pb (H) Cu
Ag Hg Pt Au**

Активные

*Среднеактивные
Инертные*



The largest meteorite in the world contains iron, nickel, cadmium and other metals. Grootfontein, Namibia.

Facts

Свинец - дешевый и относительно неактивный металл. Поэтому древние римляне использовали свинцовую посуду и строили водопроводные трубы из свинца. Через определенное время у многих людей в Риме появились различные болезни, такие как слабость, апатия, слабоумие. На сегодняшний день известно, что все соединения свинца являются токсичными. Поэтому считается, что одной из причин падения Римской империи является свинец!





Тайказан был выплавлен в Туркестане в 1399 году. Его диаметр составляет 2,45 метров, а вес 2 тонны. Казан состоит из 7 металлов: железо, цинк, олово, свинец, медь, серебро и золото.



"The Golden Man" found in Issyk kurgan (500 BC)

Facts

Известно, что инертные металлы, такие как золото, платина, нерастворимы во всех видах кислот. Однако, они растворяются в растворе смеси концентрированных азотной и соляной кислоты. Химики называют этот раствор «Царская вода». Однако, есть четыре металла, которые не растворяются даже в «царской воде». Это осмий, иридий, родий и рутений.

Practice work

№1. Comparison of the activity of metals

Introduction:

There are numbered solutions of copper sulfate, zinc sulfate and magnesium sulfate. Determine what solution is in each of the tubes by using copper, zinc and magnesium metals.

Materials:

solutions of copper sulfate, zinc sulfate and magnesium sulfate, zinc, copper, magnesium metals, test tubes, tweezers.

Procedure and questions:

1. Take solutions of salts and pour them into 3 test tubes.
2. By using tweezers put zinc, copper, magnesium metals into the test tubes with salt solutions.
3. Wait for 2 minutes. Then take out metals and observe them.
4. Write all possible reactions between salts and metals, balance them.
5. Arrange metals in order of decreasing activity: > >
6. Identify copper sulfate solution without providing any reaction.





Reflection

Reflection for the 1st quarter

The most difficult topic for me was

.....

The easiest topic for me was

.....

Rate yourself on 10-points scale

1. I can help others
2. I need more practice
3. I need extra lessons

Literacy

Write down the possible reactions and balance them:

- a) $\text{Fe(s)} + \text{CuCl}_2(\text{aq}) \rightarrow$
- b) $\text{Zn(s)} + \text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow$
- c) $\text{Fe(s)} + \text{Pb(NO}_3)_2(\text{aq}) \rightarrow$
- d) $\text{Pb(s)} + \text{CuSO}_4(\text{aq}) \rightarrow$
- e) $\text{Mg(s)} + \text{SnCl}_2(\text{aq}) \rightarrow$
- f) $\text{Al(s)} + \text{Cr(NO}_3)_3(\text{aq}) \rightarrow$
- g) $\text{Mg(s)} + \text{ZnCl}_2(\text{aq}) \rightarrow$



Terminology

- activity series - белсенділік қатары / ряд активности;
- passive - пассивті / пассивный;
- displacement - орынбасу / замещение ;
- sword - қылыш / меч;
- reactivity - реактивтілік / реактивность;
- ranked - реттелген / расположен;
- to remove - жою / удалить;
- least active - белсенділігі төмен / малоактивный;
- “King’s water”-“Патша сұйықтығы”/ “Царская вода”;
- inert - инертті / инертный

Problems: Activity of metals

1. What are the effects of corrosion?
2. Which metals have the highest corrosion resistance?
3. Study the main properties of metals.
4. Name useful metals that we use in our daily life.
5. Match the following:
 - I. Iron Fe
 - II. Copper Cu
 - III. Aluminium Al
 - IV. Mercury Hg
 - V. Gold Au
 - VI. Silver Ag
 - A. Airplane body, cans, foils
 - B. Thermometer
 - C. Bridges, wagon, car bodies
 - D. Jewelry, monetary unit, electronic microchips
 - E. Electrical wires, coins.
 - F. Jewelry, coins, antibacterial
6. Explain why active metals (sodium, potassium, calcium) only can be found in compounds in nature? Why is calcium metal never found in minerals on the Earth in its elemental form, but copper is found in its free form?
7. Which one is more expensive, platinum or gold? Explain.

8. Which one of the following metals react more vigorously with cold water?

- A) Sodium
- B) Iron
- C) Magnesium
- D) Copper
- E) Zinc

9. Which one of the following metals will produce iron metal, if heated with iron oxide?

- A) Copper
- B) Lead
- C) Aluminium
- D) Gold
- E) Silver

10. Which one of the following equations is correct?

- A) $\text{Cu(s)} + \text{FeSO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{CuSO}_4(\text{aq}) + \text{Fe(s)}$
- B) $\text{Zn(s)} + \text{CuCl}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu(s)} + \text{ZnCl}_2(\text{aq})$
- C) $\text{Pb(s)} + \text{ZnSO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{PbSO}_4(\text{aq}) + \text{Zn(s)}$
- D) $\text{Au(s)} + \text{AlCl}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{AuCl}_3(\text{aq}) + \text{Al(s)}$
- E) $\text{Cu(s)} + \text{KBr(aq)} \rightarrow \text{K(s)} + \text{CuBr}_2(\text{aq})$

11. Write products of the following reactions (metal+salt):

- $\text{Fe} + \text{AgNO}_3 \rightarrow$
- $\text{Al} + \text{AgNO}_3 \rightarrow$
- $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow$
- $\text{Al} + \text{CuSO}_4 \rightarrow$

12. Why do dentists not recommend to put a dental crown made of steel near the golden crown? Explain.

13. The bottom of the ship is generally made of iron. It is known that people attach a piece of more active metal to the bottom. Sailors call that piece as "protector". How do you think why it is important to attach a piece of metal to the bottom of the ship?

CHAPTER 4: MOLE

4.1 MOLE CONCEPT. AVOGADRO'S NUMBER

Are there more stars in Space than grains of sand on the Earth, or not?

You will:

-
- понимать, что в химии важнее достичь равного количества атомов, чем равных масс веществ;
- понимать принцип «подсчета путем взвешивания»;
- знать моль как единицу измерения количества вещества

Mole



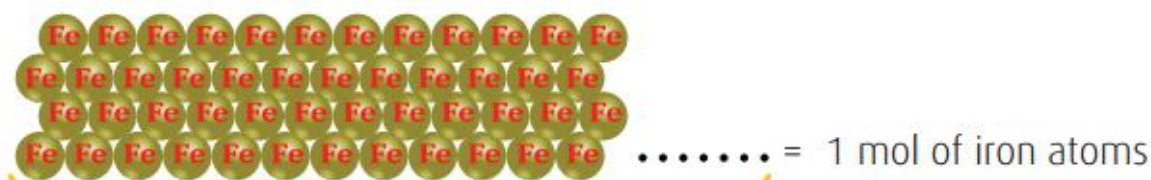
Strawberries



Refined sugar

В повседневной жизни, намного легче приобретать клубнику в килограммах нежели покупать ее поштучно. Также удобнее приобрести упаковку рафинированного сахара, вместо того, чтобы покупать 240 кубиков?

Аналогично, в химии для измерения мелких частиц используется специальная единица измерения, которая называется моль. Моль является одной из самых важных единиц измерения в химии. 1 моль - это единица измерения количества вещества, содержащее число частиц, равное $6,02 \cdot 10^{23}$ единицам вещества. Единицей может являться атом, молекула или даже карандаш. Ученые используют моль для вычислений, связанных с большими числами.



602,000,000,000,000,000,000 iron atoms



602,000,000,000,000,000,000 people



602,000,000,000,000,000,000 apples

Facts

There are $1.67 \cdot 10^{21}$ H₂O molecules in a drop of water.

Avogadro's number

602 000 000 000 000 000 000 000 является очень большим числом, которое называется постоянная Авогадро. Ее символом является NA. Для чего в химии используются такие большие числа? Ответ прост: размеры частиц чрезвычайно малы, а их число очень велико.

Например, 1 атом водорода имеет массу:

$$\begin{aligned} &1 \text{ атомная единица массы (а. е. м.)} = \\ &0.00000000000000000000000000000166 \text{ г} \end{aligned}$$

В лабораторных условиях невозможно измерить такую крохотную массу.

Поэтому, постоянная Авогадро, $6.02 \cdot 10^{23}$, является удобным числом, которое используется в химических вычислениях.

$$1 \text{ gram of H} = 6.02 \cdot 10^{23} \text{ amu}$$

or

$$1\text{g} = N_A \cdot \text{amu} = 1 \text{ mol of H}$$

Let's remember the example of the hydrogen atom again:

1 hydrogen atom is 1 amu.

$$\frac{6.02 \cdot 10^{23} \text{ of hydrogen atoms}}{1 \text{ mol}} \text{ is } 1 \text{ gram.}$$

1 моль водорода имеет массу 1 грамм.

Приведем примеры таких расчетов с другими элементами:

I. Атомная масса атома углерода составляет 12 а.е.м., или 1 моль атомов углерода равняется 12 г.

II. Атомная масса атома кальция составляет 40 а.е.м, или 1 моль атомов кальция равняется 40 г.

III. Атомная масса атома платины составляет 195 а.е.м., или 1 моль атомов платины равняется 195 г.

Molar mass (M)

Молярная масса - это масса 1 моль ($6.02 \cdot 10^{23}$) вещества в граммах.

1 моль атомов натрия (Na) = $6.02 \cdot 10^{23}$ атомов Na = 23 г

1 моль атомов цинка (Zn) = атомов Zn = 65.4 г

1 моль молекулы кислорода (O₂) = молекул O = 32 г

1 моль молекул углекислого газа (CO₂) = молекул CO₂ = 44 г

1 моль молекул хлорида натрия (NaCl) = молекул NaCl = 58.5 г

1 моль ионов водорода (H⁺) = ионов H⁺ = 1 г



1 mol Zn (metal pieces)



1 mol NaCl (granules)

Keep in mind

Avogadro's number is also known as Avogadro's constant, which refers to $6.02 \cdot 10^{23}$ particles per one mole.

Example

Calculate the molar mass of water, H_2O .

Solution

The formula of water, H₂O, is composed of 2 hydrogen atoms and 1 oxygen atom. By looking at the Periodic table you can find the mass of a hydrogen atom as 1 amu, and the mass of an oxygen atom as 16 amu.

Molar Mass of H₂O = 2 • (mass of the H atom) + 1 • (mass of O atom)

Molar Mass of H₂O = (2 • 1) + (1 • 16) Molar Mass of H₂O = 18 amu

If water molecule is 18 amu, then 1 mole of water molecule is 18 g.

Literacy

What are the molar masses of HCl, NH₃, H₂CO₃, Al(OH)₃, CaCO₃, Mg₃(PO₄)₂?

Terminology

- mole – зат мөлшері / количество вещества;
- Avogadro's number – Авогадро саны / число Авогадро;
- suitable – сәйкес / подходящий;
- quantity – мөлшер / количество;
- unit – өлшем бірлік / единица измерения;
- particles – бөлшектер / частицы;
- conversion – өзгеріс / превращение.

4.2 THE MOLE CONCEPT CALCULATIONS

The approximate population of the Earth is 7,5 billion people. How many moles of people are there on the Earth?

You will:

-
- уметь вычислять массу, количество вещества и число структурных частиц по формулам

Количество вещества (число моль) в химии обозначается латинской буквой n . Количество вещества зависит от числа частиц, массы или объема веществ.



Little cute mole



Crowd of people



The Milky Way is the galaxy that contains our Solar System

Mole - mass relationship

Количество любого вещества можно вычислить используя массу и молярную массу вещества. Следующая формула показывает соотношение количества вещества к массе:

$$\text{Number of moles} = \frac{\text{Mass}}{\text{Molar mass}}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

Единицы измерения: n - моль, m - грамм, M - г/моль.

Example 1

Какое количество вещества содержится в 11,5 г оксида азота (NO₂)?

Solution

Для начала, вычисляем молярную массу оксида азота.

$$M(\text{NO}_2) = 1 \cdot 14 + 2 \cdot 16 = 46 \text{ g/mol.}$$

После, количество вещества вычисляется по формуле

$$n = \frac{11,5 \text{ g}}{46 \text{ g/mol}} = 0,25 \text{ mol}$$

Example 2

What is the mass of 1,5 moles of potassium hydroxide (KOH)?

Solution

$$M(\text{KOH}) = (1 \cdot 39) + (1 \cdot 16) + (1 \cdot 1) = 56 \text{ g/mol}$$

Then, the mass of KOH can be calculated by using the formula

$$m = n \cdot M$$

$$m = 1,5 \cdot 56 = 84 \text{ gram}$$

Mole - number of particles relationship

В тех случаях, когда число частиц (атомы, молекулы, ионы) вещества известно можно вычислить количества вещества, используя следующую формулу:

$$n = \frac{N}{N_A}$$

here N - number of particles, N_A - Avogadro's number

Example 3

What is the number of moles of $3,01 \cdot 10^{22}$ atoms of helium (He)?

Solution

By using the formula

$$n = \frac{N}{N_A}, n(\text{He}) = \frac{3,01 \cdot 10^{22}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,05 \text{ mol}$$

Example 4

What is the total number of atoms found in two moles of a H₂SO₄ molecule?

Solution

By using the formula

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = N / N_A$$

$$2 = N / (6.02 \cdot 10^{23})$$

$$N = 1,204 \cdot 10^{24} \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ molecules}$$

A H₂SO₄ molecule is composed of 7 atoms (2 Hydrogen, 1 Sulfur and 4 Oxygen).

Total number of atoms:

$$N_{\text{total}} = 1,204 \cdot 10^{24} \cdot 7 = 8,428 \cdot 10^{24} \text{ atoms}$$

Facts

Did you know? In some countries, Mole Day has celebrated annually on October 23 from 6:02 am to 6:02 pm. (To commemorate Avogadro's number $6.02 \cdot 10^{23}$) On this day, schools have different activities related to the mole concept or chemistry.



Literacy

1. How many grams are there in 0.7 mol of $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$?
2. How many molecules are there in 0.06 mol of KI?
3. How many grams are there in $1.806 \cdot 10^{22}$ molecules of MgCl_2 ?
4. 0.08 mol of compound X_2O_5 has mass 11.36 g. What is the atomic mass of element X?

Activity

Метод подсчета путем взвешивания

При взаимодействии металла с кислородом образуется оксид металла. В данном эксперименте магний вступает в реакцию с кислородом воздуха.



Реактивы и оборудование:

весы, 5 г магний Mg, зажим, горелка.

Ход работы:

1. Измерьте массу металла магния.
2. Подожгите магний используя горелку.
3. Повторно измерьте массу продукта после реакции.

Наблюдение и вопросы:

1. Какая масса кислорода вступила в реакцию с магнием?
2. Вычислите количество вещества магния.
3. Определите цвет образовавшегося оксида магния.



Terminology

- population – халық саны / население;
- represented – көрсетеді / представлять;
- related – байланысқан / связанный;
- relationship – өзара байланыс / взаимосвязь.

Problems: Mole

1. Why do we need the Avogadro's number in chemistry?
2. Compare $6.02 \cdot 10^{23}$ (the Avogadro's Number) and the population of the Earth, which is about 7.5 billion. How many planets (like Earth) would we need populate $6.02 \cdot 10^{23}$ people?
3. Astronomers estimate our universe could be the home to 300,000,000,000,000,000,000,000 stars. How many moles of stars are there?
4. Find the molar masses of the following compounds:
 - a. MgO
 - b. BCl₃
 - c. N₂O
 - d. K₂CrO₄
 - e. KHCO₃
 - f. (NH₄)₂CO₃
 - g. H₃PO₄
5. Find the masses for the following substances in grams:
 - a. 3.5 mol of water
 - b. 15 mol of butane C₄H₁₀
 - c. 0.9 mol of sulfuric acid H₂SO₄
6. Calculate how many atoms there are in each substance below: ($N_A = 6.02 \cdot 10^{23}$)
 - a. 25 g of lithium Li
 - b. 55 g of marble CaCO₃
 - c. 5.2 mol of sand SiO₂

7. How many molecules are there in a full glass of water having a volume of 150 ml? ($d_{\text{water}} = 1 \text{ g/ml}$)
8. 1.5 mol of compound Mg_3X_2 has mass 150 g. What is the atomic mass of element X?
9. 0.04 mol of element X weighs 2.24 g. Calculate the atomic mass of element X.
10. 1.82 g of element X contains $2.107 \cdot 10^{22}$ atoms. What is the atomic mass of element X?
11. How many atoms of nickel are there in 118 g of nickel?
12. There is 150 g of sand SiO_2 .
 - a. How many moles of oxygen are there?
 - b. How many molecules are there?
 - c. How many atoms are there?

CHAPTER 5: CALCULATIONS IN CHEMICAL REACTIONS

5.1 CHEMICAL CALCULATIONS: STOICHIOMETRY, MOLAR VOLUME.

Which gas is heavier: 1 litre of hydrogen or 1 litre of oxygen?

You will:

- calculate the mass, mole and heat by chemical reactions;
- calculate the volume of gases by using molar volume.

Calculations for chemical reactions



Antoine Lavoisier
(1743-1794)



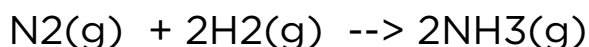
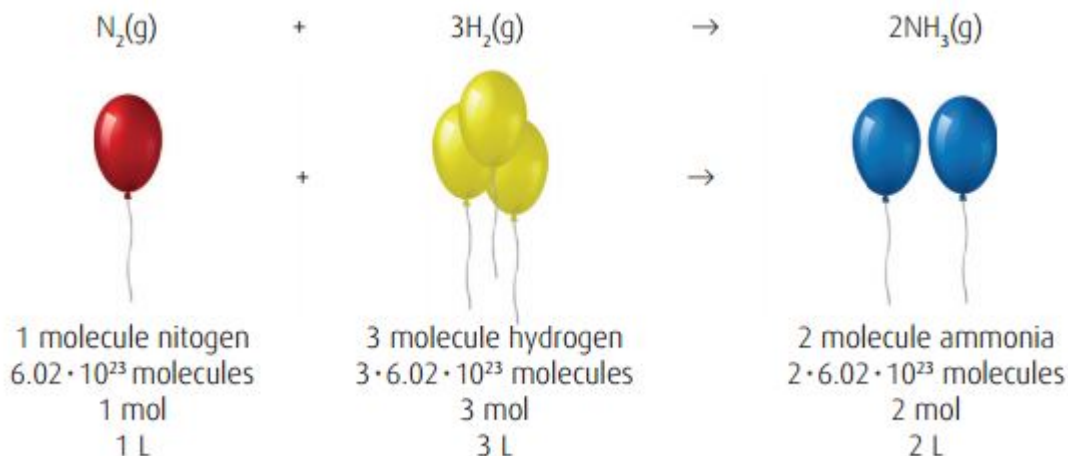
Chemical calculation



Scientific report

До тех пор, пока Антуан Лавуазье, не сформировал химию, как количественную науку, алхимики не обращали внимания на количество химикатов, которое они использовали. В XIX-ом веке исследование стехиометрии позволило химикам определить количество реагентов и продуктов во время реакции. Сегодня мы используем стехиометрию почти в каждой химической работе. В предыдущих главах вы видели, как составлять, взвешивать вещества и интерпретировать химические уравнения. Как вы знаете, между количеством вещества любых двух реагентов или продуктов существует определенное соотношение.

Рассмотрим синтез аммиака NH_3 из его элементов:



Proportions for this reaction can be written like:

$$\frac{n(N_2)}{n(H_2)} = \frac{1}{3} \quad \frac{n(N_2)}{n(NH_3)} = \frac{1}{2} \quad \frac{n(H_2)}{n(NH_3)} = \frac{3}{2}$$

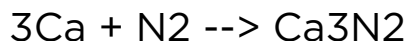
The first equation shows that one mole of N_2 reacts with three moles of H_2 to give two moles of NH_3 . Thus we can say that the proportion of N_2 to NH_3 is one to two and the proportion of H_2 to NH_3 is three to two. Knowing these proportions, if you have the mole number of one of these three, you can find the mole numbers of the other two. For example, if we had four moles of N_2 reacting, the number of moles of produced NH_3 would be eight. To consume four moles of N_2 completely, you need to have twelve moles of H_2 . Such calculations in which we use chemical equations and the coefficients to calculate the amount of one substance from a second substance are called stoichiometric calculations.

Example 1

Calcium reacts with nitrogen to give calcium nitride.
Calculate the mole number of calcium nitride that can be obtained from 0.6 mol of calcium.

Solution

First, let's write and balance the reaction equation:

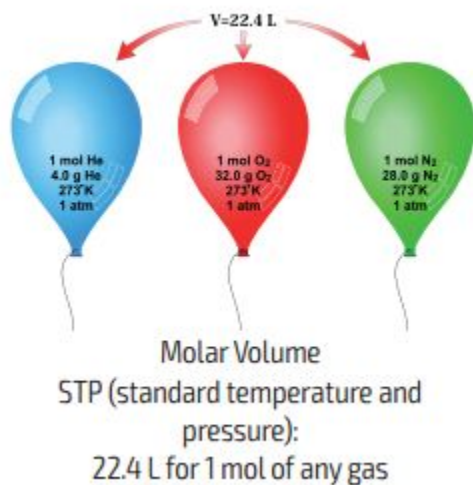


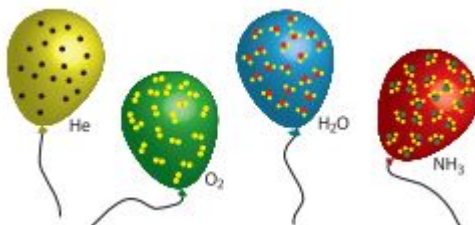
We have the mole number of calcium and we need to find the mole number of calcium nitride. The equation reveals that the proportion between Ca and Ca_3 is 3 to 1. Now we can find the mole number of Ca_3N_2 :

3 mol of Ca gives 1 mol of Ca_3N_2

0.6 mol of Ca gives x mol of Ca_3N_2

$$x = 0.6 \cdot \frac{1}{3} = 0.2 \text{ mol of } \text{Ca}_3\text{N}_2$$





Same volumes of gases present same number of particles

Молярный объем газов

При н.у. (00С и 1 атм), один моль любого газа занимает объем 22.4 л. Поэтому количество молей газа можно рассчитать зная объем при н.у.

$$\text{Number of moles} = \frac{\text{Volume}}{22.4}$$

$$n = \frac{V}{22.4}$$

где n - это моль, V - объем в литрах, 22.4 г/моль

Example 2

What is the number of moles of 112 L chlorine Cl₂ gas at STP?

Solution

By using the formula of $n = V/22.4$, the number of moles of Cl₂ can be calculated.

$$n = 112\text{L} / 22.4 \text{ L} / \text{mol} = 5 \text{ mol}$$

Example 3

How many litres do 3 moles of oxygen gas O₂ occupy at STP?

Solution

$$n=V/22.4 \quad V=22.4*n \quad V=22.4*3 =67.2 \text{ L}$$

Literacy

After the reaction of a certain amount of oxygen with hydrogen, 4.5 g of water is produced. Calculate the mass of oxygen gas.

Terminology

- stoichiometry – стехиометрия / стехиометрия
- molar volume – молярлық көлем / молярный объем
- established – қалыптасқан / основанный
- attained – жеткен / достигнутый
- proportion – қатынас / пропорция;
- to calculate – есептеу / вычислять
- to occupy – көлем алу / занимать;
- standard temperature and pressure (STP) – қалыпты жағдай (қ.ж.) / нормальные условия (н.у.).

5.2 THE RELATIVE DENSITY OF GASES. LAW OF COMBINING VOLUMES

Why do helium and SF6 gases make your voice sound different?

You will:

- calculate the relative density of gases;
- calculate molar masses by using relative density;
- use the law of combining volumes for calculations.

Относительная плотность газов

Различные газы имеют разные молярные массы. Например, водород $M(H_2) = 2$ г/моль, кислород $M(O_2) = 32$ г/моль, аммиак $M(NH_3) = 17$ г/моль и др.

Относительная плотность представляет собой отношение молярной массы первого газа к молярной массе второго газа. Например, относительная плотность кислорода по отношению к водороду составляет 16:

$$D_{H_2}(O_2) = \frac{M(O_2)}{M(H_2)} = \frac{32 \text{ g/mol}}{2 \text{ g/mol}} = 16 \quad (\text{heavier than hydrogen})$$

Это значит, что кислород тяжелее водорода в 16 раз.

Относительная плотность метана CH_4 по отношению к воздуху ($M(\text{воздух}) = 29 \text{ g/mol}$) рассчитывается следующим образом:

$$D_{\text{air}}(\text{CH}_4) = \frac{M(\text{CH}_4)}{M(\text{air})} = \frac{16 \text{ g/mol}}{29 \text{ g/mol}} = 0.552 \quad (\text{lighter than air})$$

Gas	Molar mass
Hydrogen (H ₂)	2 g/mol
Helium (He)	4 g/mol
Carbon monoxide (CO)	28 g/mol
Nitrogen (N ₂)	28 g /mol
Air	29 g/mol
Carbon dioxide (CO ₂)	44 g/mol
Chlorine (Cl ₂)	71 g /mol

Relative densities of gases



Air ballons



Water vapour from a pipe

Example 1

Какова относительная плотность кислорода по отношению к гелию?

Solution

$$D_{\text{He}}(\text{O}_2) = \frac{M(\text{O}_2)}{M(\text{He})} = \frac{32 \text{ g/mol}}{4 \text{ g/mol}} = 8$$

Example 2

Относительная плотность неизвестного газа по отношению к кислороду составляет 1.44. Какова молекулярная масса неизвестного газа?

Solution

$$D_{O_2}(X) = \frac{M(X)}{M(O_2)} = \frac{X \text{ g/mol}}{32 \text{ g/mol}} = 1.44 \quad M(X) = 1.44 \cdot 32 = 46 \text{ g/mol}$$

Example 3

Relative density of XO gas according to neon is 1.4. What is the atomic mass of X element in gas XO?

Solution

$$D_{Ne}(XO) = \frac{M(XO)}{M(Ne)} = \frac{(X+16) \text{ g/mol}}{20 \text{ g/mol}} = 1.4 \quad M(X+16) = 1.4 \cdot 20 = 28 \text{ g/mol}$$

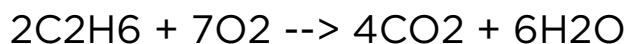
$$X + 16 = 28 \quad X = 28 - 16 = 12 \text{ g/mol}$$

$$M(CO) = 28 \text{ g/mol} \quad (\text{carbon monoxide})$$

The law of combining volumes

Французский химик Жозеф Луи Гей-Люссак открыл закон объемных отношений путем измерения объемов газов после реакции. Закон объемных отношений утверждает, что при неизменных температуре и давлении объемы газов, которые участвуют в реакции, относятся друг к другу как небольшие целые числа.

Например,



2 моль этана C_2H_6 взаимодействует с 7 моль кислорода. Какое количество этана необходимо для взаимодействия с 21 моль кислорода.

При увеличении количества вещества кислорода в 3 раза, количество вещества этана также увеличивается в 3 раза.

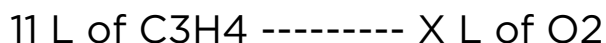
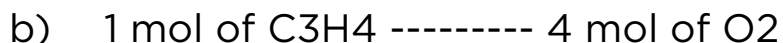
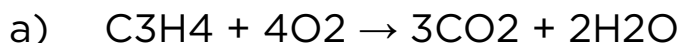
В результате мы получаем ответ: 2 моль • 3 = 6 моль.

Example 4

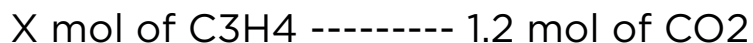
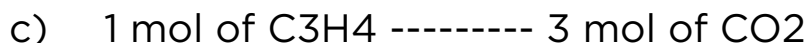
When propyne gas C_3H_4 , burns in oxygen, carbon dioxide and water are produced:

- Write the balanced equation representing the reaction.
- How many moles of O_2 are required to burn 11 L of C_3H_4 ?
- How many moles of C_3H_4 must be burned to produce 1.2 mol of CO_2 ?
- How many grams of water are produced from 8 g of C_3H_4 ?

Solution



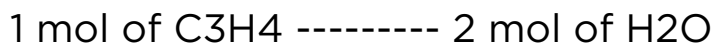
$$X = 11 \cdot 4 / 1 = 44 \text{ L of } O_2$$



$$X = 1 \cdot 1.2 / 3 = 0.4 \text{ mol of } CO_2$$



$$n(C_3H_4) = m / M(C_3H_4) = 8 \text{ g} / 40 \text{ g/mol} = 0.2 \text{ mol}$$



0.2 mol of C_3H_4 ----- x mol of H_2O

$X = 0.2 \cdot 2 / 1 = 0.4$ mol of H_2O

Mass of water: $m(H_2O) = n \cdot M(H_2O) = 0.4 \cdot 18 = 7.2$ g

Literacy

1. Find relative density of following gases according to hydrogen gas H_2 :

a. SO_2 b. C_2H_4 c. NH_3 d. B_2H_6

2. Relative density of X_4H_{10} gas according to air is 2. Find atomic mass of element X.

3. There is a mystical cave near the city of Naples in Italy. It is named as "Grotta del Cane" that means "Dog's cave". Dogs suffocate in that cave while men does not. Which gas does cause that? How is it related to the height of living things?



Mystical cave

Terminology

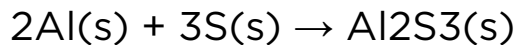
- relative density – салыстырмалы тығыздық / относительная плотность;
- combining volumes – көлемдік қатынас / объёмные отношения;
- according – қатысты / в соответствии;
- ratio – қатынас / соотношение;
- to remain – сақталу / оставаться

Problems: Calculations in chemical reactions

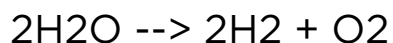
1. How many liters are there in 0.5 mol of gas at S.T.P conditions?
2. Calculate the volume 454.4 g of SO₂ gas at S.T.P conditions.
3. What is the mass of oxygen in 112 L of NO₂ gas at S.T.P conditions?
4. How many moles are there in $2.709 \cdot 10^{21}$ molecules of gas?
5. What is the relative density of argon Ar gas according to ammonia NH₃?
6. Calculate the relative density of N₂O gas according to hydrogen H₂.
7. The relative density of gas XH₄ according to helium is 4. Determine the atomic mass of element X?
8. How many moles of CO₂ and water can be produced from the decomposition 0.7 mol of soda?



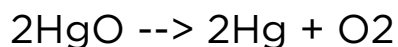
9. How many moles of aluminum sulfide Al₂S₃ can be produced from the reaction of 0.12 mol aluminum with an excess amount of sulfur? How many moles of sulfur do react with aluminum?



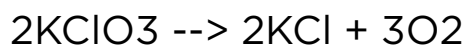
10. How many litres of oxygen gas at S.T.P can be produced from the decomposition of 28.8 g of water?



11. Calculate the mass of oxygen that can be obtained from decomposition 54 g of mercury (II) oxide HgO ?



12. How many litres of oxygen at S.T.P would be produced, if 245 g of KClO_3 is completely decomposed?



CHAPTER 6: THERMOCHEMISTRY

6.1 COMBUSTION OF FUELS AND ENERGY FORMATION

What is a combustion reaction? Why is it important?

You will:

- understand that energy is produced in a combustion reaction;
- understand the carbon monoxide, carbon dioxide as the final products of combustion;
- understand the causes of the greenhouse effect.

Энергия и тепло

Горение - это процесс химического взаимодействия веществ с кислородом. Когда топливо (нефть, бензин, дизельное топливо, уголь) горит, выделяется тепло и свет. Мы используем реакцию горения в повседневной жизни: для передвижения транспорта, обогрева дома, приготовления пищи и т.д. Основными источниками энергии являются уголь, дерево, природный газ и нефтепродукты.



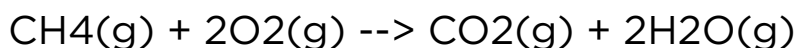
Types of car fuels



Coal mining in Ekibastuz

Combustion products

The most common example of combustion process is a bonfire. Combustion products have many negative effects on our health. If fuel reacts with an excess amount of oxygen carbon dioxide gas and water are produced:



However, if fuel reacts with the limited (small) amount of oxygen mixture of carbon dioxide (CO₂), carbon monoxide (CO) and carbon (C) will be produced:





Blue flame of methane gas burning



Toxic gases pollute our atmosphere

Causes of the greenhouse effect

Greenhouse gases (CH_4 , CO_2) keep the Earth temperature at the constant degree. But when the amount of greenhouse gases increases, the Earth's temperature also increases. The main causes of the greenhouse effect are:

1. Burning of fossil fuels like coal, petrol, natural gas.
2. Methane gas released from bogs and nitrous oxides produced from factories.

Activity

Work in groups. Discuss about which type of fuel is:

- a. the most efficient
- b. the cheapest
- c. ecologically clean
- d. found in your region

Activity

Эффективность топлива

Введение

При горении угля, спирта, сухого горючего и других видов топлива выделяется разное количество энергии. В этом эксперименте мы определим какое из двух видов топлива более эффективно, то есть даст больше тепла при горении.



Реактивы и оборудование:

Сухое горючее (уротропин), 2 конические колбы на 100 мл, спиртовая горелка, 2 треноги.

Ход работы:

1. Добавьте по 100 мл воды в конические колбы. Поместите колбы на треноги.
2. Подожгите сухое горючее и горелку, поместите под колбу.
3. Пронаблюдайте в какой из колб вода закипит быстрее.

Наблюдение и вопросы:

1. Какие цвета у пламеней спирта и уротропина.
2. Какое из двух видов топлива более эффективное? Спирт или сухое горючее?
3. Приведите примеры видов топлива использующихся в повседневной жизни.



Literacy

By using given table, choose the combustible and non-combustible substances:

Material	Combustible / non-combustible
Paper	
Charcoal	
Iron nails	
Glass	
Kerosene oil	
Rubber	
Plastic	

Terminology

- fuel – отын / топливо;
- combustible – жанғыш / горючий;
- ash – күйе / сажа;
- cause – себеп / причина;
- greenhouse effect – жылыжай
- эффекті / парниковый эффект;
- heat – жылу / тепло;
- to heat – қыздыру / нагревать;
- burning – жану, өртену / горение;
- bonfire – от / костер;
- to emit – шығарады / выпускают;
- source – қайнар көзі / источник;
- wood – ағаш / дерево;
- petrol – жанармай / бензин;
- petroleum – мұнай / нефть;
- charcoal – көмір / древесный уголь;
- bog – батпақ / болото.

6.2 EXOTHERMIC AND ENDOTHERMIC REACTIONS

Which types of fuels are less dangerous?

You will:

- know why combustion is exothermic and some reactions are endothermic;
- evaluate the capacities of fuels and its effects on the environment.

Экзотермические и эндотермические реакции

Все химические реакции по энергетическому эффекту делятся на два вида: экзотермические и эндотермические. Экзотермические реакции протекают с выделением теплоты. Это будет заметно с повышением температуры окружающей среды. Эндотермические реакции протекают с поглощением теплоты. В данном случае, температура окружающей среды будет понижаться.

Реакция горения является примером экзотермической реакции. Горение дерева проходит с выделением энергии в виде теплоты:



Термитная реакция между алюминием и оксидом железа (III):

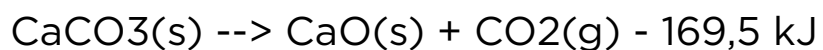
Aluminium + iron oxide --> iron + aluminium oxide + heat



The thermite mixture explosion

В результате реакции выделяется 841 кДж энергии. Это огромное значение тепла выделяет железо в расплавленном виде.

Разложение карбоната кальция CaCO_3 является примером эндотермической реакции:



Растворение нитрата аммония NH_4NO_3 также является примером эндотермической реакции.



Tourist breakfast cooking on a bonfire in the mountain forest



Firework is also an example of exothermic reaction



Decomposition of apples in autumn

Fuel efficiency

Nowadays people use many types of fossil fuels. Fossil fuels are very important because they produce energy when burned. Common fossil fuels are coal, oil and natural gas. Coal and oil have been used from ancient times. Today people produce new products (fuels) from fossil fuels: ethanol, gasoline, kerosene, coke, etc.

When we burn coal and oils, they leave ashes and black gases. Natural gases and ethanol are more efficient, they burn cleaner and in most cases are still the cheapest.

<i>No</i>	<i>Fuel</i>	<i>Heat of combustion, kJ/g</i>	<i>Price, approx (2017)</i>
1	Natural gas	54	29 tg/m ³
2	Coal	27	120 tg/kg
3	Wood	15	15000 tg/m ³
4	Ethanol	29.8	350 tg/L
5	Diesel	45	128 tg/L
6	Gasoline	47	146tg/L
7	Hydrogen	142	184tg/kg

Literacy

The table shows the efficiency and prices of some fuels. Choose the most suitable fuel which will give more energy than others and be cheaper.

Facts

1 g of uranium fuel can produce much more energy than 1 000 000 g of coal!



Nuclear energy factory

Lab work

№ 4. Химические реакции, сопровождающиеся изменением энергии

Характерной особенностью химических реакций является то, что они сопровождаются поглощением или выделением энергии. В экзотермических реакциях температура окружающей среды возрастает, в то время как в эндотермических реакциях понижается.



Реактивы и оборудование:

растворы гидроксида натрия NaOH (1M) и соляной кислоты HCl (1M), раствор лимонной кислоты 20%, бикарбонат натрия, термометр, стаканы.

	Reactions	Temperature before mixing	Temperature after mixing	Change in temperature
1	$\text{NaOH} + \text{HCl}$			
2	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 + \text{NaHCO}_3$			

Ход работы:

1. Налейте 10 мл раствора гидроксида натрия в первый стакан, измерьте начальную температуру.
2. Добавьте 10 мл соляной кислоты, смешайте их, измерьте конечную температуру.
3. Налейте 20 мл раствора лимонной кислоты в второй стакан, измерьте начальную температуру.

4. Добавьте 12 г бикарбоната натрия, смешайте их, измерьте конечную температуру.

Наблюдение и вопросы:

1. Какая из приведенных реакции является экзотермической, а какая эндотермической?
2. Какой тип реакции имеет место между гидроксидом натрия и соляной кислотой?
3. Напишите химическое уравнение между гидроксидом натрия и соляной кислотой.



Terminology

- exothermic – экзотермиялық / экзотермический;
- endothermic – эндотермиялық / эндотермический;
- to release – бөліп шығару / выделять;
- to absorb – сіңіру / поглощать;
- molten – балқытылған / расплавленный;
- dissolution – еру / растворение;
- coke – кокс / кокс;
- efficient – тиімді / эффективный;
- cheapest – ең арзан / самый дешевый;
- alcohol – спирт / спирт;
- solid fuel – “құрғақ жанғыш” / “сухое горючее”;
- kerosene – керосин / керосин;
- gasoline – жанармай / бензин.

6.3 THERMOCHEMICAL REACTIONS

Does energy change in every chemical reaction?

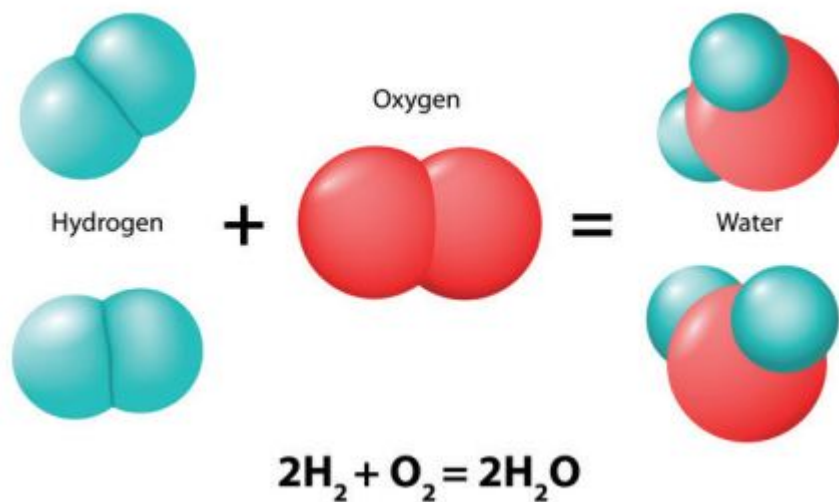
You will:

- understand the energy conservation in a chemical reaction;
- explain changes of energy in the reaction.

Закон сохранения энергии

При горении древесины химическая энергия выделяется в форме теплоты и света. Это экзотермический процесс. Согласно первому закону термодинамики, энергия не возникает из ничего и не может просто исчезнуть. Энергия может только переходить из одного состояния в другое.

Химические реакции всегда сопровождаются изменением энергии между реагентами и продуктами. Согласно закону сохранения энергии, мы знаем, что общая энергия системы остается неизменной. Например, при образовании молекулы воды, энергия выделяется в виде тепла и света, при этом общая энергия системы сохраняется.



Thermochemical reactions

Chemical reactions often produce changes in energy. Chemical energy is transformed to heat energy in any exothermic and endothermic reaction, such as the burning of propane gas:



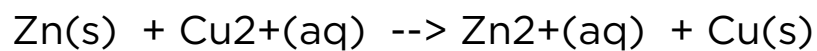
Chemical energy can also change to light energy. For example, fireworks reactions:





Bengal lights of burning magnesium

Химическая энергия может преобразовываться в электрическую энергию. Электрохимические источники энергии обычно называют "аккумуляторы":





Alkaline battery



Modern electric grid lines

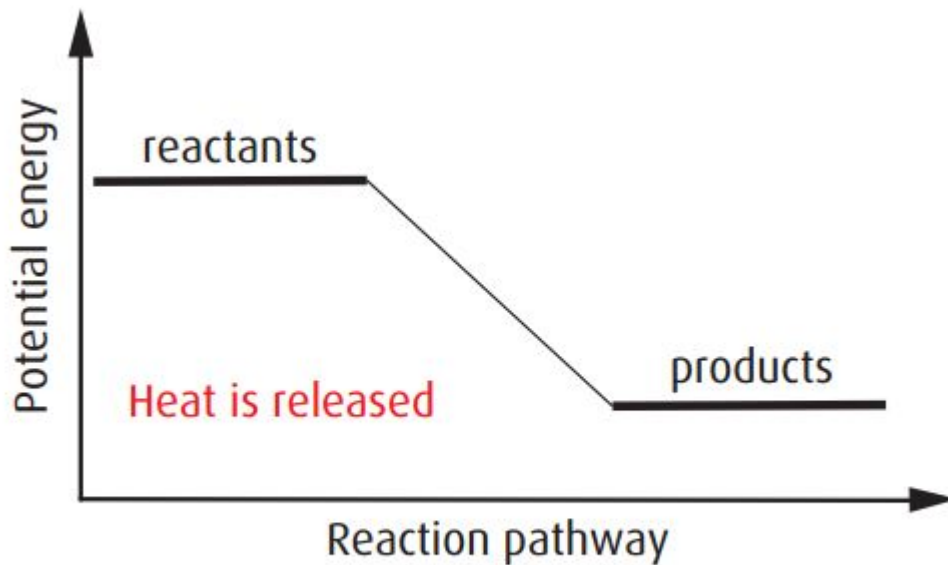


Energy saving and ordinary light bulbs

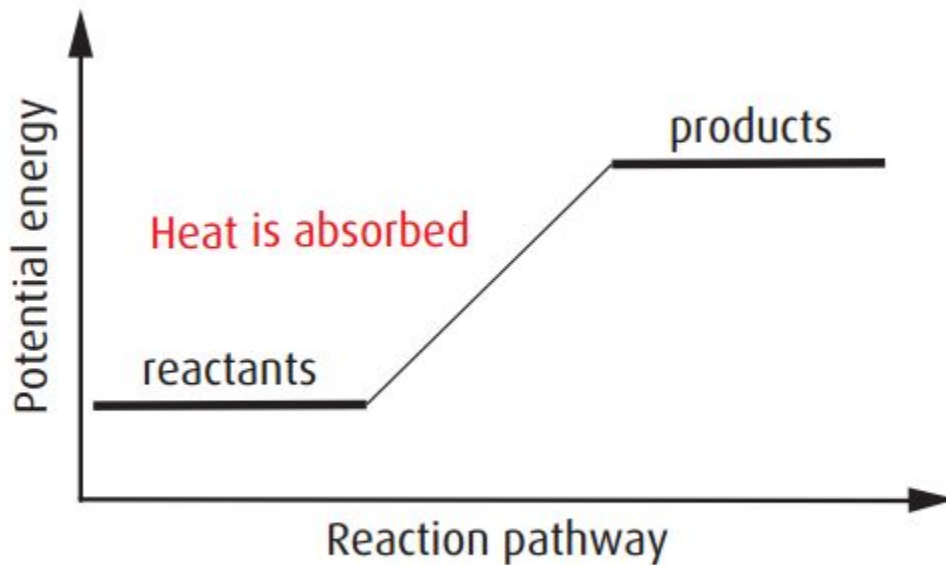


The Sun is the main source of energy for our Solar System

Согласно молекулярно-кинетической теории, энергия теплоты, полученная телом, и есть кинетическая энергия молекул. Увеличение кинетической энергии можно наблюдать при расширении твердых, жидких и газообразных объектов. При этом частицы твердых и жидких веществ будут преобразовываться в газ.



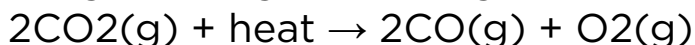
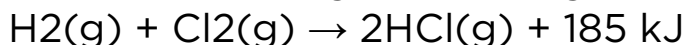
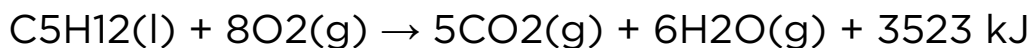
Exothermic reaction diagram



Endothermic reaction diagram

Literacy

- 1) Indicate the following reactions as endothermic or exothermic reactions:

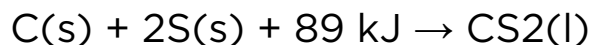


2) The reaction below, which is known as a thermite reaction, is highly exothermic:



If 54 gram of aluminium reacts with iron oxide to give 841 kJ energy. How much heat is produced when 16.2 gram of Al reacts with excess Fe_2O_3 ?

3) To produce 30.4 g of CS_2 , how much heat must be gained by the reaction? (When 76 g of CS_2 produced, 89 kJ energy is absorbed)



Activity

Group discussion about “Fuel for the future”.

Terminology

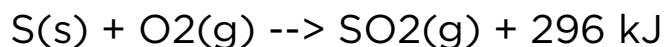
- conservation – сақталу / сохранение;
- to destroy – бұзылу / разрушение;
- to transfer – тасымалдау / перевозить;
- formation – түзілу / формирование;
- place – орын / место;
- to place – қою / ставить;
- fireworks – ұшқын / фейерверк;

- kinetic energy – кинетикалық энергия / кинетическая энергия;
- to gain – алу / получать;
- ordinary – қарапайым / обычный.

Problems: Thermochemistry

1. Explain the terms “exothermic” and “endothermic”.
2. Why do we feel warmer when it snows in winter? Explain.
3. Classify the following processes as exothermic or endothermic:
 - a. When NH_4NO_3 dissolves, the solution becomes cold;
 - b. The burning of paper;
 - c. When concentrated H_2SO_4 is added to water, the solution gets warmer;
 - d. Photosynthesis.

4. For the reaction equation below:



What kind of reaction is the oxidation of sulfur in terms of heat exchange?

5. Which of the following reactions are exothermic or endothermic:
 - a. $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{g}) + 198 \text{ kJ}$
 - b. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g}) + 92 \text{ kJ}$
 - c. $2\text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) - 566 \text{ kJ}$
 - d. $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g}) + 112 \text{ kJ}$
 - e. $\text{CaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{l}) + 65.2 \text{ kJ}$

6. What do you think?

- How is the Sun’s energy given off?

- Why leaves turn yellow in autumn?
 - Why is it hot in summer and cold in winter?
7. Give examples of exothermic reactions in daily life.
8. Which of the following reactions are exothermic and which ones are endothermic?
- cooling of volcanic lava
 - melting of ice
 - lighting process
 - corrosion of iron metal.
9. What types of food can give you more energy?
10. What types of energy does the world use nowadays?

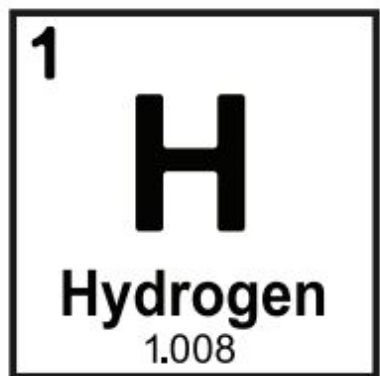
CHAPTER 7: HYDROGEN AND OXYGEN

7.1 HYDROGEN

Is it possible to use hydrogen as a fuel in our country?

You will:

- prepare and study properties of hydrogen gas.



Hydrogen in the Periodic table



Hydrogen gas containers

Водород является самым простым элементом таблицы Менделеева. Водород это газ, который не имеет цвета, вкуса и запаха. Газообразный водород легче ($\rho = 0.0899$ г/л при н.у.), чем молекулы других газов.

Водород образует ионные гидриды с активными металлами, такими как гидрид калия, KH . Он образует ковалентные соединения с неметаллами, например HF , HCl , H_2O . Электроотрицательность водорода выше, чем у металлов, но меньше, чем у неметаллов.

Occurrence

Водород может существовать в виде свободной двухатомной молекулы H_2 , а также в составе различных соединений. Свободный водород встречается в природе в незначительных количествах, например в вулканических газах. Водород легко выходит из под земного притяжения, попадая в космос. В земной коре содержание водорода по массе 0.15%.

Самое важное соединение водорода это вода (H_2O). Также водород является важным компонентом органических соединений таких, как углеводороды, нефть, уголь и природный газ. Глина и некоторые гидраты являются примерами неорганических соединений которые содержат водород.



Hydrogen is everywhere



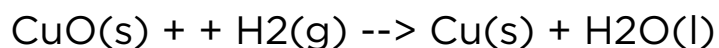
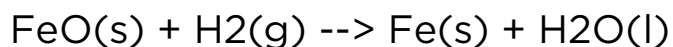
Glass of water

Chemical properties

Hydrogen is used to produce ammonia in industry. Nitrogen and hydrogen are reacted under high pressure and temperature to produce ammonia, according to the reaction below:



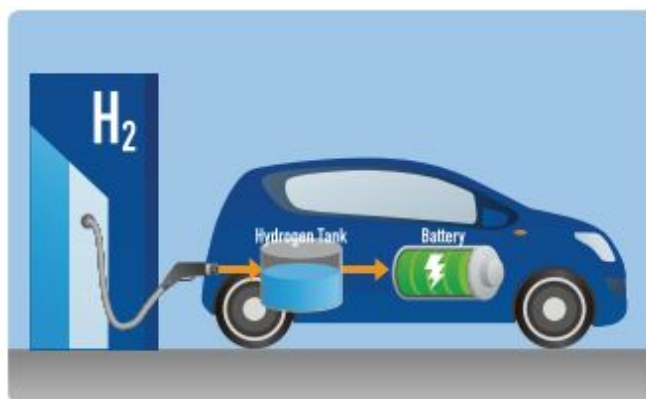
H₂ gas is a good reducer. Because of this property, it is widely used in the production of metals from their oxides. For example, metallic iron, copper are produced from their oxides in this way.



Since the reaction of hydrogen with oxygen is an exothermic process:



Hydrogen may be an alternative energy source in the future.



Facts

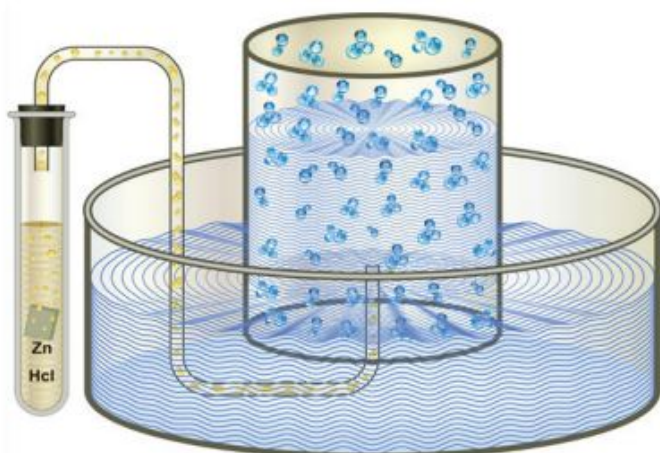
Hydrogen is the most abundant element in the universe. The Sun and all stars mostly consist of hydrogen.



Practice work

№ 2. Получение водорода и изучение его свойств

При взаимодействии кислоты с металлом выделяется водород. Водород является самым легким газом.



Реактивы и оборудование:

раствор хлороводородной кислоты HCl , раствор серной кислоты H_2SO_4 , кусок магния (или цинка), пробирки.

Вариант №1

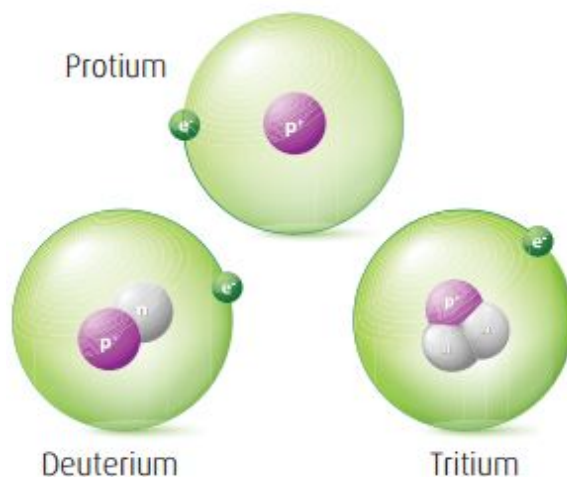
1. Поместите кусочек цинка в пробирку. Прилейте в пробирку раствор соляной кислоты.
2. Напишите свойства водорода.

Вариант №2

1. Поместите образец магния в пробирку. Прилейте раствор серной кислоты.
2. Напишите реакции проходящие между металлом и кислотой.

Keep in mind

Hydrogen has 3 isotopes –protium (1H), deuterium (2H) and tritium (3H). The most abundant isotope of hydrogen, protium, 1H constitutes 99.985% of naturally occurring hydrogen. Deuterium, 2H (2D), which is stable constitutes 0.015%. Tritium, 3H (3T), which is radioactive, is found in trace amount in nature.



Terminology

- hydrogen - сутек / водород;

- diffusion - диффузия / диффузия;
- negligible - елеусіз / незначительный;
- isotope - изотоп / изотоп;
- occurrence - таралуы / распространение;
- ammonia - аммиак / аммиак;
- alternative - баламалы / альтернативный;
- universe - әлем, ғалам / космос;
- reducer - тотықсыздандырғыш / восстановитель.

7.2 OXYGEN AND ITS PROPERTIES

You will:

- prepare and study properties of oxygen gas.

What would happen, if oxygen gas was not soluble in water?

Кислород был открыт Дж. Пристли в 1774 году. Кислород "Oxygenium" с латинского языка означает "порождающий кислоту". Кислород является первым членом группы 16 (6) с электронной конфигурацией $1s^2 2s^2 2p^4$. Это неметалл и самый активный элемент своей группы.

Кислород - это газ без цвета, вкуса и запаха. Он существует в двухатомной форме. Плотность кислорода больше плотности воздуха. Точка кипения кислорода составляет -183°C , а точка плавления равна -218.3°C . Он слегка растворяется в воде: 0,03 г кислорода растворяется в 1 л воды при н.у.

Кислород является наиболее распространенным элементом земной коры. Он существует в природе как в свободной форме, так и в соединениях веществ. Свободный кислород составляет около 21% атмосферного воздуха. В соединениях кислород составляет около 50% от массы земной коры, океанов и воздуха.

Кислород присутствует в виде оксидов как металлов, так и неметаллов, которые составляют породы и глины. Вода,

одно из самых распространенных соединений на Земле, содержит 88,9% кислорода по массе.



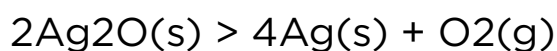
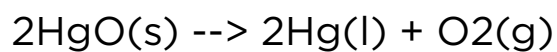
Oxygen ballons



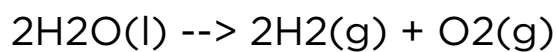
A man doing breathing exercises

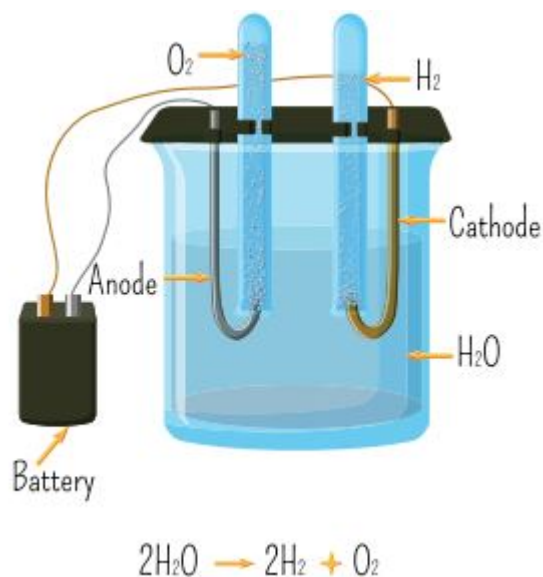
Preparation of oxygen

1. Heating of metal oxides with low activity such as Ag_2O and HgO :



2. Electrolysis of water:

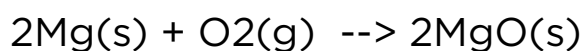
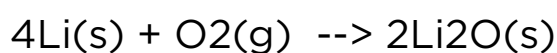




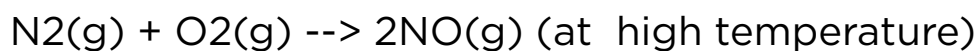
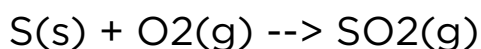
Chemical properties of oxygen

Oxygen combines with all elements (except the noble gases, some halogens and some unreactive metals) to form oxides (oxygen is strong oxidizing agent):

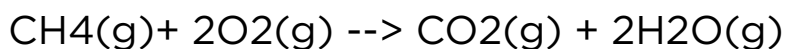
1. Reactions with metals:



2. In general, all nonmetals react with oxygen gas:



3. Oxygen gives combustion reactions with organic compounds:



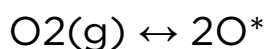


Combustion reaction

Ozone

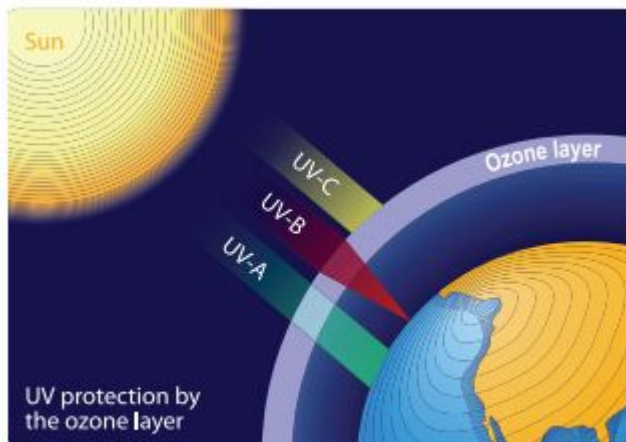
Ozone (O₃) is a light blue coloured gas with a sharp, pleasant odour. It may be liquefied at -112oC and may be solidified at -193oC. Ozone is slightly soluble in water. Ozone can be prepared by passing pure oxygen gas through an electrical discharge.

The electrical energy breaks the bonds in some O₂ molecules to give oxygen atoms, which react with other O₂ molecules to form O₃:



Озон, в природе, встречается в верхнем слое атмосферы. Озоновый слой имеет особую важность потому, что он впитывает ультрафиолетовые лучи, и выступает в роли защитного экрана от радиации, которая может вызывать рак кожи. Когда молекула озона впитывает эту энергию, то она распадается на молекулу кислорода и его атом:





UV protection by the ozone layer

Facts

Oxygen is present in water molecules, and water is essential for all life forms. Oxygen is present in many organic compounds. Most living organisms use oxygen for respiration. Oxygen makes up $\frac{1}{4}$ of the atoms in living organisms.



Red Blood Cell with Oxygen

Practice work

№ 3. Получение кислорода и изучение его свойств

Құрал-жабдықтар:

пероксид водорода (20%), порошкообразный оксид марганца (IV) MnO_2 , мерный стакан.

Вариант №1

1. Налейте 20 мл пероксида водорода в мерный стакан. Добавьте 1 г MnO_2 .
2. Наблюдайте за выделением газов. Сделайте выводы.

Вариант №2

1. Напишите основные свойства кислорода.
2. Закончите следующие реакции:

- $S + O_2 \rightarrow$
- $C + O_2 \rightarrow$
- $Zn + O_2 \rightarrow$



Terminology

- oxygen - оттегі / кислород;
- discover - жаңалық ашқан / открыл (наука);
- slightly - аздап / немного;
- essential - қажетті / необходимый;
- respiration - тыныс алу / дыхание;
- to breath - дем алу / дышать;
- oxidizing agent - тотықтырғыш / окислитель;
- rocks - тау жыныстары / горные породы.

Reflection

Reflection for the 2nd quarter

The most difficult topic for me was

The easiest topic for me was

Rate yourself on 10-points scale

1. I can help others
2. I need more practice
3. I need extra lessons

Problems: Hydrogen and Oxygen

1. What is oxygen?
2. The chemical symbol of oxygen:
3. Oxygen forming the molecule O_3 is called:
4. Approximately how much of the human body mass consists of oxygen?
5. What is the location of oxygen on the Periodic table?
6. What is the percentage of O_2 gas by volume in the Earth's atmosphere?
7. Calculate the mass percentage of oxygen in sulfuric acid H_2SO_4 .
8. Which compound contains the highest percentage of oxygen?
 - A) H_3PO_4
 - B) $CaSO_4$
 - C) $NaHPO_4$
 - D) CO_2
 - E) H_2SO_4
9. How many oxygen moles are present in 2.0 grams of oxygen gas?
10. Determine the number of moles of oxygen atoms in each of the following?

- a. 3 mol of H₂O,
- b. 2.3 mol of Na₂O₂
- c. 5 mol of H₃PO₄

11. What is the product of a typical metal, like calcium, reacting with O₂?

12. I. Ozone is an allotrope of oxygen.
 II. Oxygen is lighter than air.
 III. Oxygen was discovered in 1774.
 IV. Oxygen has three main isotopes.

Which one(s) of the above statements is/are correct for oxygen?

- A) I only
- B) I and III
- C) III and IV
- D) I, III and IV
- E) I, II, III and IV

13. Which one of the following statements is not correct for oxygen?

- A) Oxygen forms ozone.
- B) Oxygen is used in metallurgy.
- C) Oxygen is used in diving.
- D) Oxygen is needed for combustion.
- E) Oxygen is a flammable gas.

14. Write the common names of compounds that are natural sources of hydrogen:

- a. H₂O
- b. H₂O₂
- c. NH₃
- d. HCl

15. Which statement is related to a property of hydrogen molecule?

- A) Hydrogen is coloured gas
- B) The relative molecular mass of hydrogen is 1
- C) Hydrogen is the heaviest gas
- D) Hydrogen exists in a diatomic form
- E) Table salt contains hydrogen

16. Which of the following is/are true for hydrogen?

- I. Cavendish discovered hydrogen
- II. Hydrogen soluble in water
- III. Hydrogen is found in air

- A) I
- B) I and II
- C) I and III
- D) II and III
- E) I, II and III

CHAPTER 8: PERIODIC TABLE OF CHEMICAL ELEMENTS

8.1 STRUCTURE OF PERIODIC TABLE

You will:

- describe the structure of the PT by use of terms as group and period;
- know that PT has got some important numbers as atomic number, a number of group and period;
- know that position of an element in the PT can show the number of valence electrons.

Have you ever thought why the Periodic Table (PT) is so important to all humankind?

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

The periodic table shows elements arranged by atomic number (1 to 118). Boron (B) is highlighted in green, with its atomic number 5 and atomic mass 10.811. The legend below the table identifies color-coded categories: Alkali metal (orange), Alkaline earth metal (yellow), Metal (light green), Transition metal (medium green), Lanthanide (light blue), Metalloid (dark green), Non-metal (blue), Halogen (pink), Noble gas (light blue), and Actinide (dark green).

Современная периодическая таблица содержит все известные элементы. Она отражает физические и химические свойства элементов. Когда элементы располагают в порядке возрастания их атомных чисел, в свойствах этих элементов происходит периодическое повторение.

Простая периодическая таблица содержит символы, атомные числа и относительные атомные массы элементов. Вы также можете найти более подробные периодические таблицы, которые содержат некоторые физические и химические свойства (такие как температура плавления, точка кипения, степень окисления).

Каждая горизонтальная строка в периодической таблице называется периодом. В современной периодической

таблице семь периодов, и каждый период начинается с щелочного металла и заканчивается благородным газом. Единственное исключение составляет первый период, первый элемент которого, (водород) не является металлом.

Each vertical column in the Periodic table is called a group. Since the chemical and physical properties of the elements in a group are similar, they are sometimes also called a family. There are eighteen groups in the Periodic table.

Electron arrangement of atoms shows the exact position of the element in the PT.

- The number of electrons in the outer shell is the number of a groups;
- The number of electron shells shows the period. For example, sodium (Na) has got 3 electron shells and located in the 3rd period;
- The number of electrons in the outershell is also known as valence electrons;

Facts

Dmitri Ivanovich Mendeleev (1834-1907) is considered as a father of Periodic table.



*The monument to D. I.
Mendeleev in the garden.
Russia, Saint-Petersburg*

Keep in mind

Atomic number is the number of an element in the PT. The vertical columns are called groups. The horizontal rows are called periods

		GROUPS							
		I	II	...	V	VI	VII	VIII	VIII
PERIODS	1	H 1							He 2
	2	Li 2,1	Be 2,8,2	...	N 2,5	O 2,6	F 2,7		Ne 2,8
	3	Na 2,8,1	Mg 2,8,2	...	P 2,8,5	S 2,8,6	Cl 2,8,7		Ar 2,8,8
	4	K 2,8,8,1	Ca 2,8,8,2	...	As 2,8,8,5				

The relationship between electron arrangement and location of the atom in PT

D.I.Mendeleev was a Russian chemist who wrote more than 400 articles in chemistry, physics, pedagogy, agriculture, etc. The most valuable discovery was in 1869 when he published the periodic law and invented the Periodic Table of elements.

Science in context

Nuclear scientists use the Periodic table to discover new chemical elements.

113	114	115	116	117	118
Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
Nihonium	Flerovium	Moscovium	Livermorium	Tennessine	Oganesson

Nihonium-113, Moscovium-115,
Tennessine-115 and Oganesson-118 -
new chemical elements in the Periodic
table

Literacy

1. Guess the elements

- The most abundant metal in the Earth's crust. It is light and used in airplane construction, food packaging, car industry.
- An excellent conductor of electricity. Used in electrical wires and the main component of the bronze alloy. Main ores are located in Zhezkazgan region.
- Purple-black solid. Found in seafood. Used as a disinfectant and as a component of table salt.

2. Find elements which are named after:

- Scientists
- Planets
- Geographical places

Terminology

- group - топ / группа;
- period - период / период;
- relative - салыстырмалы / относительный;
- relationship - байланыс / взаимосвязь;
- horizontal row - кәлденең қатар / горизонтальный ряд;
- vertical column - тік бағана / вертикальный столбец;
- melting point - балқу температурасы / температура плавления;
- boiling point - қайнау температурасы / точка кипения;
- transition metals - ауыспалы металдар / переходные металлы;
- consider - саналу / считаться.

8.2 ELECTRON CONFIGURATION

You will:

- write the electron configuration for elements;
- predict the properties of elements just by the use of PT;
- know which atoms are the most stable and group names;
- know shapes of s- and p-orbitals.

Why are 18 group elements called “Noble gases”?

Electron configuration

Мы знаем, что элементы расположены в порядке возрастания атомных чисел. В нейтральном атоме атомное число равно числу электронов. Все электроны распределены между уровнями и подуровнями. Способ, по которому они распределяются, называется электронной конфигурацией. Физические и химические свойства элементов можно объяснить их уникальной электронной конфигурацией. Основные свойства элементов определяются количеством валентных электронов. Электронная конфигурация представляет собой набор орбиталей, которые содержат электроны. Существуют четыре орбитали: s-, p-, d-, f-орбитали. Каждая орбиталь

может содержать различное количество электронов. Например, s-орбиталь содержит 2 электрона, p-орбиталь 6 электронов, d-орбиталь 10 электронов и f-орбиталь содержит 14 электронов.

**1s², 2s², 2p⁶, 3s², 3p⁶, 4s², 3d¹⁰, 4p⁶, 5s², 4d¹⁰, 5p⁶,
6s², 4f¹⁴, 5d¹⁰, 6p⁶, 7s², 5f¹⁴, 6d¹⁰, 7p⁶**

The electron configurations for first 10 elements are shown in the table below.

Atomic Number	Symbol Name	Electron in the shells	Electron configuration
1	H Hydrogen	1)	1s ¹
2	He Helium	2)	1s ²
3	Li Lithium	2) 1)	1s ² 2s ¹
4	Be Beryllium	2) 2)	1s ² 2s ²
5	B Boron	2) 3)	1s ² 2s ² 2p ¹
6	C Carbon	2) 4)	1s ² 2s ² 2p ²
7	N Nitrogen	2) 5)	1s ² 2s ² 2p ³
8	O Oxygen	2) 6)	1s ² 2s ² 2p ⁴
9	F Fluorine	2) 7)	1s ² 2s ² 2p ⁵
10	Ne Neon	2) 8)	1s ² 2s ² 2p ⁶

The electron configuration of first 10 elements

Keep in mind

Here is the order of filling electrons in shells:

s-orbital	2e
p-orbital	6e
d-orbital	10e
f-orbital	14e

Science in context

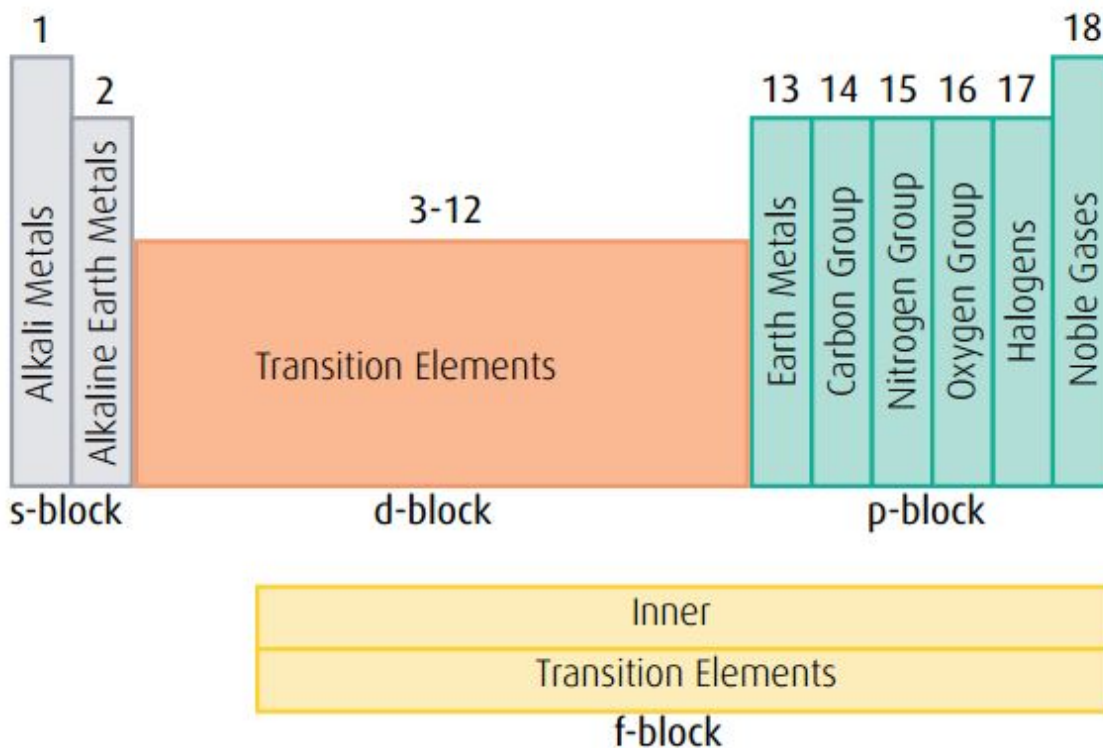
Alkali metals and halogens are the most active metals and nonmetals respectively. That is why they are not found in elemental form in nature.

Science in context

Iodine and its compounds are primarily used in medicine, photography and dyes.



Medical iodine and swabs



Families and the s, p, d, f blocks in the Periodic table

Group 1 (I): Alkali Metals (ns^1)

This group contains the elements hydrogen (H), lithium (Li), sodium (Na), potassium (K), rubidium (Rb), cesium (Cs), and francium (Fr). Although hydrogen is a nonmetal, it is placed in this group because of its electron configuration, $1s^1$. Alkali metals are chemically the most active metals.

Group 17 (VII): Halogens (ns^2np^5)

This group contains the elements fluorine (F), chlorine (Cl), bromine (Br), iodine (I) and astatine (At). These elements occur naturally in a diatomic structure (F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , At_2). Fluorine and chlorine are gases, bromine is a liquid and iodine is a solid. Astatine is a radioactive and solid element. Halogens are the most active nonmetals.

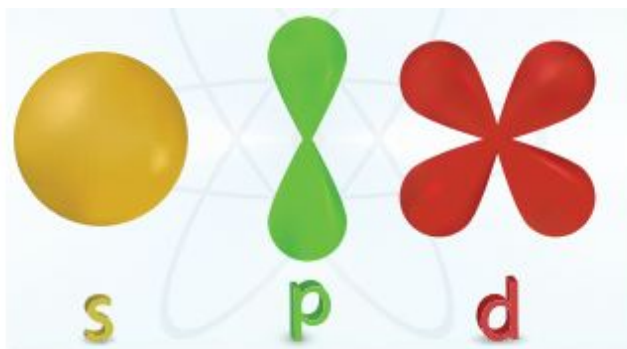
Group 18 (VIII): Noble Gases (ns^2np^6)

Since they do not tend to react chemically, the elements of this group are called noble gases, or inert gases. All noble gases are colourless, odourless and water-insoluble. Their electron configurations end with ns^2np^6 , except helium, which ends with ns^2 . They are the most stable elements in nature. Therefore, all other elements try to make their electron configurations similar to noble gases: either by gaining or losing electrons. This is known as the octet rule.

Shape of s- and p- orbitals

s-orbital has a shape of a "sphere" or a "ball". And there is a nucleus in a center of the orbital.

p-orbital is composed of two parts. There is a nucleus between them. It looks like a "dumbbell" or "infinity sign"



Shapes of s-, p- and d- orbitals

Literacy

1. The most stable elements are noble gases. Why?
2. Write electron configurations of: 11Na; 16S; 20Ca; 26Fe; 35Br
3. Define the element with electron configurations:

- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1$

Terminology

- electron configuration - электрондық конфигурация / электронная конфигурация;
- radioactive - радиоактивті / радиоактивный;
- tendency - қабілет / стремление;
- unique - бірегей / уникальный;
- octet rule - октет ережесі / правило октета;
- dumbbell - гантель / гантель

8.3 TRENDS IN PERIODIC TABLE

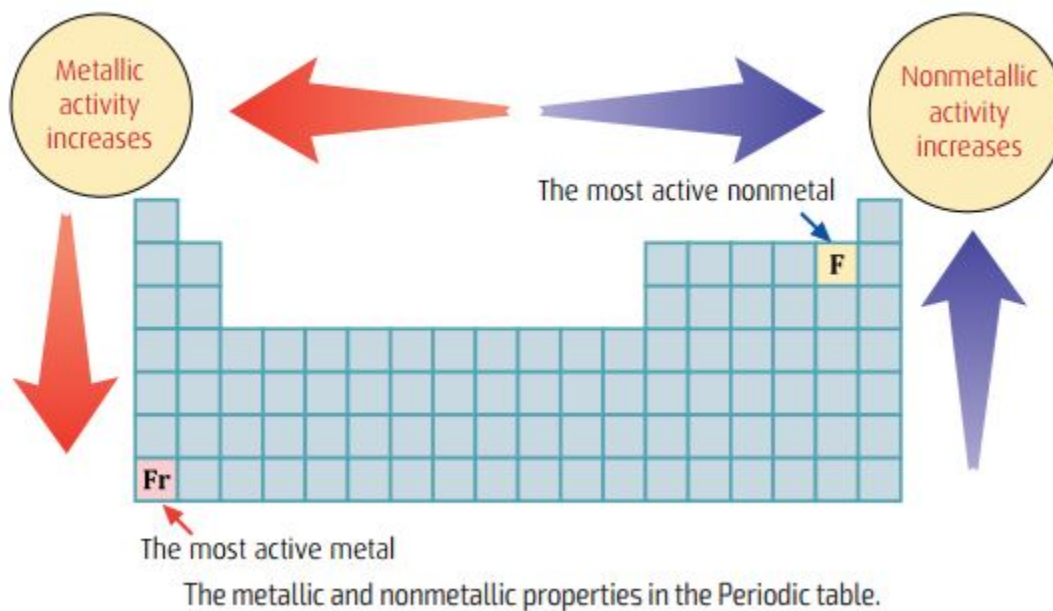
You will:

- know how are properties of elements changes among groups and periods;
- predict properties of an element by the place in the Periodic Table.

Is it possible to predict properties of an element just by looking at the Periodic Table?

Metallic and nonmetallic properties

Metallic and nonmetallic properties are related to the number of valence electrons and the radius of an atom. Within a period, as the metallic properties decrease from left to right, the nonmetallic properties increase. Within a group, as the metallic properties increase, the nonmetallic properties decrease from top to bottom.



Germanium as a semiconductor

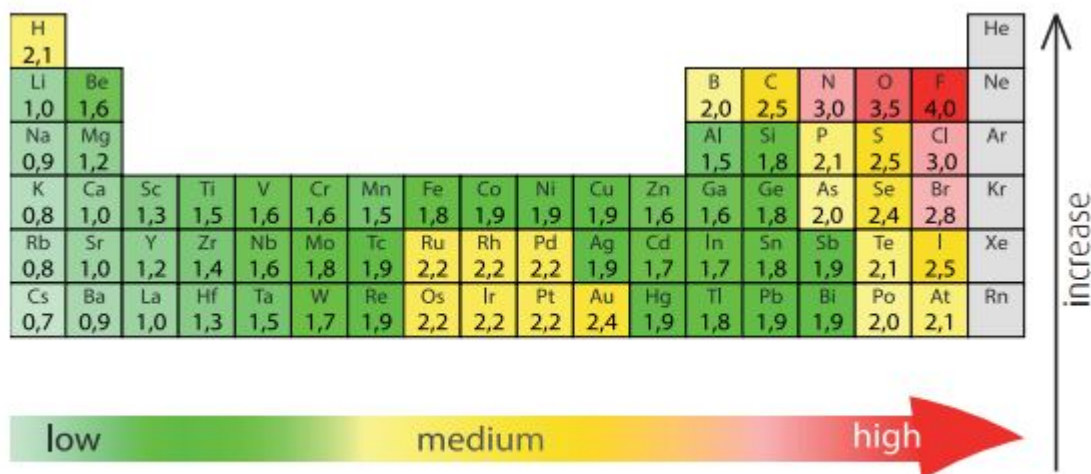


Tc radioactive isotopes used in medical tests

Electronegativity

Электроотрицательность является мерой, которая отражает способность атома притягивать электроны по ковалентной связи в ее молекуле.

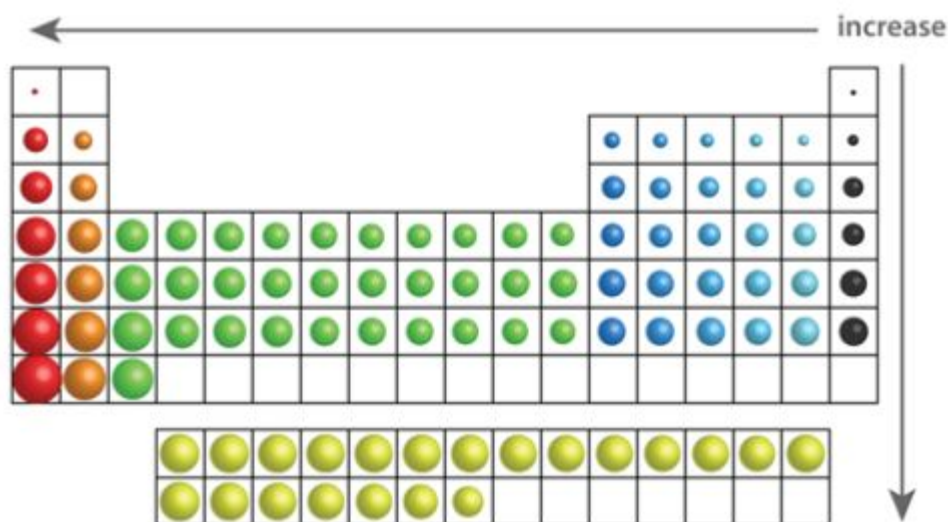
Электроотрицательность является относительной величиной и не имеет единицы. Согласно шкале Полинга, наиболее активный металл франций имеет значение электроотрицательности 0.7, а наиболее активный неметалл фтор имеет значение 4.0.



The Periodic table of elements with electronegativity values (by Pauling)

Atomic radius

Для определения радиуса атома надо принять условную форму атома в виде сферы. В этом случае радиус атома - это расстояние между ядром и валентными электронами.



The atomic radii of elements in the Periodic table

Keep in mind

- Francium would be expected to have the strongest metallic properties.
- Fluorine the element with the strongest nonmetallic properties
- Electronegativity increases from left to right and decreases from top to bottom in the Periodic table.

Example



Describe properties of two elements X and Y with atomic numbers 11 and 17 respectively.

Solution

There is 1 electron in outer shell of element X, so it has got 1 valence electron, and group number will be I. The element Y has 7 electrons in the outershell, there are 7 valence electrons and the group number is 17 (VII), respectively. Both of them are located in 3rd period because they have 3 shells.

The element Y is located in a top right corner of the PT. Therefore the electronegativity will be greater compared to the element X. The atomic radius of element X will be much greater than that of the element Y. Because in located on the left corner of the PT.

The element X is active metal because located in left side of the PT, while the element Y will show opposite properties (active nonmetal).

Element	${}_{11}\text{X}$	${}_{17}\text{Y}$
Electron configuration	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
Valence electrons	1	7
Group	1	17
Period	3	3
Electronegativity	0.9	3.0
Atomic radius		
Metal / nonmetal	Active metal	Active nonmetal
Physical properties	Solid	Gas

Comparing a metal and a nonmetal atoms

Facts

D. Mendeleev predicted properties of several metals (Ge, Sc, Ga, Tc) even before they were discovered. For example:

Properties	Eka-silicium Es	Germanium Ge
Molar mass	72 g/mole	72.6 g/mole
Density	5.5 g/cm ³	5.35 g/cm ³
Oxide	EsO ₂	GeO ₂
Melting point, °C	high	947
Colour	dark grey	grey

Literacy

1. According to the Periodic trends in metallic properties, which element have the greater atomic radius?
2. Sort the elements in order of increasing metallic properties: Ca, Mg, Sr, Be, Ba
3. Why is the electronegativity value of most noble gases zero?
4. A nonmetal has a smaller ionic radius compared with a metal of the same period. Do you agree? Why?

Terminology

- to predict - болжау / предсказывать;
- electronegativity - электртерістік / электроотрицательность;
- Pauling's scale - Полинг шкаласы / шкала Полинга;
- value - шама / значение;

- to assume - елестету / представлять;
- sphere - шар / сфера;
- several - бірнеше / несколько;
- located - орналасқан / расположенный;
- therefore - сондықтан / поэтому;
- increase - өсу / увеличение.

8.4 ELEMENTS: METALS AND NONMETALS

You will:

- know physical and chemical properties of metal, nonmetal and amphoteric elements.

Have you ever heard that metals have a memory?

При классификации элементов на металлы и неметаллы, можно заметить, что металлы занимают очень большую часть (около 80%) периодической таблицы. Элементы в группах с 1 по 13 (кроме водорода и бора) являются металлами. Только одиннадцать элементов в таблице являются неметаллами - H, C, N, O, P, S, Se, F, Cl, Br и I, а элементы в группе 18 - благородными газами. Однако среди этих элементов есть металлоиды B, Si, Ge, As, Sb, Te, Po и At. А такие элементы как Sn, Pb и Bi имеют металлические свойства.

При комнатной температуре все металлы имеют серебристый блеск и находятся в твердом состоянии (кроме Hg, которая находится в жидком состоянии). Неметаллы имеют тусклые цвета и находятся в твердом состоянии, например, S (желтый) и I₂ (черный), в жидком состоянии, например, Br₂(коричневый) и в газообразном состоянии, например, N₂ (бесцветный), O₂ (бесцветный), F₂ (желтый) и Cl₂ (зеленовато-желтый).



White phosphorus

Some elements have properties of metals and nonmetals more at the same time. Such elements are called metalloids.

Comparison of physical properties

Main properties	Metals	Nonmetals	Metalloids
Colours	metallic shiny, grey colour (Au-golden, Cu-red)	dull colours	metallic shiny
Physical states	solid (except Hg)	solid, liquid and gaseous	solid
Conductivity of heat and electricity	good conductor	poor conductor (except graphite)	semiconductor
Hard or brittle?	malleable and ductile	brittle when solid	brittle

Comparison of chemical properties

Metals	Nonmetals
Have a tendency to donate electrons	Have a tendency to receive electrons
Displace hydrogen gas from dilute acids: zinc (Zn) + hydrochloric acid (HCl) → zinc chloride (ZnCl ₂) + hydrogen (H ₂)	Don't displace hydrogen gas from dilute acids
React with oxygen to produce basic oxides: sodium (Na) + oxygen (O ₂) → sodium oxide (Na ₂ O)	React with oxygen to produce acidic oxides: carbon (C) + oxygen (O ₂) → carbon dioxide (CO ₂)
React with hydrogen to produce hydrides: calcium (Ca) + hydrogen (H ₂) → calcium hydride (CaH ₂)	React with hydrogen to produce covalent compounds: carbon (C) + hydrogen (H ₂) → methane (CH ₄)

Science in context

Noble gases are used in light lamps. Neon produces a reddish orange colour. Argon and helium are combined to produce dim blue light.



Argon and helium infinity shaped lamp

Facts

There are only two elements (mercury and bromine) in the Periodic table that are liquid at room temperature.



Mercury pouring from a pipette

Activity

Physical and chemical properties of metals, nonmetals and amphoteric elements

Materials:

helium balloon He, sulfur S, iodine I₂ crystals, carbon C coal, red phosphorus P, sodium Na or potassium K metals, magnesium Mg, zinc Zn, copper Cu plate, iron Fe nail, aluminium Al foil, chlorine Cl₂ gas, bromine Br₂ solution and hydrochloric acid HCl solution.

Procedure:

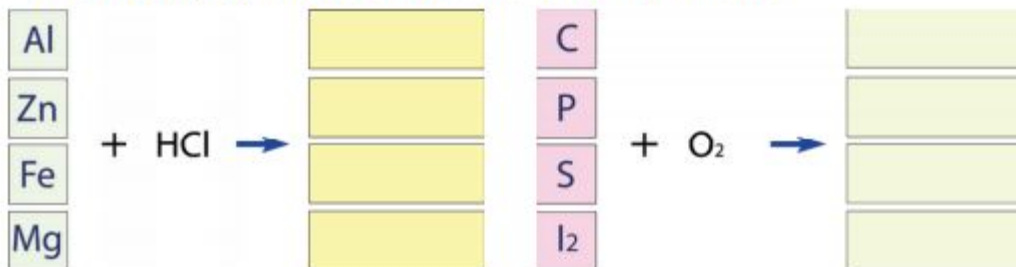
1. Write main physical properties of metals and nonmetals in the table.
2. Add 1-2 lumps of each metal to acid.
3. Write reactions of metals with hydrochloric acid HCl.

Conclusion:

Physical properties of elements

	Colour	Melting point	Boiling point	Density
He	colourless			
C				
Mg				
Al			2519 °C	
P				
S	yellow			
Cl				
K				
Fe		1536 °C		
Cu				
Zn				7.14 g/cm ³
I				

Chemical properties of metals and nonmetals



Facts

Is nitinol an alloy with memory?

Nitinol is typically composed of approximately 55% of Ni and 45% of Ti. Nitinol is a titaniumnickel wire that exhibits superelasticity. It can be out of shape and will spring back to its original shape. Nitinol is deformed at a low temperature, and heated to recover its original shape.



Braided nitinol self-expanding stent
shaped into a knot

Terminology

- to occupy space - көлем алу / занимать пространство;
- lustre - жылтырақ / блеск;
- metalloid - металлоид / металлоид;
- dull - күңгірт / тускый;
- conductivity - өткізгіштік / проводимость;
- brittle - морт, сынғыш / хрупкий;
- malleable - қақтауға төзімді / ковкий;
- ductile - созылмалы / тягучий.

Problems: Periodic table of chemical elements

1. Mendeleev left some places empty in his periodic table when he was arranging the elements according to increasing atomic weight. Why did he do so? Explain.
2. How many elements are there in first four periods respectively?
3. Which elements have similar chemical properties to chlorine Cl?
4. Which elements are found in the gaseous state in the form of monoatomic structure at room temperature?
5. Determine the group and period numbers of:
 - a. Hydrogen, of which the electron configuration is $1s^1$
 - b. Helium, of which the electron configuration is $1s^2$
6. Determine the place of aluminium Al element in the Periodic Table, if its electron configuration is $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$.
7. Write down the electron configurations of the following elements: B, P, Zn and Ga.
8. Determine the places of the elements Sc, Fe, Ni and Cu in the Periodic Table.
9. What is the number of electrons of an element which is located in the 3rd period and group 4 of the Periodic Table?

10. What is the number of electrons of an element which is located in 4th period and group 14 of the Periodic Table?
11. A X^{3+} ion has 10 electrons. What are the group and period numbers of the X atom in the Periodic Table?
12. An Y^{3+} ion has 28 electrons. What are the group and period numbers of the Y atom in the Periodic Table?
13. An Z^{2-} ion has 18 electrons. What are the group and period numbers of the Z atom in the Periodic Table?
14. The atomic mass number of X is 70, and the number of neutrons of X is 39. What are the group and period numbers of element X in the Periodic Table?
15. For a neutral Br atom:
- Find the number of neutrons and protons in the nucleus.
 - How many s electrons does it have in total?
 - How many electrons does it have in 4p orbitals?
 - Which type of orbital has the more electron than other?
16. The ions $21X^{3+}$ and Y^{2-} have the same electron configuration. Find the place of Y in the Periodic Table.
17. Find the numbers of valence electrons for the elements magnesium ($12Mg$), oxygen ($8O$), silicon ($14Si$) and zinc ($30Zn$).
18. Among the 4th period elements, which of them have 4 valence electrons?

CHAPTER 9: CHEMICAL BONDS

9.1 COMPLETING OUTER SHELLS OF AN ATOM. “ELECTRON DOT REPRESENTATION” METHOD

You will:

- understand how the completion of the outer shell of an atom gives stability;
- explain how to complete outer shell of an atom.

How do atoms join to form compounds?

The noble gases (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn) which form group 18 in the Periodic table are the most stable elements.



From lights to ballons we use noble gases

Когда два или более атома элемента притягиваются друг к другу, то они образуют новое соединение, они также образуют новую химическую связь. благородные газы (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn) образуют группу 18 в периодической таблице, являются наиболее стабильными элементами. Все они имеют 8 электронов во внешней оболочке атома. Другие элементы в периодической таблице стремятся к получению электронной конфигурации благородного газа и становятся устойчивыми. Тенденция атомов сделать число своих валентных электронов 8, как и благородных газов, называется правилом октета. Это правило применяется к неметаллам, таким как углерод, азот, кислород и галогены, а также к металлам, таким как натрий или магний. Инертными газами являются те, которые не образуют химических связей. Такое сочетание может происходить либо путем обобщения электронов, либо путем переноса одного или нескольких электронов от одного атома к другому. Существует два типа химических связей: ковалентный и ионный.

Прежде чем изучать химические связи, нам необходимо ознакомиться с их обозначением. Химические связи могут быть представлены несколькими способами. Мы собираемся изучить электронно-точечное и линейное отображения. Рассмотрим эти два типа на примере молекул водорода H₂ и хлора Cl₂.

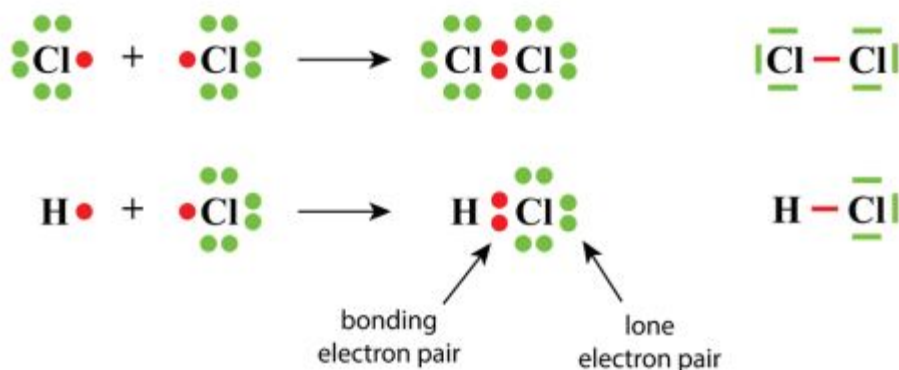
I. Electron dot representation

In this representation, valence electrons are shown as dots around the symbol of the element. When we look at the electron orbitals of the hydrogen atom, we see that it has one valence electron. The electron dot representation of hydrogen atom is $\cdot\text{H}$ though it can also be shown by $\text{H}\cdot$ or $\cdot\text{H}$.

When 2 hydrogen atoms combine, H₂ molecule forms:



Chlorine atom has 7 valence electrons, and two chlorine atoms combined together and form Cl₂ molecule:



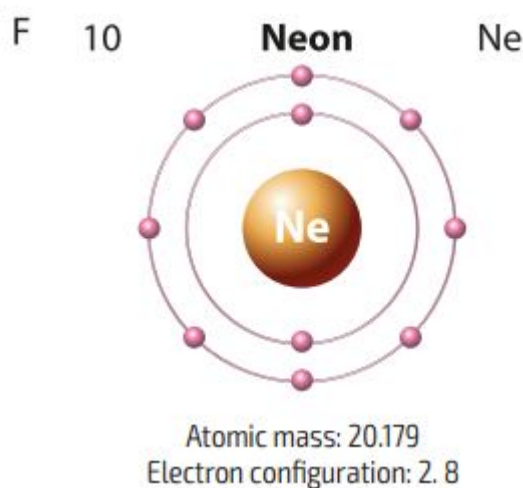
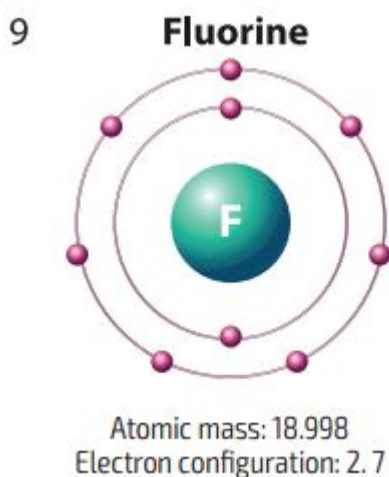
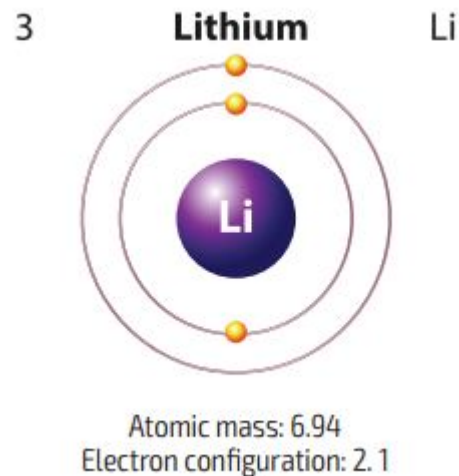
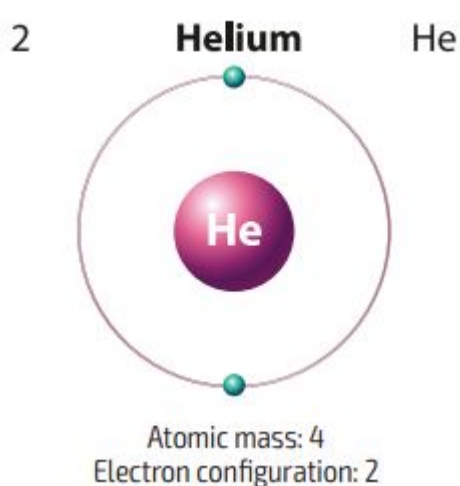
II. Line representation

The bond structure can also be represented by lines. A line shows each electron pair. In other words, two electrons “:” are shown by a line “-”. So the line representation of the chlorine molecule Cl₂ is



1	2	13	14	15	16	17	18
·H							He:
·Li	·Be·	·B·	·C·	·N·	·O·	·F·	·Ne·
·Na	·Mg·	·Al·	·Si·	·P·	·S·	·Cl·	·Ar·
·K	·Ca·	·Ga·	·Ge·	·As·	·Se·	·Br·	·Kr·
·Rb	·Sr·	·In·	·Sn·	·Sb·	·Te·	·I·	·Xe·
·Cs	·Ba·	·Tl·	·Pb·	·Bi·	·Po·	·At·	·Rn·
·Fr	·Ra·						

Valence electrons of main groups of elements



Literacy

1. Which elements have full outershells of electrons in their atoms?
2. What is the maximum number of electrons in the outer shell of an atom?
3. How many electrons are in the outershell of the Ca, He, N, S, K, I atoms?

Terminology

- to complete – толтыру / заполнять;

- outershell - сыртқы қабат / внешняя оболочка;
- representation - бейнелеу, көрсету / представление;
- to attract - өзіне тарту / притягивать;
- to form - пайда болу / формировать;
- tendency - қабілет / стремление;
- valence - валенттік / валентный;
- chemical bond - химиялық байланыс / химическая связь;
- lone electron pair - байланыспаған электрон жұбы / несвязеобразующие электронные пары;
- bonding electron pair - байланысқан электрон жұбы / связеобразующие электронные пары.

9.2 IONIC BOND

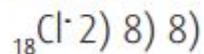
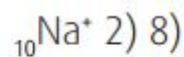
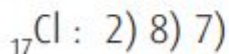
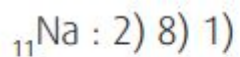
You will:

- understand how atoms or ions gain/lose of electrons;
- draw the dot and cross diagrams of ionic compounds;
- understand the mechanism of formation of ionic bond and predict the properties of ionic compounds.

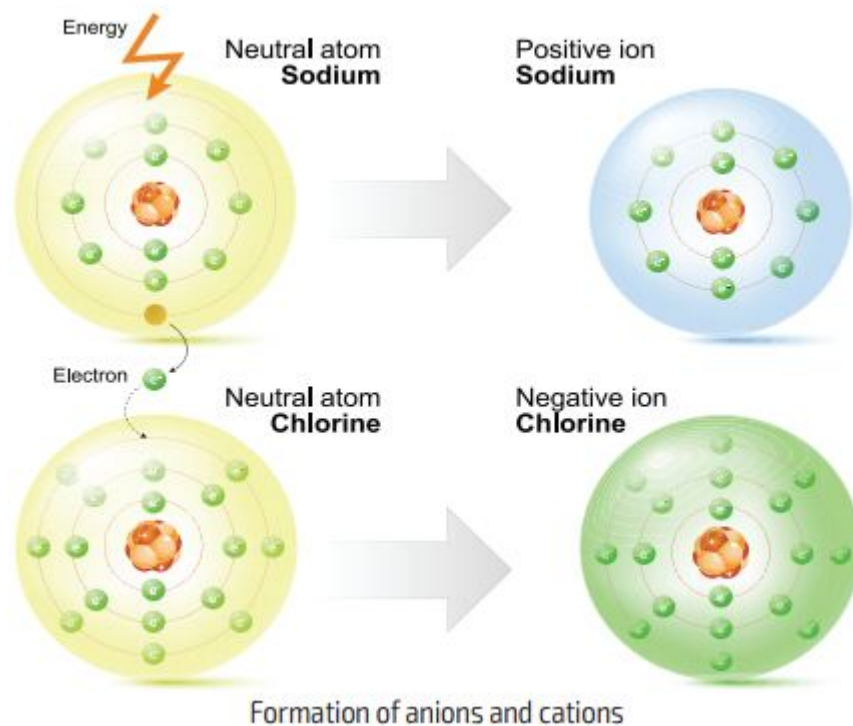
Why are ionic compounds crystalline?

Gain or lose of electrons

Ионная связь образуется путем перехода электронов с одного атома (металла) на другой атом (неметалл). После переноса электронов атом, который потерял электроны, становится заряженным положительно, а атом, получивший электроны, становится заряженным отрицательно. Когда эти два атома соединяются, чтобы заполнить свои электронные оболочки, натрий отдает один электрон хлору:



Таким образом, образуются катион Na^+ и анион Cl^- .



Why does salt melt ice?

Salt will not melt frozen water, but if the ice starts melting in any way, added salt will lower the freezing point, and the water will not be able to refreeze. At this point, the salt water will also help melt the remaining ice which will then typically evaporate.



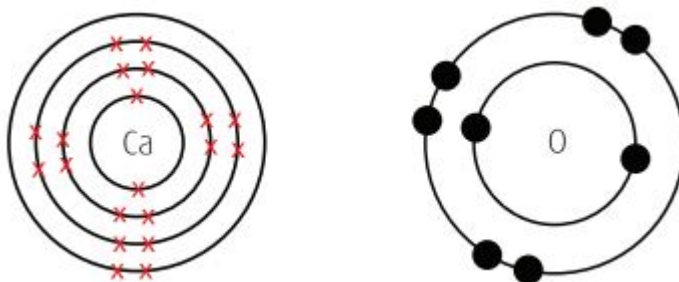
Table salt



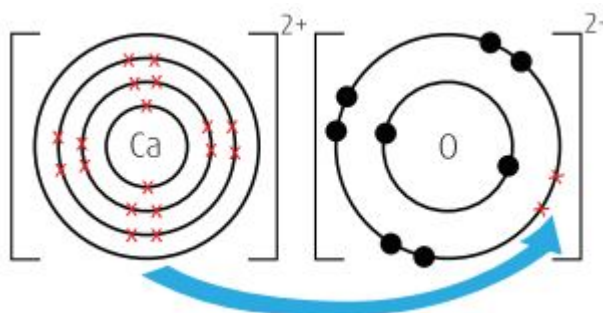
The Aral Sea is one of the main sources of salt in Kazakhstan

Drawing dot and cross diagrams for ionic bonding.

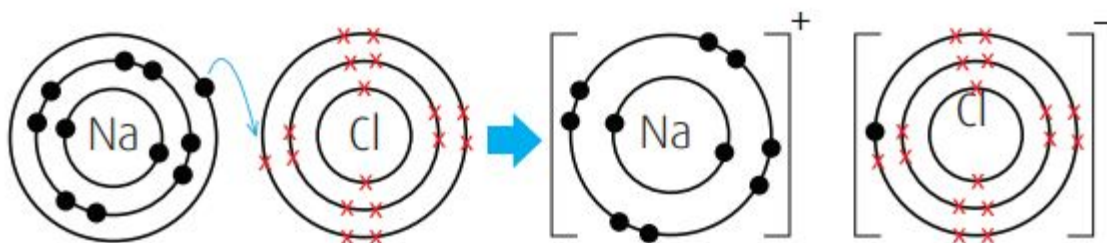
The dot and cross diagram for CaO. The electronic configurations of calcium and oxygen:



Ionic compound CaO is made of a metal and a nonmetal:



Dot and cross diagram for NaCl:



Ionic crystalline networks

Твердые вещества, в которых расположены ионы с противоположными зарядами имеют ионную кристаллическую решетку. Например, в молекуле поваренной соли, (хлорида натрия), каждый ион натрия находится на одинаковом расстоянии от 6 ионов хлора, которые располагаются по соседству. В любой части кристалла расстояние между ионами всегда одинаково. Такой случай называется кристаллической структурой. Таким образом можно сказать, что ионные соединения являются "кристаллическими".

Literacy

1. Which of the following(s) is/are ionic crystalline solids?

Hg metal, water H₂O, sodium iodide NaI, carbon dioxide gas CO₂.

2. Which of the following elements lose electrons when react with each other: potassium and iodine, sulfur and sodium, magnesium and oxygen, fluorine and lithium?

Facts

The Dead Sea is also called salt sea. It contains about 30-35 kinds of minerals like potassium, magnesium, sodium, bromine, iodine, chlorine, etc. The high mineral and salt content of the waters make it impossible for fish or plants to live. Sea is so dense with salt that can easily float on the water without much effort.



Dead Sea, Israel



Happy man relaxing in a water of the
Dead Sea

Terminology

- ionic bond – иондық байланыс / ионная связь;
- to transfer – ауыстыру / переводить;
- melting – балқу / плавление;
- freezing – қату / замораживание;
- dot and cross – нүкте мен крест / точка и крест;
- crystalline network – кристалдық тор / кристаллическая решетка;
- neighbor – көрші / сосед.

9.3 COVALENT BOND

How do chemical bonds form between nonmetal atoms?

You will:

- understand the mechanism of formation of polar and nonpolar covalent bond based on the concept of electronegativity and valency;
- draw the dot and cross diagrams of covalent bonds.

Атомы и ионы, как правило, соединяются между собой для образования химических связей. Каковы причины, которые заставляют железо быть твердым, воду - жидкой, а водород - газом при комнатной температуре? Почему алмаз - твердый, а воск - мягкий?

Например, кислород и сера находятся в одной и той же группе в периодической таблице. Учитывая тенденции в группе, мы ожидаем, что соединения с водородом этих двух элементов, H_2S и H_2O , проявят схожие свойства. Однако H_2S является токсичным газом, а H_2O - жидкостью, которая имеет важное значение в жизненном цикле. В чем может быть причина различия этих двух соединений?

В процессе образования химической связи выделяется энергия, и эта энергия равна той, которая необходима для разрушения той же химической связи. Чтобы лучше понять химические связи, нам нужно изучить электроотрицательность, свойство, которое играет важную роль в образовании химических связей.



Oxygen and hydrogen gas balloons



Hydrogen sulfide H_2S emits from volcanoes

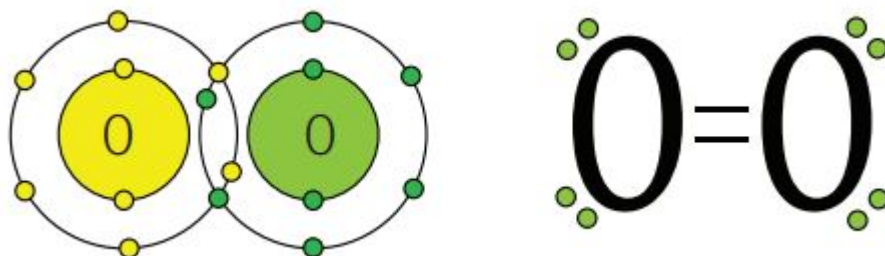


Waterfall

Formation of covalent bonds

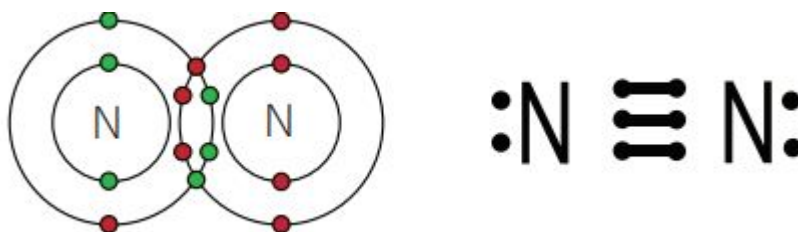
We know that the electronegativity difference between atoms must be greater than 1.9 to form an ionic bond. But if the electronegativity values of the atoms are similar, the tendency of the atoms to take or give electrons will also be same. The transfer of electrons is not possible between such atoms, so the atoms must share electrons to gain a stable octet. The bond that is formed as a result of electron sharing is called a covalent bond. Covalent bonds are formed between two nonmetals.

Let's examine the formation of an oxygen molecule from two oxygen atoms:



To be stable, the oxygen atom needs two more electrons and so it forms a double bond with another oxygen atom.

For example, the nitrogen atom needs to gain three electrons to reach stability and so it forms a triple bond with another nitrogen atom:



Covalent bonds can be classified into 2 groups: polar and nonpolar.

Nonpolar covalent bonds

These are bonds that are formed between two nonmetal atoms with the same electronegativity values. For example, the bonds in H₂ (H - H), N₂ molecule (N≡N), Cl₂ molecule (Cl-Cl) and O₂ molecule (O = O) are all nonpolar covalent bonds.



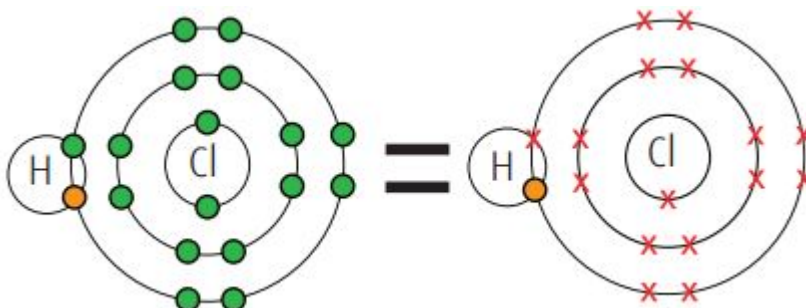
The molecule of chlorine gas



Nitrogen gas balloons

Polar covalent bonds

These are bonds that are formed between two nonmetal atoms with different electronegativity values. For example, let's examine the covalent bond between the H and Cl atoms:



Literacy

Fill in the blanks:

- Ionic bond is formed between a metal and a nonmetal by electrons.
- Covalent bond is formed between nonmetals by electrons.
- Covalent bond is classified asand
- bond is formed between same nonmetals.

e) bond is formed between different nonmetals.

Terminology

- to attract – өзіне тарту / притягивать;
- difference – айырмашылық / разница;
- similar – ұқсас / похожий;
- sharing – бөлісу / деление;
- covalent – ковалентті / ковалентная;
- polar – полярлы / полярная;
- nonpolar – полярсыз / неполярная;
- value – өлшем / величина.

9.4 THE RELATIONSHIP BETWEEN TYPES OF CHEMICAL BONDS AND PROPERTIES OF SUBSTANCES

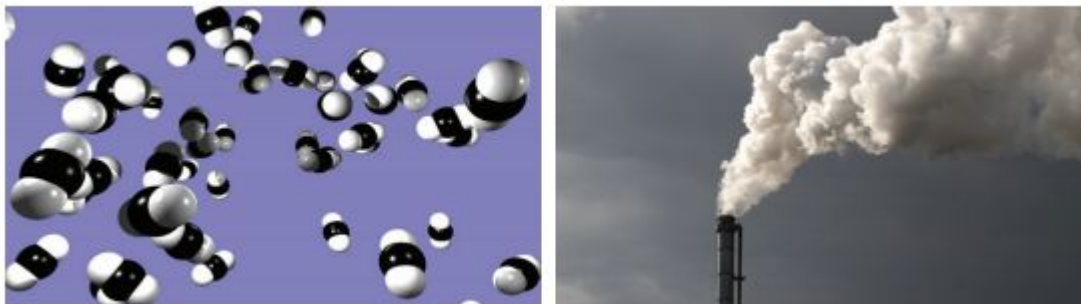
Why is diamond mineral very hard?

You will:

- understand that the structure of substances affects their properties.

Differences between nonmetal compounds. Carbon and silicon

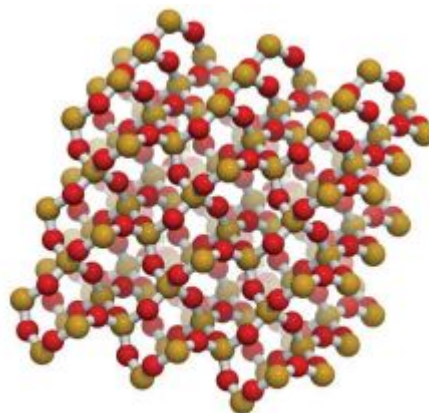
Carbon and silicon are in the same column in Periodic table. They both have 4 valence electrons but there is a difference in the properties of their oxides. Carbon and silicon have oxides: CO_2 and SiO_2 respectively. Carbon dioxide CO_2 is a gas which exists as single molecules which are linked to each other by weak intermolecular forces. Silicon dioxide SiO_2 is a very hard, high-melting solid. It is a network solid in which silicon is connected to 4 of its oxygen atoms to make a repeating pattern of silicon and oxygen atoms.



In molecular covalent compounds, intermolecular forces are very weak in comparison with ionic bonds. For this reason, most covalent substances with a low molecular mass are gaseous at room temperature. Others, with higher molecular masses, may be liquids or solids, though with relatively low melting and boiling point. In some covalent substances (network solids) atoms are bonded together in a way that forms a network structure.



Quartz is a mineral composed of SiO_2



Network solid structure of SiO_2

Substance	Intramolecular Forces	Attracting Particles	Physical Properties
Network crystals (Ex: C, SiC, SiO ₂)	Covalent	Atoms	<ul style="list-style-type: none"> - very high melting point - very hard - do not conduct electricity (except graphite)
Metals (Ex: Li, Cu, Pt, Fe, Hg)	Metallic	Positive cations and mobile electrons	<ul style="list-style-type: none"> - hard or soft - high melting point - malleable and ductile - conduct heat and electricity
Network crystals (Ex: NaCl, BaCl ₂ , KNO ₃)	Ionic	Positive and negative ions	<ul style="list-style-type: none"> - hard and brittle - high melting point - aqueous solutions and molten states conduct electricity

A summary of intramolecular forces

Facts

Diamond or graphite?

Both diamond and graphite are forms of carbon and have network covalent bonding. However, they are arranged differently. Graphite forms in thin layers. Imagine a stack of thin paper. Every time you press down on a pencil, a few layers rub off onto the surface you are writing on and stay there. Diamonds, on the other hand, form in much stronger and complex forms, which are almost impossible to break. This makes it one of the strongest substances on the Earth. Diamond is used to cutting other hard materials such as glass because of its hardness.



Diamond



Graphite pencils

Activity

Covalent, ionic, metallic bond construction models

Введение:

Структура металлической кристаллической решетки прочнее чем ионная или ковалентная связи. Используя одинаковые шарики, мы должны построить молекулярные модели металлов.

Реактивы и оборудование:

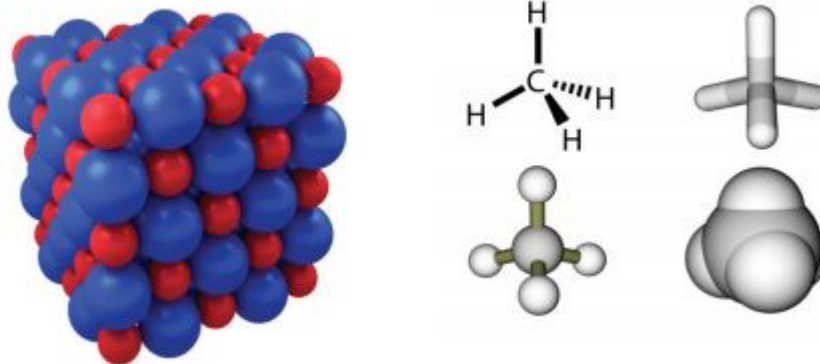
Маленькие резиновые шарики, провода.

Ход работы:

Используя два типа атомных шаров, мы должны построить ионные и ковалентные соединения:

1. Хлорид натрия NaCl , бромид калия KBr , оксид кальция CaO .
2. Оксид углерода (IV) CO_2 , метан CH_4 , вода H_2O , аммиак NH_3 , оксид серы (IV) SO_2 , оксид серы (VI) SO_3 и хлорид фосфора (V) PCl_5 .

Ковалентные связи, образованные между двумя или более неметаллическими атомами:



Literacy

Draw the dot-cross structures of H₂S, HBr, BH₃, PF₃ molecules.

Terminology

- diamond – алмаз / алмаз;
- graphite – графит / графит;
- brittle – сынғыш / хрупкий;
- to exist – кездесу / существовать;
- intramolecular – молекула ішілік / внутримолекулярный;
- thin layer – жұқа қабат / тонкий слой;
- impossible – мүмкін емес / невозможно;
- rubber balls – резеңке шарлар / резиновые шарики.

Problems: Chemical bonds

1. Draw the dot-cross structures of H_2O , HF , BCl_3 , NF_3 molecules.
2. For the HCl molecule, show its
 - a) electron dot representation
 - b) electron numbers of each atom
3. Show the formation of ionic bonds between the following pairs:
 - 11Na and 9F
 - 20Ca and 8O
4. What kind of chemical bonds do the following compounds contain?
 - H_2O
 - KCl
 - Na_3PO_4
5. Place in order of increasing electronegativity: P , H , O , S , Na , Mg .
6. Explain the bond formation in Cl_2 and O_2 using electron dot representation (17Cl , 8O).
7. Draw the electron dot structures of the following elements:
 - a) 5B
 - b) 12Mg

- c) 15P
- d) 19K

8. Which of the following compounds contain ionic bond?

H₂O, Na₂O, KCl, CaBr₂, P₂O₅.

9. Which of the below molecules is/are polar?

- I. H₂O
- II. NH₃
- III. CH₄

- a) I only
- b) II only
- c) I and II
- d) II and III
- e) I, II and III

10. Which one of the following molecules has an ionic bond?

- a) HCl
- b) BrCl
- c) PCl₃
- d) MgF₂
- e) CF₄

11. Which one of the following molecules has a nonpolar covalent bond?

- a) NaCl
- b) MgCl₂
- c) AlCl₃
- d) Cl₂
- e) HCl

12. Fill in the gaps:

- a) An ionic bond is formed between metal and nonmetal.....electrons.
- b) The covalent bond is formed between nonmetals by electrons.
- c) The covalent bond is classified asand
- d) bond is formed between same nonmetals.
- e) bond is formed between different nonmetals

CHAPTER 10: SOLUTIONS

10.1 SOLUTIONS. SOLUBILITY

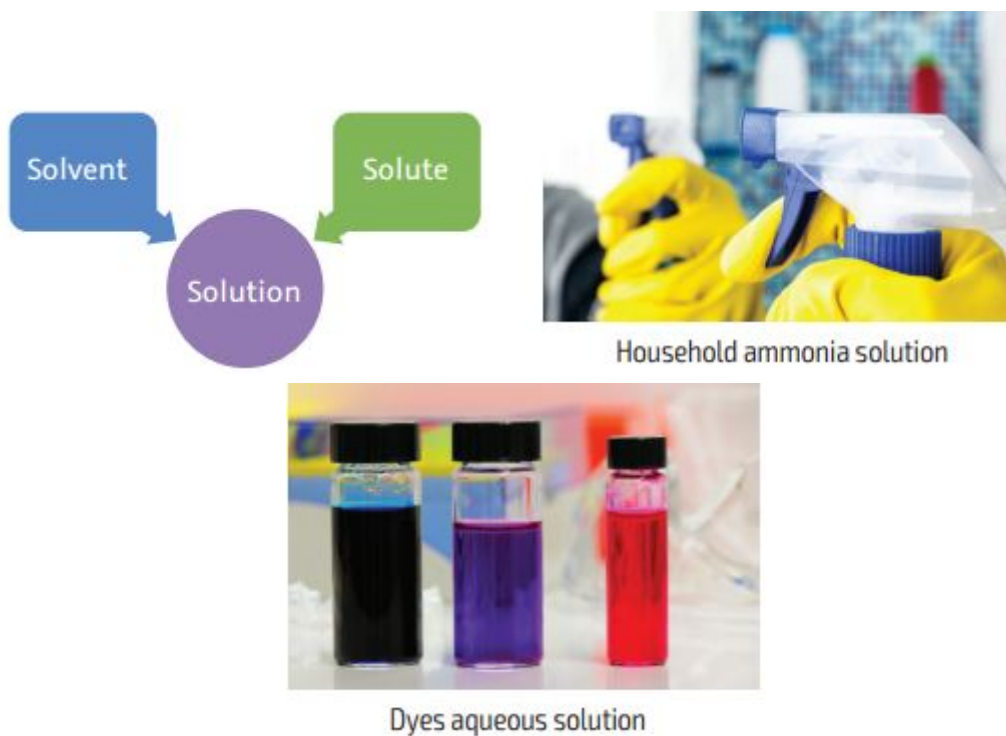
Why is sea water salty? Why is sugar more soluble in water than salt?

You will:

- classify the substances according to the degree of solubility;
- learn about solutions and their importance;
- determine the composition of salt solutions by using evaporation method;
- know and determine saturated solutions.

Solutions

A solution is a mixture where all components are mixed. Solutions are important for life and many processes. The components of a solution are the solvent and the solute. For example, when we dissolve a teaspoon of sugar in a glass of water, the sugar is the solute, and the water is the solvent. In tap water, the solvent is water, and the salts (NaCl , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) are solutes.



Solubility

Когда ты добавляешь ложку хлорида натрия (поваренная соль) в стакан воды, она быстро растворяется. Однако, при добавлении большего количества соли, наступает такой момент, когда соль больше не растворяется. Вместо этого, она начинает собираться на дне стакана, даже после перемешивания. Когда раствор содержит столько растворимого вещества, что большее количество раствориться не будет, то мы называем его насыщенным. Когда раствор уже содержит хлорид натрия, но еще может растворить некоторое количество этого вещества, то такой раствор называется ненасыщенным.

Растворимость вещества это максимальное количество растворимого вещества, которое необходимо для приготовления насыщенного раствора. Растворимость чаще всего выражается в количество грамм на 100 грамм воды. Каждое вещество имеет свою растворимость.

Например, растворимость NaCl 36 г на 100 г воды, а для сахара это количество 204 г / 100 г воды (при 200С).



The solubility of table salt (NaCl) is 36 g/100 g of water at 20°C



The solubility of sugar is 204 g/100 g of water at 20°C

The solubilities of ionic salts have a wide range. For example, silver perchlorate AgClO_4 has a solubility of 55.7 g per 100 g of water, only 0.00018 g of silver chloride AgCl can dissolve in 100 g of water. If the maximum amount of solute dissolved in 100 g of water is less than 0.1 g, this solute is said to be insoluble. The solute that has a solubility range from 0.1 g to 1 g is called slightly soluble. If the amount of solute is more than 1 g, then it is soluble.



Solutions of copper (II) sulfate with different concentrations

Facts

Some mineral salts have been carried to the oceans and seas by rivers for many centuries. These salts are soluble in water and produce ions such as Cl^- , Na^+ , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Ca^{2+} . These dissolved ions make sea salt.



Sea water

Lab work

№ 5. Изучение растворимости веществ

Введение:

Раствор состоит из растворителя и растворенного вещества. В данном эксперименте, мы изучим растворимость веществ.

Реактивы и оборудования:

сульфат меди $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, сахар, мел CaCO_3 , колбы, вода, миксер.

Ход работы:

1. Приготовьте три раствора. В каждый из них добавьте по 100 г растворяемого вещества ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, CaCO_3 , сахар) и налейте 100 г воды.
2. Наблюдайте за растворимостью веществ в воде.
3. Определите какое из веществ является очень хорошо растворимым, хорошо растворимым и слабо растворимым.

Наблюдения и вопросы:

1. Какие вещества хорошо растворяются в воде?
2. Сколько грамм мела растворилось в воде?



Copper (II) sulfate solution



Salt and water



Terminology

- solution – ерітінді / раствор;
- solubility – ерігіштік / растворимость;
- soluble – ерігіш / растворимое;
- slightly soluble – аз ерігіш / малорастворимое;
- insoluble – ерімейтін / нерастворимое;
- solvent – еріткіш / растворитель;

- solute - ерігіш зат / растворенное вещество;
- spoonful - толы қасық / полная ложка;
- saturated - қаныққан / насыщенный;
- unsaturated - қанықпаған / ненасыщенный;
- wide range - кең көлемде / широкий диапазон.

10.2 SOLUBILITY OF SUBSTANCES. FACTORS AFFECTING SOLUBILITY

Why are salts more soluble at higher temperatures?

You will:

- grow salt crystals and mark the correct shape of crystals;
- know about supersaturated solutions and determine energy changes in crystallization;
- know and explain the effect of temperature on solubility.

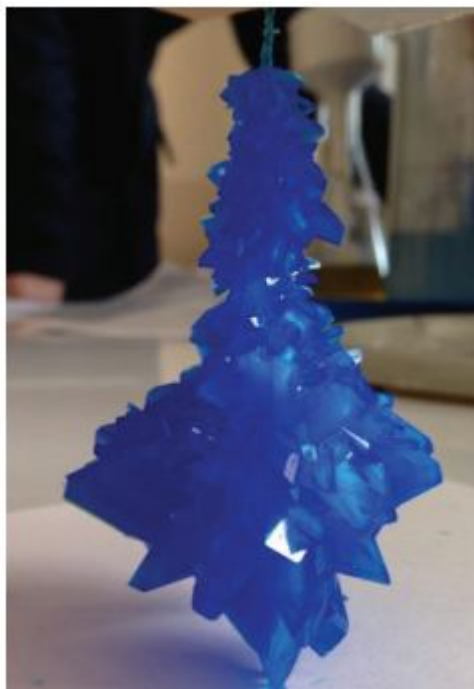
Growing salt crystals

Growing salt crystals is very interesting. If you decide to grow the crystals, you will need some materials:

1. Compound (may be salts, organic acids, other substances). You can buy them in pharmacy, in gardening store, in chemical stores, etc.
2. Room temperature conditions.
3. Desire and patience. Crystals do not grow in one day. Let's consider growing copper sulfate crystals. Copper sulfate is blue coloured salt. You can buy this salt in any gardening store. We need about 300 g of salt for experiment and a glass beaker. Put our copper sulfate into the beaker, and pour hot water. And dissolve the salt, prepare a supersaturated solution. Then filter the solution with filter paper or with a napkin. Put beaker with the solution in a cooler place. The next day, you will see little

crystals at the bottom of the beaker. Take the large crystals from the bottom. After that, filter the solution again. Hang up the selected crystal on a thread. Then put your crystal into the beaker. Filter the solution once or twice a week. And good luck!

Solutions of copper compounds may be toxic - wash your hands thoroughly.

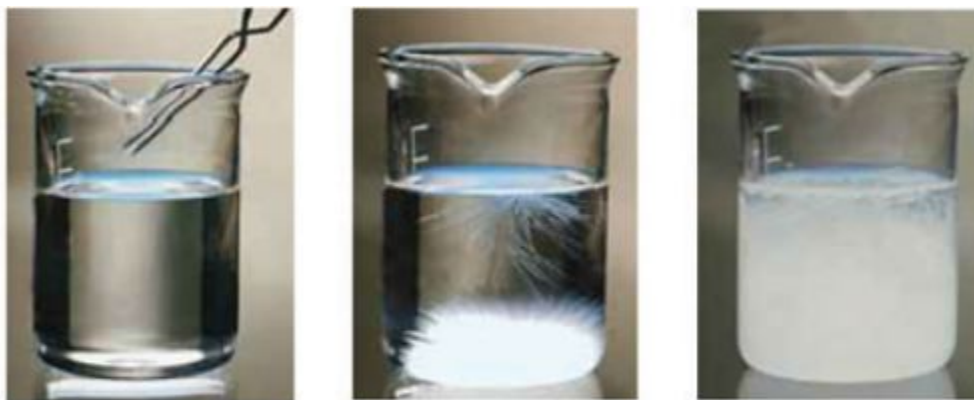


Crystals of copper sulfate

Supersaturated solutions

Перенасыщенный раствор - это раствор, в котором растворенного вещества содержится больше чем может раствориться при данной температуре. Например, растворимость ацетата натрия (CH_3COONa) 161 г на 100 г воды при 90°C . Если его насыщенный раствор охладить до температуры в 20°C , при которой растворимость составляет 123 г на 100 г воды, то общая масса раствора останется неизменной. Однако теперь в охлажденном

растворе будет содержаться избыток ацетата натрия ($161 \text{ г} - 123 \text{ г} = 38 \text{ г}$). Такой раствор является нестабильным и может кристаллизоваться при добавлении кристалла растворенного вещества.



When a small seed crystal of sodium acetate is added to this supersaturated solution, the excess salt quickly crystallizes

When a small seed crystal of sodium acetate is added to this supersaturated solution, the excess salt quickly crystallizes.



Honey is an example of a supersaturated solution



Heating of solutions

Factors affecting solubility

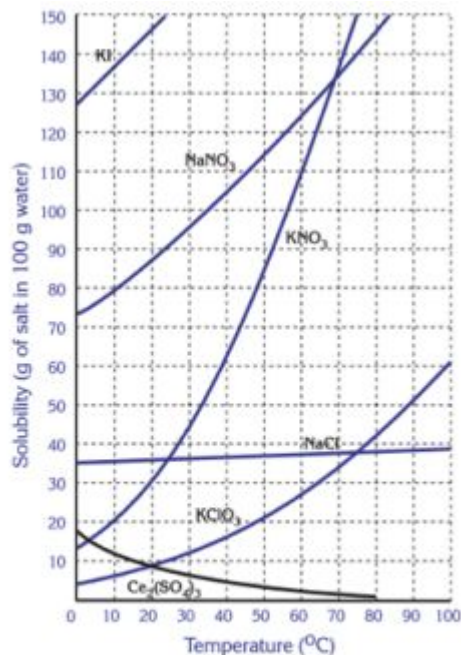
Растворимость веществ зависит не только от количества растворяемого вещества и растворителя. Также на растворимость влияют температура и давление. Хотя при

перемешивании и кажется, что растворимость увеличивается, оно не имеет никакого эффекта. Перемешивание только ускоряет растворение. Растворимость варьируется в зависимости от температуры. Растворимость твердых веществ чаще всего увеличивается при повышении температуры. Например, сахар больше растворяется в горячем кофе, чем в холодном.

Данная таблица показывает эффект температуры на растворимость сахара:

Temperature, °C	0	10	20	25	30	40	45	50
Solubility of sugar, g/100g of water	179	190	204	211	219	238	248	260

But gases, unlike solids, are more soluble in liquids at lower temperatures. As pressure increases, the solubilities of solids and liquids do not change much, but the solubilities of gases increase.



The solubilities of most solids increase as temperature increases

Terminology

- affecting factors – әсер етуші факторлар / влияющие факторы;
- to grow crystals – кристалл өсіру / выращивать кристаллы;
- to decide – шешім қабылдау / решать;
- pharmacy – дәріхана / аптека;
- gardening store – бау-бақша дүкені / магазин для садоводства;
- to desire – қалау / желать;
- patience – сабыр / терпение;
- to select – таңдау / выбрать;
- hang up – іліп қою / повесить;
- supersaturated – аса қаныққан / перенасыщенный;
- cooling – суыту / охлаждение;
- to remain – қалдыру / оставаться;
- seed crystal – кристалл өсіндісі / семя кристалла;

- to depend – байланысты болу/ зависеть;
- to rise – өсу / повышать;
- stirring – араластыру / перемешивание;
- thread – жіп / нить.

10.3 CALCULATIONS OF SOLUBILITY AND MASS PERCENTAGE OF SUBSTANCES

How can we calculate the mass of salt in a solution?

You will:

- calculate solubility of substances in 100 g of water by using evaporation method;
- calculate mass percentage of salts in solution.

Obtaining soluble substances

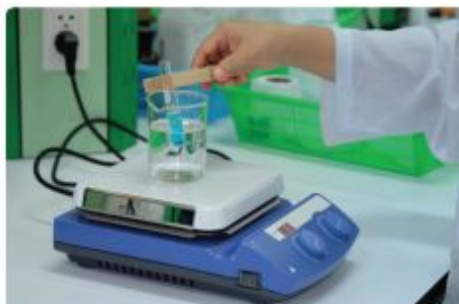
Растворимые вещества могут быть получены путем испарения воды из смеси.

Этот метод широко используется в промышленности.

- Налейте 100 мл дистиллированной воды в мерный стакан объемом 250 мл. Добавьте 45 г поваренной соли.
- Мешайте раствор до тех пор, пока соль не растворится.
- Поместите раствор на горелку и кипятите до получения кристаллизованной соли. Масса полученной соли должна составлять 45 г.



Colourful salt solutions



Water bath: heating of solution

Example 1

Растворимость иодида калия составляет 136 г на 100 г воды при температуре 10°C. Какая масса воды потребуется для растворения 200 г иодида калия при той же температуре?

Solution

Эту задачу можно решить используя простую пропорцию.

Если 136 г KI растворяется в 100 г воды,

тогда 200 г KI растворяется в X г воды.

$$X = 200 \cdot 100 / 136 = 147 \text{ г}$$

Ответ: 147 г воды необходимо для растворения 200 г иодида калия при температуре 10°C.

Percent concentration

Один из самых распространенных способов выражения концентрации раствора это массовая доля. Массовая доля

выражает массу растворенного вещества, присутствующего в определенной массе раствора. Для того, чтобы рассчитать массовую долю, надо разделить массу растворенного вещества на массу раствора и умножить на 100%.

$$\text{Mass percentage} = \frac{\text{mass of solute}}{\text{mass of solution}} \cdot 100\%$$

For example, let us prepare a solution by adding 20 g of table salt, NaCl, to 80 g of water. In this solution the mass of solute (table salt) is 20 g and the mass of solution (table salt and water) is 100 g (20 + 80 = 100g). The mass percent is,

$$\omega(\text{salt}) = \frac{20\text{g}}{20\text{g}+80\text{g}} \cdot 100\% = 20\%$$

Example 2

How many grams of glucose (C₆H₁₂O₆) must be dissolved in water to prepare 400 g of 15% solution by mass?

Solution

The mass percentage and the mass of the required solution are known. The mass of solute can be found by the following equation:

$$\text{Mass percent} = \frac{\text{mass(solute)}}{\text{mass(solution)}} \cdot 100\%$$

$$15\% = \frac{\text{mass (glucose)}}{400 \text{ g}} \cdot 100\% \quad \text{mass (glucose)} = \frac{400 \cdot 15\%}{100\%} = 60 \text{ g}$$

Practice work

№ 4. The effect of temperature on the solubility of solid substances

Mostly of solid substances are more soluble in hot water than in cold water. This experiment shows solubility of substances at different temperatures.

Materials:

potassium chloride KCl, distilled water, heating bath or burner, thermometer, stirring rod.

Procedure:

1. Prepare a beaker with 100 g of cold water (5-10°C).
2. Dissolve 45-50 g of potassium chloride in it. Observe the dissolution process.
3. Heat the beaker and stir the solution.
4. Check the temperature at which the salt will totally dissolve.

Observation and questions:

1. Compare approximately amount of dissolved salt with the solubility table.
2. How many grams of potassium chloride will be dissolved in 1 L of water at 50°C? ($d(\text{water})=1 \text{ g/ml}$)
3. Why are salts more soluble in hot water, than in cold water?

The solubility table of KCl

temperature , °C	mass, g
0	29
10	32
20	36
30	40
40	42.5
50	45
60	47.5
70	50
80	52
90	54
100	56

Literacy

1. A solution is prepared by mixing 350 g of water and 50 g of sugar. What is the percent concentration of sugar by mass in the solution?
2. How many grams of CuSO_4 must be dissolved in water to prepare 600 g of 25% solution by mass?
3. How many grams of potassium iodide can be dissolved in 400 g of water at 10°C ? (The solubility of KI at 10°C is given in the example 1)

Terminology

- mass percentage – массалық үлес / массовая доля;
- parameters – параметрлер (масса, көлем) / параметры;
- widely – кеңінен / широко;
- to stir – араластыру / перемешать;
- wire gauze – сым торша / проволочные сетки;

- recrystallization – қайта кристалдану / перекристаллизация;
- proportion – қатынас / пропорция;
- to multiply – көбейту / умножать.
- solubility – ерігіштік /растворимость.

10.4 MOLAR CONCENTRATION

What is the molarity of solution?

You will:

- calculate molar concentration (molarity) in a solution;
- prepare solutions with given mass percentage and molar concentration.

Molar concentration (Molarity)

Молярность - наиболее распространенная единица концентрации. Она используется в расчетах с объемами растворов. Молярность можно определить, как число молей растворенного вещества, растворенного на литр раствора. Символом молярности является C_M .

$$\text{Molarity} = \frac{\text{mole number}}{\text{volume of solution}} = \frac{\text{mol}}{L}$$

$$C_M = \frac{n}{V}$$

Единицей молярности является моль/л или М (читается как молярная концентрация). Раствор гидроксида натрия, который содержит 1 моль NaOH на литр раствора, имеет концентрацию 1 моль/л, которая также отображается как 1М. Более концентрированный 3М раствор гидроксида натрия содержит 3 моля NaOH на литр раствора.

Example

Образец воды из озера Балхаш содержит 5.2 г хлорида натрия (NaCl) в одном литре раствора. Рассчитайте молярную концентрацию хлорида натрия в данном образце.



The lake Balkhash, Kazakhstan

Solution

First, we must calculate the mole number of NaCl (solute).

The molar mass of sodium chloride is $M_r(\text{NaCl}) = 23 + 35.5 = 58.5 \text{ g/mol}$.

Thus, the mole number of sodium chloride becomes

$$n = m/M = 5.2/58.5 = 0.089 \text{ mol}$$

Now, the molarity of solution can be calculated:

$$C_M = n/V = 0.089/1 = 0.089 \approx 0.09 \text{ M}$$

The molar concentration of sodium chloride is approx. 0.09 M.

Literacy

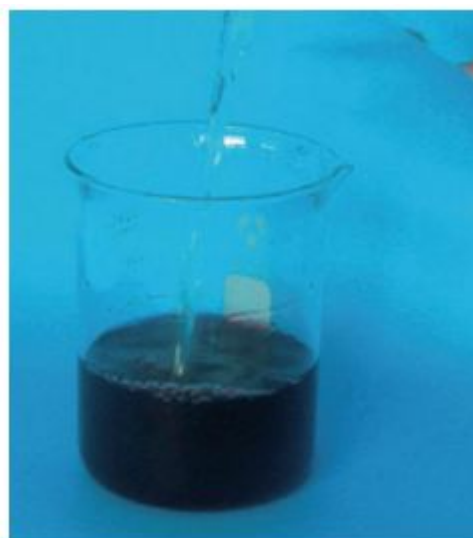
A 29.8 g sample of potassium chloride KCl is dissolved in enough water to obtain 100 ml of solution. What is the molar concentration of the resulting solution?

Preparation of solutions

1. Take some amount of a salt.
2. Then, weigh it and record the mass of this salt.
3. Then, place the salt into a flask.
4. Dissolve this salt in some amount of water and weigh the solution on a balance.
5. Record the result in the data table.



A concentrated fruit juice solution



Dilution process by adding water



A dilute fruit juice solution

Practice work

№ 5. Preparation of solutions with given a mass percentage and molar concentration

Materials:

iron (III) chloride FeCl_3 , sodium chloride NaCl , distilled water, conical flask (250 ml), scales.

Variant I

1. Put 50 g of iron (III) chloride FeCl_3 into a flask.
2. Add 150 g of distilled water.
3. Weigh the resulting solution.
4. Calculate mass percentage of obtained solution.

Variant II

1. Put 40 g of sodium chloride NaCl into a flask.
2. Add 160 ml of distilled water.
3. Weigh the resulting solution.
4. Calculate mass percentage of obtained solution.



Reflection

Reflection for the 3rd quarter

The most difficult topic for me was

The easiest topic for me was

Rate yourself on 10-point scale

1. I can help others
2. I need more practice
3. I need extra lessons

Terminology

- molar concentration – молярлық концентрация / молярная концентрация;
- mass percentage – массалық үлес / массовая доля;
- molarity – молярлық / молярность;
- volumetric – көлемдік / объемная;
- scale – таразы / весы;
- necessary – қажетті / необходимое;
- stoichiometry – стехиометрия / стехиометрия;
- shortened – қысқартылып / сокращенный;
- sample – үлгі / навеска;
- distilled water – дистильденген су / дистиллированная вода.

Problems: Solutions

1. Decide whether the following statements are true (T) or false (F):

- a) The solute in a solution is always solid.
- b) Solutions are the homogeneous mixtures.
- c) Main components of the solution are solvent and solute.
- d) Water is universal solvent.
- e) Chalk CaCO_3 is soluble in water.
- f) Most of the salts are soluble in water.

2. Complete the statements below. The missing words can be found in the word list below. There may be more words in the list than necessary.

Word list

solubility molarity solvent and solute unsaturated solution temperature solvent

- a) Main components of a solution are
- b) An is when there is too little solute in the solvent.
- c) is a measure of how much solute can dissolve in a solvent at a given temperature.
- d) is a substance that dissolves another substance.
- e) The unit of is mol/L.
- f) is the main affecting factor of solubility.

3. For each of the following solutions, identify the solvent and the solute:

- a) Water and salt
 - b) 100 ml of alcohol and 30 ml of water
 - c) 30 g of sugar and 100 ml of hot water.
4. When there is ice on the roads in winter, salt is added to the ice. Explain why it is done.
5. In three different beakers, there are solutions of table salt, table sugar, and acetic acid. How can you identify them without tasting?
6. Explain how temperature affects the solubility of carbon dioxide gas in soft drinks.
7. Explain why chemical compounds tend to dissolve more quickly in a hot solvent than in a cold solvent.
8. How can you make a supersaturated solution from a saturated solution?
9. How can you make an unsaturated solution from a saturated solution?
10. The solubility of table salt, NaCl is 37g/100g in water at 20°C. How many grams of table salt can be dissolved in 350 g of water at the same temperature?
11. In two different test tubes, there are two solids, sodium bicarbonate (baking soda) and sugar. How can you identify them?
12. The solubility of KCl is 40g/100g of water at 30°C. A solution is prepared by dissolving 65 g of KCl in 200 g of water at 30°C.

Is the prepared solution saturated?

If not, how many grams of KCl must be added to make the solution saturated?

13. The solubility of sugar is 204 g /100 g of water at 20°C. How many grams of sugar can be dissolved in 75 g of water at the same temperature?

- a) 75 g
- b) 200 g
- c) 153 g
- d) 45 g
- e) 88 g

14. Which one of the following substances is not a solution?

- a) sweet water
- b) salt water
- c) honey
- d) water vapour
- e) human blood

15. Which one of the following statements is wrong for solutions?

- a) They are impure substances
- b) They are homogeneous mixtures
- c) They have 2 components, solvent and solute
- d) In salt water, salt is the solute
- e) The solubility of substances is not affected by temperature.

16. Which of the given dissolve(s) in water?

- I. Wood
- II. Sugar
- III. Alcohol

- a) Only I
- b) Only II
- c) I and II
- d) II, III
- e) Only III

17. Which one of the following is more soluble in water?

- a) ethyl alcohol
- b) carbon dioxide
- c) oil
- d) table salt
- e) sugar

CHAPTER 11: INORGANIC COMPOUNDS

11.1 Oxides

How is acid rain formed?

You will:

- know and understand classification and properties of oxides.

Classifications of oxides.

Compounds of oxygen with other elements are called oxides. So, there are only 2 kinds of atoms in oxides. CO_2 , NO , CaO , H_2O and Fe_2O_3 are some examples of oxides.

Oxides are widely spread in nature. Water is an oxide of hydrogen. Silicon dioxide, SiO_2 , is the main component of sand. Carbon dioxide, CO_2 , is expelled by humans, animals and plants during respiration. Sulfur dioxide SO_2 and nitrogen oxides (NO , NO_2) are dangerous gases that pollute our atmosphere.



No life without water

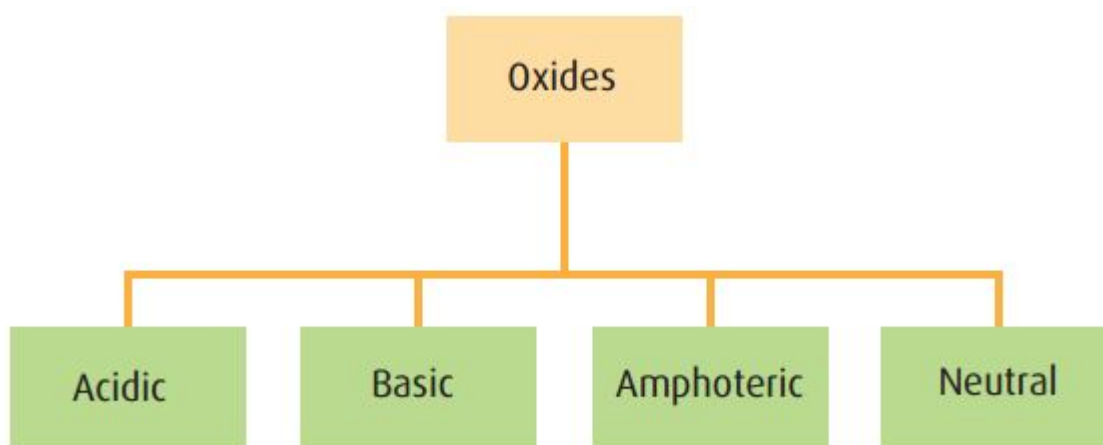


Sand is the most abundant substance



CO₂ extinguishes fire

Oxides can be classified into four different groups: basic, acidic, amphoteric and neutral.

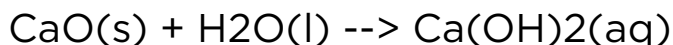
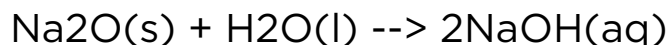


Basic oxides

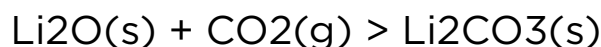
Most of the metal oxides are basic oxides. MgO, Na₂O and Li₂O are some examples of them. They react with water to

produce bases:

Basic oxide + Water → Base



Basic oxides react with acidic oxides to produce salts:



Acidic oxides

Acidic oxides react with water to form acids. Most of acidic oxides are oxides of nonmetals. SO_2 , P_2O_5 , NO_2 are examples of acidic oxides. They react with water in that way:

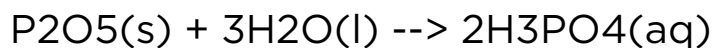
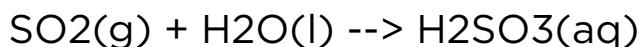


Air pollution from vehicle exhaust pipe on road (NO_2 , CO_2)

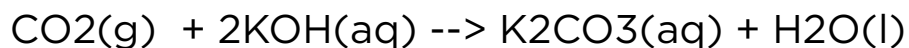


Match burning (SO_2 , P_2O_5)

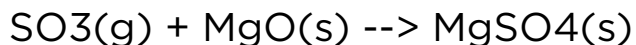
Acidic oxide + Water → Acid



Acidic oxides react with bases to produce salts and water:

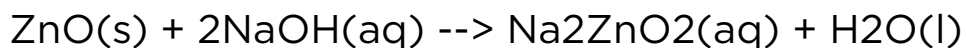
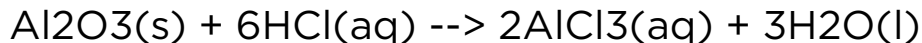


Acidic oxides react with basic oxides to produce salts:



Amphoteric oxides

Al, Zn, Sn, Pb, Cr, Be are amphoteric metals. The following oxides of these metals are also amphoteric: Al_2O_3 , ZnO , SnO , PbO , Cr_2O_3 , BeO . They react with both acids and bases to produce salts and water:



Neutral oxides

Neutral oxides NO , N_2O , CO are compounds which show neither basic nor acidic properties. They do not react with acids and bases.

Facts

Dinitrogen oxide is a colourless, nonflammable gas, with a pleasant, slightly sweet odour, taste. N_2O is used in surgery and dentistry for its anesthetic effects.



Lab work

№ 6. Изучение свойств оксидов

Введение:

Оксиды взаимодействуют с водой с образованием кислот или оснований. В данном эксперименте рассмотрим некоторые свойства основных оксидов.

Реактивы и оборудования:

оксид кальция CaO , вода, мерные стаканы, лакмусовая бумага.

Ход работы:

1. Налейте 100 мл воды в мерный стакан объемом 250 мл. Проверьте воду лакмусовой бумагой.
2. Добавьте 3-4 г оксида кальция CaO в воду. Перемешайте.
3. Проверьте полученный раствор лакмусовой бумагой.

Наблюдения и вопросы:

1. Напишите реакции взаимодействия оксидов с водой.
2. Объясните изменение цвета лакмусовой бумаги после реакции.





Terminology

- oxides – оксидтер / оксиды;
- spread – таралған / распределенный;
- sand – құм / песок;
- pollution – ластану / загрязнение;
- basic – негіздік / основной;
- acidic – қышқылдық / кислотный;
- amphoteric – екідайлы, амфотерлі / амфотерный;
- bases – негіздер (сілтілер) / основания (щелочи);
- acids – қышқылдар / кислоты;
- neither – ешқайсы / ни один из них.

11.2 ACIDS

What are the benefits of acids?

You will:

- know and understand classification and properties of acids.

Classification of acids

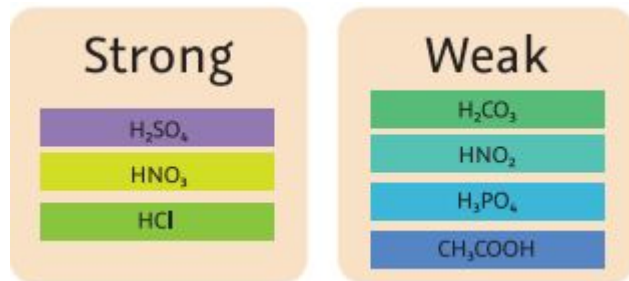
Acids are one of the most important classes of compounds in chemistry. They are so common that we face them every day. The sourness of lemonade, fizzy drinks and specific taste of vinegar all come from acids. Car batteries use sulfuric acid, and many cleaning materials contain hydrochloric acid. We eat lemons containing citric acid and drink coke containing carbonic and phosphoric acids.

Acids have a sour taste. Most acids are soluble in water. At normal conditions, many acids are liquid (HNO_3 , H_2SO_4), while some of them are solid (H_2SiO_3 , H_3PO_4). Some volatile acids (HCl , HNO_3) have a characteristic odour.

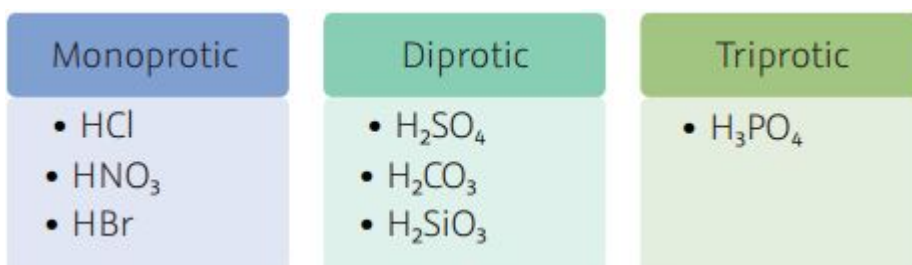
Acids are corrosive substances. Sulfuric acid, nitric acid and hydrochloric acid (H_2SO_4 , HNO_3 , HCl) are the most dangerous. They can corrode paper, wood, organic tissue.

Acids are often shown as HA , where H is hydrogen and A is the anion. So they are composed of H^+ cations and A-anions.

Acids can be classified according to strength: strong and weak.



According to the number of H^+ ions, acids are classified as monoprotic, diprotic and triprotic.



All fruits contain acids

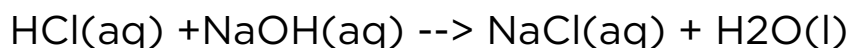
Chemical properties of acids

Кислоты являются химически активными веществами, поэтому они могут взаимодействовать со многими другими веществами. Некоторые кислоты распадаются на ионы в воде. Поэтому за счет образования этих ионов водные растворы кислот проводят электрический ток:

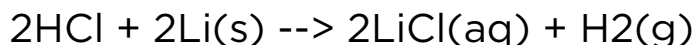
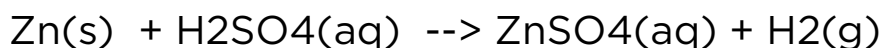


Растворы кислот изменяют цвета индикаторов (лакмусовая бумага в красный, метилоранж в красный, фенолфталеин обесцвечивается). Кислоты взаимодействуют с основаниями с образованием солей и воды. Эти реакции называются реакциями нейтрализации.

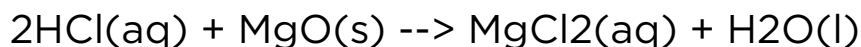
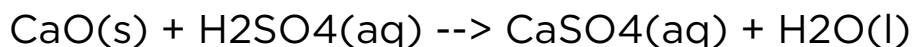
Acid + Base \square Salt + Water



Кислоты реагируют и дают реакции замещения с металлами, которые являются более реакционноспособными, чем водород:



Кислоты реагируют с основными оксидами:



Literacy

1. Tell three characteristic property of acids.
2. Explain the effect of acids on methyl orange and litmus paper.
3. Metals react with acids to give hydrogen gas and salts. Write the equations for the reactions of iron and lithium with sulfuric acid.
4. Which one of the fruits is the most acidic?
5. Carry out the following transformations:
 - $C \rightarrow CO_2 \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow K_2CO_3$
 - $S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4$

Facts

Gastric juice is a digestive fluid, formed in the stomach. It is composed of hydrochloric acid (HCl) potassium chloride (KCl), sodium chloride (NaCl) and different bacteria and enzymes.

Science in context

Acids which are used in daily life:

- H_2SO_4 - in car batteries;
- H_2SiO_3 - silicone glue;
- H_3PO_4 - against plant diseases, fungicide;
- CH_3COOH (vinegar) - food preparation.



Car battery



Sulfuric acid is one of the most important industrial chemical



Silicone glue

Lab work

№ 7. Properties of acids

Acids change the colours of indicators. They are corrosive. They react with metals, bases and some of the salts.

Materials:

1M sulfuric acid (H_2SO_4) solution, methylorange indicator, piece of chalk (CaCO_3), aluminium (Al) pieces.

Procedure:

1. Pour 20 ml of sulfuric acid solution into the beaker. Add a few drops of indicator. Observe colour change of solution.
2. Add 2-3 pieces of aluminium metal to the sulfuric acid solution.

3. Repeat procedure with adding 5 g of chalk into solution of sulfuric acid. Write your observations.

Observation & questions:

1. Write reactions of chalk and aluminium with sulfuric acid.
2. What is the colour of indicator before and after reaction?



Terminology

- benefit – пайда / выгода;
- acid – қышқыл / кислота;
- sour – қышқыл / кислый;
- fizzy drink – газды сусын / газовой напиток;
- specific taste – өзіне тән дәм / специфический вкус;
- vinegar – сірке суы / уксус;
- corrosive – күйдіргіш / разъедающий;
- irritant – тітіркендіргіш / раздражитель;
- silicon glue – силиконды желім / силиконовый клей;
- fungicide – фунгицид / фунгицид;
- neutralisation – бейтараптану / нейтрализация.

11.3 Bases

Why does soap feel slippery?

You will:

- know and understand classification and properties of bases.

Classification of bases

Bases are substances known as the “opposite” of acids.

Like acids, bases must be used carefully, especially the strong ones, because they are corrosive and can damage skin and destroy the texture of substances.

Bases have a bitter taste. They give a slippery feeling.

Bases consist of metal cations and hydroxide anions, OH⁻.

Cleaning materials generally contain bases. Ammonia NH₃ solutions are used widely as household cleaners and detergents. Sodium hydroxide NaOH and potassium hydroxide KOH are used in the production of soap. In medicine, some bases are used to prepare antacid tablets.

Water soluble bases are called alkalis and they give OH⁻ ions when they are dissolved in water. Most alkalis are in a solid state.



Antacid tablets



Solid soap



Cleaning materials

Bases can be classified according to strength as strong and weak.

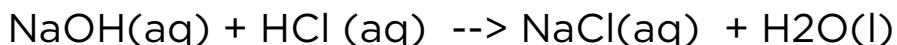
Strong	Weak
NaOH	Fe(OH) ₂
KOH	Cu(OH) ₂
LiOH	Mg(OH) ₂
Ba(OH) ₂	NH ₃ ·H ₂ O
Ca(OH) ₂	Ni(OH) ₂

Chemical properties of bases

The chemical properties of bases change according to their water solubilities. Alkalis are soluble in water, so they change the colour of indicators (litmus paper to blue, methylorange to yellow, phenolphthalein to pink).

The bases most common reactions of are with acids. Bases react with acids to give salts and water (neutralisation reaction).

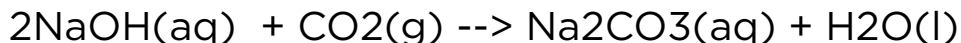
Base + Acid --> Salt + Water



Water insoluble bases decompose by heating to give metal oxides and water:



Bases react with acidic oxides to give salts or salts and water:



Literacy

1. What are the differences between alkalis and other bases?
2. Write the equations for the ionisation of NaOH, Ba(OH)₂ and Ca(OH)₂.
3. How do bases affect litmus paper and phenolphthalein indicators?
4. Calculate the mass of salt that can be obtained from the reaction of 80g of sodium hydroxide with an excess amount of nitric acid.
5. A base contains 29.17% metal, 66.67% oxygen and 4.16% hydrogen by mass. Find this metal.
6. Why do soluble bases (alkalis) change the colour of indicators while insoluble ones do not? Explain.

Facts

Swimming pool pH is generally kept at a level that is slightly basic, from 7.2 to 7.8. This range of pH is more natural to the human body and helps to keep the pool water clean through chlorination.

Science in context

Uses some bases

- Sodium hydroxide NaOH is used widely in industry, for example in the production of many chemicals, silk, soap, paper, textiles, dyes and detergents.
- Potassium hydroxide KOH is used in industry to produce soft soap and fertilisers.
- Magnesium hydroxide $\text{Mg}(\text{OH})_2$ is used in a production of antacid tablets.

While calcium hydroxide $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (white powder) is used in the production of cement.



Ammonia is used for production of fertilizers. Man is fertilizing a soil

Lab work

№ 8. Изучение свойств оснований

Реактивы и оборудование:

1М раствор гидроксида натрия NaOH, 1М раствор соляной кислоты HCl, раствор индикатора фенолфталеина, стакан.

Ход работы:

1. Налейте 30-40 мл раствора гидроксида натрия в мерный стакан. Добавьте несколько капель индикатора. Наблюдайте за изменением цвета.
2. Добавьте 30-40 мл раствора соляной кислоты к раствору гидроксида натрия. Наблюдайте за изменением цвета.
3. Повторите эксперимент, начиная с раствора соляной кислоты с последующим добавлением индикатора и раствора щелочи. Наблюдайте за изменениями цвета.

Наблюдения и вопросы:

1. Напишите уравнение реакции взаимодействия NaOH с HCl.
2. Объясните изменения цвета в ходе эксперимента.
3. В какие цвета окрасится лакмусовая бумажка в этих растворах?



Terminology

- bases – негіздер / основания;
- slippery – тайғанақ / скользкий;
- opposite – қарама-қарсы / противоположный;
- bitter taste – ащы дәм / горький вкус;
- detergent – жуғыш ұнтақ / моющее средство;
- soap – сабын / мыло;
- antacid tablets – жоғары қышқылдыққа қарсы дәрі / таблетки от повышенной кислотности;
- alkalis – сілті / щелочь;
- silk – жібек / шелк;
- cement – цемент / цемент;
- dye – бояу / краска;
- fertilizer – тыңайтқыш / удобрение;
- litmus – лакмус / лакмус;
- hydroxide – гидроксид / гидроксид.

11.4 SALTS

Why can't we drink sea water?

You will:

- know and apply the preparation methods of salts;
- know and understand classification and properties of salts.

Salts and preparation methods

Соли являются кристаллическими твердыми веществами. Они имеют ионную структуру, и их температуры плавления и кипения являются высокими. Соли могут иметь разные цвета, например, белый – карбонат натрия, зеленый - хлорид меди (II), фиолетовый - хлорид кобальта (II), желтый - иодид свинца (II), черный - сульфид ртути (II) и т.д.



Colourful salts



Worker at salt extraction



Copper sulfate crystal

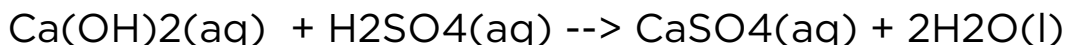
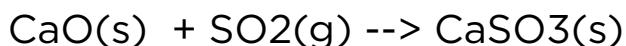


Silver nitrate AgNO_3 is used as an antiseptic

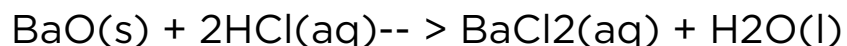


White alum stone $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ is used in a paper industry

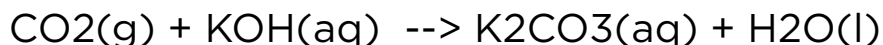
1. Продуктом взаимодействия кислотного оксида (кислоты) и основного оксида (основания) является соль (соль и вода):



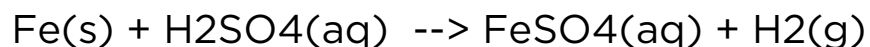
2. Основные оксиды взаимодействуют с кислотами с образованием солей и воды:



3. Acidic oxides also react with bases to produce salts and water:

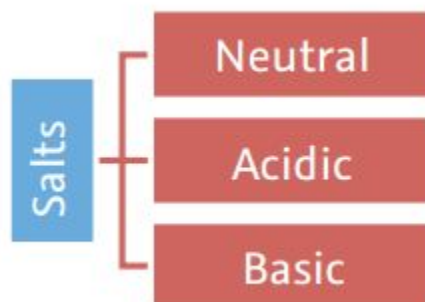


4. При взаимодействии активных металлов и металлов средней активности с кислотами образуются соль и водород:



Classification of salts

When salts are dissolved in water, they can show neutral, acidic or basic properties.



Neutral salts.

These are formed by the reactions of strong acids and strong bases. Aqueous solutions of neutral salts do not show acidic or basic properties.

Strong acids	Strong bases	Neutral salts + water
HCl	NaOH	NaCl + H ₂ O
H ₂ SO ₄	Ca(OH) ₂	CaSO ₄ + H ₂ O
HBr	KOH	KBr + H ₂ O

Acidic salts.

Acidic salts are formed by the reaction of strong acids with weak bases. They have acidic properties. Some salts that contain H^+ in their structure, like $NaHSO_4$, are also acidic because when they ionise in water, they give H^+ ions to the media.

Strong acids	Weak bases	Acidic salts + water
HCl	$Fe(OH)_2$	$FeCl_2 + H_2O$
H_2SO_4	$NaOH$	$NaHSO_4 + H_2O$
HBr	$Mg(OH)_2$	$MgBr_2 + H_2O$

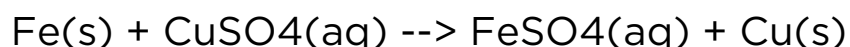
Basic salts.

Basic salts are produced from the reactions of weak acids with strong bases. They have basic properties. Salts that produce OH^- ions in water, such as $MgOHCl$, are also basic.

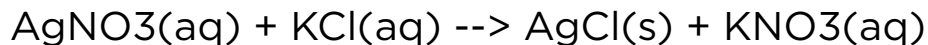
Weak acids	Strong bases	Basic salts + water
H_2SO_3	$NaOH$	$Na_2SO_3 + H_2O$
H_2CO_3	$Ca(OH)_2$	$CaCO_3 + H_2O$
HCl	$Mg(OH)_2$	$MgOHCl + H_2O$

Chemical properties of salts

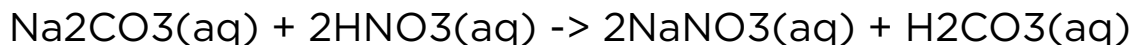
1. Iron metal can displace copper metal from its salt solution, so one more active metal can displace another one from its salt:



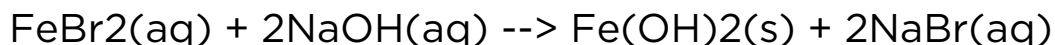
2. A water-soluble salt can react with another water-soluble salt, at least one of the products should be insoluble in water:



3. Salts react with acids to give weak acids:



4. Acidic salts react with bases to give insoluble bases:



Literacy

1. Which salt is used for baking cookies?
2. What types of salts do you use at home?
3. Calculate the mass of salt that is produced from the reaction of 96 g of magnesium with an excess hydrochloric acid.
4. Classify the following salts as either acidic, basic or neutral: NaCl, Na₂SO₃, BaOHCl, MgSO₄, NH₄Br, Na₂CO₃ and LiHSO₄.
5. Write chemical equations to show how the products can be obtained from the reactants:
 - a. Sodium chloride → Sodium nitrate
 - b. Aluminium nitrate → Aluminium hydroxide.

Terminology

- violet – күлгін / фиолетовый;
- insoluble bases – ерімейтін негіздер / нерастворимые основания;
- soluble salts – еритін тұздар / растворимые соли;
- strong acid – күшті қышқыл / сильная кислота;
- weak base – әлсіз негіз / слабое основание;
- preparation – алу / получение;
- different colour – түрлі түсті / разные цвета;

- to extraction - бөліп алу / извлечение;
- ionize - иондану / ионизация.

11.5 GENETIC RELATIONSHIP BETWEEN INORGANIC COMPOUNDS

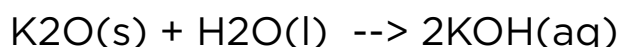
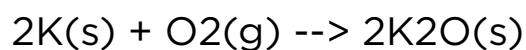
What is the relation between salts, acids and bases?

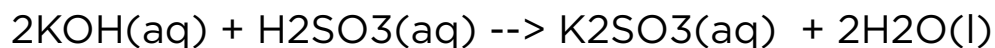
You will:

- classify inorganic compounds by its composition and properties;
- explore in practice the genetic relationship between inorganic compounds.

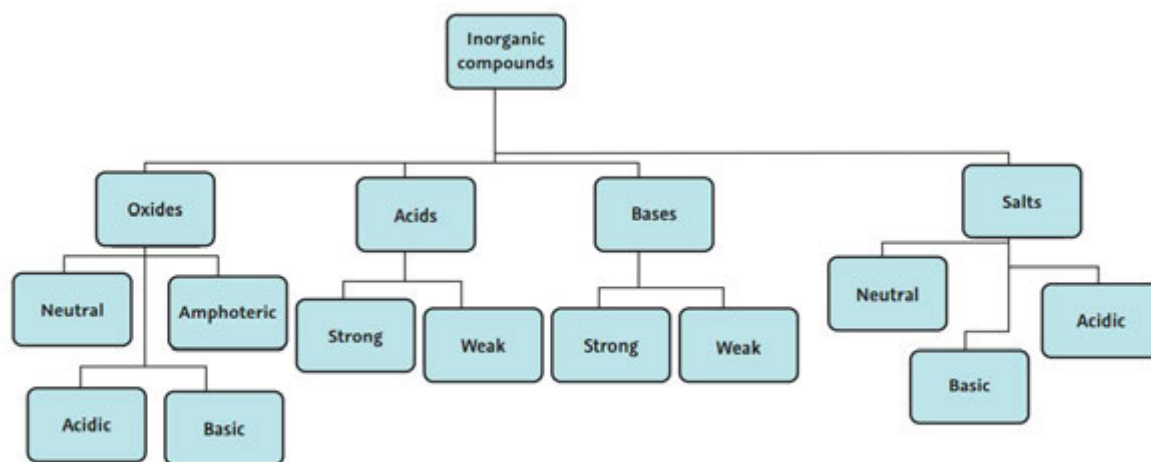
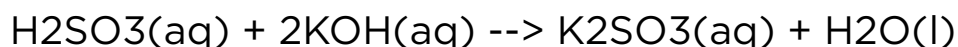
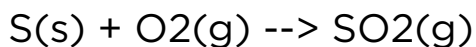
From our last topics, you have learned about chemical properties of oxides, acids, bases and salts. Oxides can be produced if metals or nonmetals react with oxygen. Acids can be produced when acidic oxides react with water. Water reacts with basic oxides to produce bases. And salts can be produced from reactions of acids with bases, acidic oxides with bases, basic oxides with acids, etc. The genetic relationship between inorganic compounds is given below:

For example, genetic series of potassium K metal:





Genetic series of sulfur S nonmetal:



Classification of inorganic compounds

Literacy

1. What are the main types of inorganic compounds? Give two examples for each type.
2. Write balanced equations for the following chemical schemes:
 - $\text{Mg} \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MgCl}_2$
 - $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$

- $\text{Li} \rightarrow \text{Li}_2\text{O} \rightarrow \text{LiOH} \rightarrow \text{LiNO}_3$
- 3. Classify the following salts as acidic, basic or neutral:
 - NaBr , K_2SO_4 , KHCO_3 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, FeS , FeCO_3 , ZnSO_3 , MgOHBr , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, KI , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.
- 4. Classify the following oxides: K_2O , CaO , NO_2 , P_2O_5 , H_2O , SO_2 , ZnO , SiO_2 , SO_3 , N_2O , TiO_2 .
- 5. Write the equations for the reactions of the following oxides with water: SO_2 , N_2O_5 , K_2O , CaO .
- 6. Explain the formation of acidic, basic and neutral salts. Give two examples of each.

Facts

Acid rain

Acid rain is the rain or any other form of precipitation that is usually acidic. It has harmful effects on plants, aquatic animals and buildings. Acid rain is mostly caused by human emissions of sulfur and nitrogen oxides which react in the atmosphere to produce acids.



Science in context

Павлодар қаласында "Павлодар каустик зауыты" орналасқан. Бұл зауытта ас тұзынан NaCl натрий гидроксидін NaOH , натрий гипохлоритін NaClO , тұз қышқылын HCl және хлор газын Cl_2 өндіреді. NaOH су

кұбырларын тазалауда, ал NaClO ағартушы құрал ретінде қолданылады.

Lab work

№ 9. Получение и свойства солей

При смешивании растворов двух растворимых соединений (соль + соль или соль + щелочь) могут образоваться нерастворимые твердые вещества

Реактивы и оборудование:

1М раствор карбоната натрия Na_2CO_3 , 1М раствор гидроксида кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$, коническая колба, фильтровальная бумага.

Ход работы:

1. Слейте 30 мл раствора карбоната натрия.
2. Добавьте 30 мл раствора гидроксида кальция в коническую колбу и перемешайте.
3. Отфильтруйте получившийся раствор.
4. Соберите полученный карбонат кальция с фильтровальной бумаги, высушите и взвесьте массу.

Наблюдение и вопросы:

1. Составьте уравнения реакций проходящих в этой лабораторной работе.
2. Какого цвета карбонат кальция?
3. Найдите массу карбоната кальция.

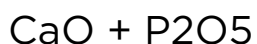
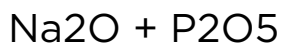
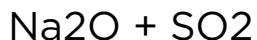
Terminology

- genetic relationship – генетикалық байланыс / генетическая связь;
- genetic series – генетикалық қатар / генетический ряд;
- factory – зауыт / завод;
- classification – жіктелу / классификация;
- inorganic compounds – бейорганикалық қосылыстар / неорганические соединения.

Problems: Inorganic compounds

1. What are the main types of inorganic compounds? Give two examples for each.
2. Give 3 common properties of bases.
3. What are the differences between strong and weak acids? Give three examples of each group.
4. Match the following compounds:

Acid, Base, Oxide, Salt
 1. H₂SO₄
 2. H₂O
 3. H₃PO₄
 4. NaOH
 5. CaCO₃
 6. K₂O
 7. LiOH
 8. KH₂PO₄
5. Complete and balance the reactions below:
 - a) NaOH(aq) + HNO₃(aq) -->
 - b) Ca(OH)₂(aq) + H₂SO₄(aq) -->
6. What is a neutralisation reaction? Give two examples of such reaction.
7. Write differences between acids and bases.
8. Write products of the reactions of the following oxides:



9. For the solution of a strong acid

I. It has a sour taste

II. It contains more OH^- ions than H^+ ions

III. When it reacts with Ca, H_2 is produced.

Which of the above is (are) always correct?

a) I only

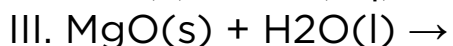
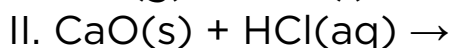
b) II only

c) I and III

d) II and III

e) I, II and III

10. Which of these reactions do occur to produce salt(s)?



a) I and II

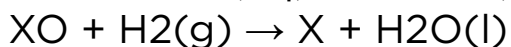
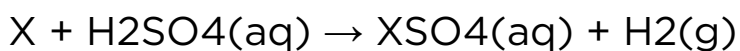
b) II only

c) II and III

d) I, II and III

e) I only

11. Two of the reactions of element X is given below. Which element can be X?



- a) S
- b) Fe
- c) Na
- d) Al
- e) Li

12. Which option gives the correct classification of these oxides?

I. Na_2O II. NO III. Al_2O_3

- a) Basic Acidic Amphoteric
- b) Acidic Basic Basic
- c) Amphoteric Basic Neutral
- d) Neutral Acidic Basic
- e) Basic Neutral Amphoteric

13. Complete and balance the reactions below:

- a) $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{HBr}(\text{aq}) \rightarrow$
- b) $\text{CuSO}_4(\text{aq}) + \text{Al}(\text{s}) \rightarrow$

14. Write preparation reactions of CuSO_4 , KCl , Na_2CO_3 salts.

15. Suggest the usage of following salts in daily life:

- sodium bicarbonate NaHCO_3
- Copper sulfate $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- Potassium permanganate KMnO_4
- Sodium chloride NaCl
- Ammonium nitrate NH_4NO_3

CHAPTER 12: Carbon and its compounds

12.1 CARBON

Why is graphite not as hard as diamond?

You will:

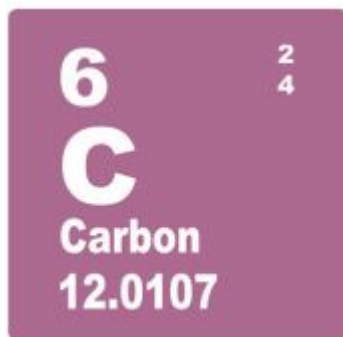
- know forms and minerals, ores of carbon in nature;
- know the difference between forms of carbon;
- how carbon is used in the nanocarbon materials.

General properties

Carbon is one of the most well-known elements in the world. Carbon, the lightest member of the group number 14 (IV), is a nonmetal. In the group, atomic radius and metallic properties increase from top to bottom.

Carbon has an atomic number of 6 and its electron arrangement is 2) 4). It means that carbon has got 4 valence electrons and able to make four bonds with other elements. Carbon has three natural isotopes. Their abundances are given below:

^{12}C : 98.9%, ^{13}C : 1.1% and ^{14}C : trace amounts. ^{12}C and ^{13}C are stable isotopes of carbon whereas the ^{14}C isotope is radioactive.



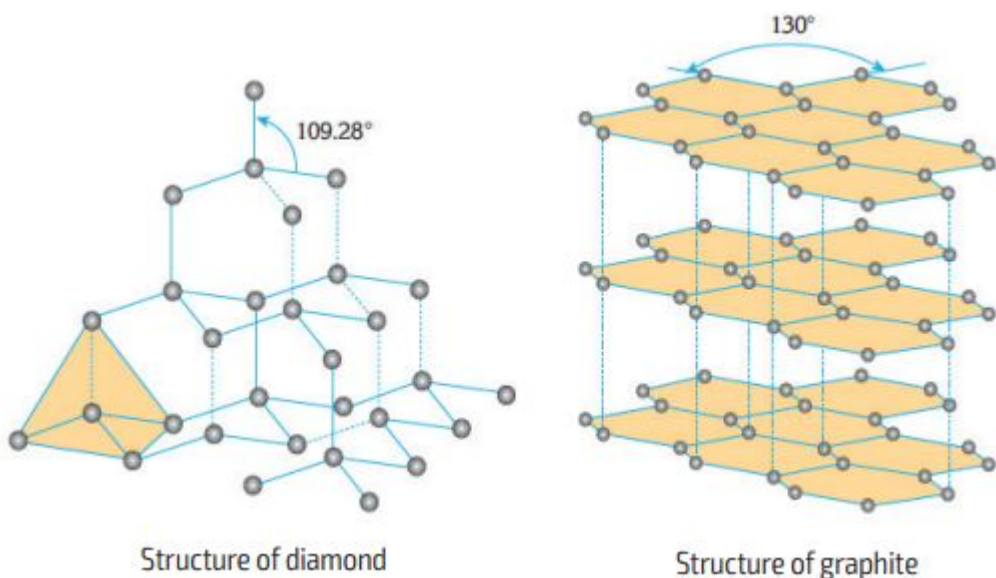
Carbon element



Carbon is essential for living organisms

There is a big number of carbon compounds. Carbon is the basic element of living organisms. In our daily life, it is found as petroleum and its products. For that reason, carbon chemistry has become a special branch of chemistry called organic chemistry. However, in this chapter, we will study only the inorganic compounds of carbon.

Carbon has two allotropes of major importance in daily life. They are graphite and diamond.



	
DIAMOND	GRAPHITE
<ul style="list-style-type: none"> - the hardest substance in nature - nonconductor - used as an abrasive - transparent 	<ul style="list-style-type: none"> - soft - good conductor - used as a lubricant - dark grey, black

Graphite

The different types of bonds between the atoms of carbon cause the differences in physical properties of these two allotropes. Graphite is a soft, dark grey or black solid with a shiny metallic colour. It is an excellent conductor of electricity, so it is used as electrodes in dry cells. In pencils, a graphite and clay mixture is used. Graphite crystals have a layered structure formed by hexagonal carbon cycles. These layers slide over each other easily because they are bonded to each other with weak bonds shown in a figure above. Because of this, graphite conducts heat and electricity. In comparison to diamond, carbon has lower melting and boiling points.

Diamond

Diamond is formed naturally by the transformation of graphite exposed to high underground pressure over millions of years. Pure diamond is a transparent solid.

Each carbon atom in the structure of diamond is bonded with strong bonds to 4 neighbour carbon atoms in the shape of a tetrahedron. For these reasons, diamond is the hardest

natural mineral and has a high melting point (3500oC) and boiling point (4850oC). It does not conduct electricity and tends to change into graphite which is more stable.

Искусственный алмаз получают путем изменения кристаллической структуры графита под высоким давлением и температурой. Такой алмаз не имеет значения как драгоценность. Из-за своей твердости он используется для резки твердых материалов в промышленности.

В дополнение к этим аллотропам, углерод естественно встречается в формах угля, кокса, угля и сажи, но они не находятся в кристаллических формах. Это аморфные твердые тела с широкими поверхностями.

There are also two more allotropic forms of carbon. They are amorphous carbon and fullerene, which molecule is look like a soccer-ball.

Facts

Carborundum (SiC) is a compound of silicon and carbon which is nearly as hard as diamond.



Activity

1. Существует четыре различных нанокремниевых материала. Это фуллерены, кремниевые нанотрубки, графен и нанокремниевые алмазы. Ваша группа может выбрать любую тему из указанного списка. Подготовьте плакат с информацией об использовании выбранного материала. Информацию об этих нанокремниевых материалах можно получить в Интернете или у вашего учителя.

2. Search what is diamond and graphite molecule look like. Try to make its model using paper.

Literacy

Study how is the age of archaeological artefacts being determined. Which method is often used to find the age?

Terminology

- carbon - көміртегі / углерод;
- transparent - мөлдір / прозрачный;
- nanocarbon - нанокөміртегі / нанокремниевый;
- organic - органикалық / органическая;
- diamond - алмаз / алмаз;
- graphite - графит / графит;
- to comparison - салыстыру / сравнение;
- underground - жерасты / подземный;
- charcoal - ағаш көмірі / древесный уголь;
- artifacts - көне бұйымдар / артефакты.

12.2 PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF CARBON

What is the difference between active carbon and graphite?

You will:

- know physical and chemical properties of carbon.

Physical properties

Углерод имеет кристаллическую решетчатую структуру. Между его атомами существуют сильные ковалентные связи. Из-за этих прочных связей углерод имеет самые высокие температуры плавления и кипения в группе 14 (IV). Температура плавления и кипения углерода составляет 3527°C и 4027°C . Плотность составляет 2.3 г/см^3 .



Natural wood charcoal



Charcoal fire

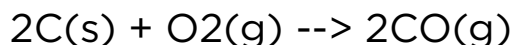
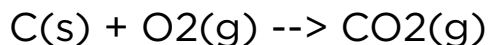


Metal carbides are the hardest and most brittle of the drill bit materials

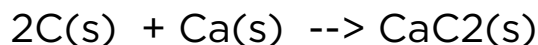
Chemical properties

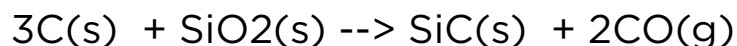
Углерод - неметалл с атомным номером 6, принимает степени окисления между -4 и +4.

1. Графит легко горит, тогда как алмаз практически невозможно сжечь. Продуктом горения при низкой температуре и избытке кислорода является углекислый газ. При высокой температуре и недостатке кислорода образуется угарный газ:



2. Углерод образует карбиды при взаимодействии с элементами или их оксидами при высоких температурах:

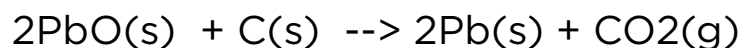




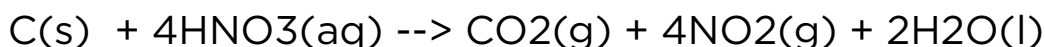
3. Carbon reacts with water steam at very high temperature to give “water gas” (a mixture of CO and H₂ gases):



4. Reduction of metals at about 6000C:

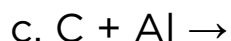
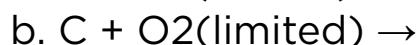


5. Oxidation reaction:



Literacy

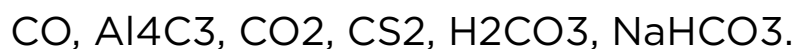
1. Complete the following equations and balance them:



2. What is the mass of a 1 L mixture of CO - CO Facts 2 at STP if the volume percentage of CO is 30%?

3. Write the common compounds of carbon.

4. What is the oxidation state of carbon in each of the following compounds?



5. 24 g of carbon is reacted with sand SiO_2 . How many litres of CO gas can be obtained?

Facts

Diamond is used in jewellery and in cutting systems to cut hard substances such as steel.

Science in context

Active carbon is used in gas masks to absorb pollutants and poisonous gases in the air. It can absorb substances in liquid or gas solutions. Other uses of active carbons a distillation of water, bleaching of sugar solutions, and in ventilation systems to control the odour of the medium. In daily life, active carbon is also used in printers and photocopy machines as a toner.



Gas mask



Photocopy machine

Practice work

№ 6. Chemical and physical properties of carbon

Materials:

active carbon (10 tablets), water, 2 beakers (250 ml), dyes, batteries 9 V, crocodile clips wires, carbon graphite rods.

Variant I

1. Write reactions of carbon with oxygen, chlorine and calcium.
2. Take graphite rod. Connect it to the battery by using crocodile clips wires. Graphite conduct electricity. Why?

Variant II

1. Write reactions of carbon with water, fluorine and sodium.
2. Take 2 beakers. Pour 100 ml of water into the beakers. Dissolve some dye in the first beaker. Then mix active carbon with dye solution. After 10 minute dye solution will loses its colour. Why?



Terminology

- active carbon - белсендірілген көмір / активированный уголь;
- lattice - тор / решетка;
- “water-gas” - “синтез газ” / “водяной газ”;
- to drill - бұрғылау / бурить;

- ventilation - желдету / вентиляция;
- photocopy machine - көшіру аппараты / копировальный аппарат;
- resistance - қарсылық / сопротивление;
- cutting - кесу / резка.

12.3 OXIDES OF CARBON

Carbon monoxide and carbon dioxide are made up of the same atoms but why is one very toxic while the other one is not?

You will:

- know how carbon oxides form;
- prepare carbon dioxide and study its properties;
- know the carbon cycle.

У углерода есть два основных оксида: монооксид углерода и диоксид углерода.

Carbon monoxide, CO

Монооксид углерода (угарный газ) можно обнаружить в атмосфере в незначительном количестве. Это ядовитый газ без запаха и цвета. Он легче воздуха и слабо растворяется в воде. Выхлопные газы автомобилей и горение разных видов топлива вызывают увеличение концентрации монооксида углерода в воздухе.



Combustion fumes of car exhaust pipe

Carbon dioxide, CO₂

Диоксид углерода (углекислый газ) содержится в атмосфере в количестве около 0,04% по объему. Это неядовитый газ без цвета и запаха. Примерно в 1,5 раза тяжелее воздуха. CO₂ хорошо растворим в воде. Он затвердевает при -78°C с образованием сухого льда.



CO₂ molecule



Dry ice in water

Preparation

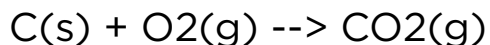
1. CO₂ is produced when limestone is heated to make quicklime:



2. Reactions of carbonate salts with acids:



3. In a coal fire, the main reaction is:



But at high temperature and limited amount of oxygen, the burning product is carbon monoxide:

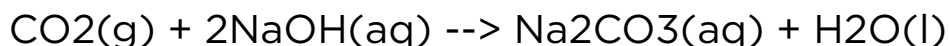
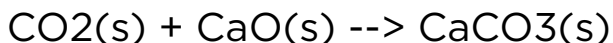


Chemical properties

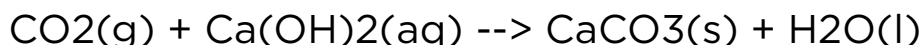
1. Carbon dioxide is an acidic oxide. When it is dissolved in water, it forms carbonic acid, which is unstable:



2. It reacts with basic oxides and bases:

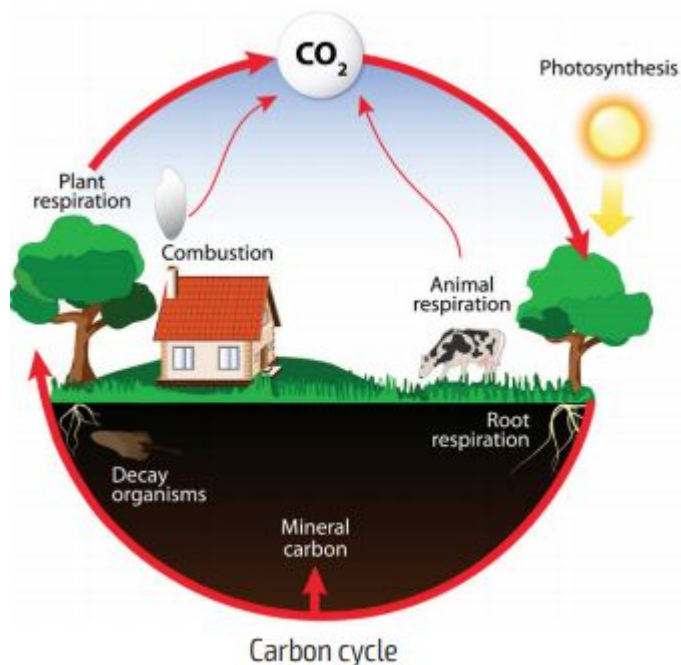


We can detect the existence of carbon dioxide with limewater, $\text{Ca}(\text{OH})_2$. When carbon dioxide is passed into a solution of limewater, colourless limewater solution gives a milky white precipitate of calcium carbonate:



Carbon cycle

Carbon dioxide is a vital part of the carbon cycle. The carbon cycle shows how carbon is moved from place to place around the earth. Look at the cycle below.



Facts

Carbon monoxide is a poisonous gas, causing death in atmospheric concentrations as low as 0.5%. If carbon monoxide is inhaled, it combines in the lungs with the haemoglobin and changes it into carboxyhaemoglobin that cannot carry oxygen. If excess CO is inhaled, it may cause death. In cases of CO poisoning, medical experts advise that the patient should be removed to fresh air as quickly as possible.



Carbon monoxide is extremely poisonous

Practice work

№ 7. Preparation and properties of carbon dioxide gas

Materials:

calcium carbonate (or chalk), sodium bicarbonate NaHCO_3 , hydrochloric acid, acetic acid (vinegar), test tubes, calcium hydroxide solution (limewater).

Variant I

1. By using calcium carbonate (chalk) and hydrochloric acid, you will produce CO_2 gas.
2. Write reactions of CO_2 with water and with lime water Ca(OH)_2 .

Variant II

1. By using sodium bicarbonate NaHCO_3 and acetic acid (vinegar), you will produce CO_2 gas.
2. Calculate the relative density of CO_2 by air. How many times is CO_2 heavier than air?



Literacy

1. How to detect CO_2 in laboratory?

2. Do electric cars produce carbon monoxide?
3. Write all reactions for each step of given schema:
 1. $C \rightarrow CO_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CO_2$
4. There are 24 grams of carbon in the structure of 88 grams of unknown carbon oxide. What is the simplest formula of this compound?
5. If 2.8 g of CO and O₂ are mixed and reacted to give CO₂. How many grams of CO₂ can be produced?

Terminology

- trace amount - өте аз / малое количество;
- exhaust - пайдаланылған газ / выхлопные газы;
- poisonous - улы / ядовитые;
- fume - түтін / дым;
- pipe - құбыр / труба;
- chimney - мұржа / дымовая труба;
- to inhale - жұту / вдыхать;
- vital - өмірлік маңызды / жизненно важно;
- to advise - кеңес беру / советовать;
- dry ice - құрғақ мұз / сухой лед;
- limestone - әктас / известняк;
- quicklime - сөндірілмеген әк / негашеная известь;
- to detect - анықтау / обнаруживать;
- limewater - сөндірілген әк / гашеная известь.

Problems: Carbon

1. Fill in the gaps for the carbon:
 - a) Allotropes of carbon are _____ , _____ , _____ and _____.
 - b) Oxidation states of carbon _____.
 - c) All allotropes are found in _____ state at 25oC.
2. Compare the properties of diamond and graphite.
3. Why does graphite conduct electricity whereas diamond doesn't? Explain.
4. Write electron configuration of carbon.
5. Where can be carbon found in nature?
6. Write the common compounds of carbon.
7. CO or CO₂? Identify them:
 - a) $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \dots\dots\dots$
 - b) $\text{C} + \text{O}_2(\text{limit}) \rightarrow \dots\dots\dots$
 - c) Used in photosynthesis process
 - d) Toxic gas:
 - e) reacts with water to give carbonic acid
 - f) Good reducing agent
 - g) Chemical formula of "dry ice".....
8. Which events in daily life cause the formation of CO₂?
9. Which one of the following is not carbon allotrope?

- a) Graphite
- b) Diamond
- c) Ozone
- d) Carbon nanotubes
- e) Fullerene

10. Which one(s) of the following is/are correct?

- I. Carbon is a nonmetal.
- II. Diamond is very soft mineral.
- III. CO is toxic gas.

- a) I only
- b) II only
- c) I and II
- d) I and III
- e) I, II and III

11. What is the correct way to show the configuration of valence electrons of carbon?

- a) $2s^2 2p^2$
- b) $2s^2 2p^3$
- c) $3s^2 3p^2$
- d) $2s^2 2p^4$
- e) $2s^2 2p^1$

12. What is the colour of carbon element (coke)?

- a) Red
- b) Black
- c) White
- d) Green
- e) Blue

13. Which one of the following is incorrect?

- a) Diamond is more expensive than graphite
- b) Carbon is used as a fuel
- c) Printers use carbon compounds
- d) Carbon burns in oxygen
- e) Carbonic acid is very strong acid

14. Which of the following names is/are incorrect?

- I. CO(g) - Carbon monoxide
- II. CO₂(g) - Carbon dioxide
- III. CO₂(s) - Dry ice

- a) I and II
- b) III and IV
- c) I, II and III
- d) I, II and IV
- e) None of them

CHAPTER 13: WATER IS A BASIS OF LIFE

13.1 UNIQUE PROPERTIES OF WATER

Why is only 10% of an iceberg above the surface of the water?

You will:

- know that boiling point can show the purity of water;
- know unique properties of water and importance for the life.

Вода - это самый распространенный и важный оксид в природе. Вода является единственным веществом, встречающимся на Земле во всех трех агрегатных состояниях: твердом (на северном и южном полюсах, в ледниках), жидком и газообразном (водяной пар в атмосфере).

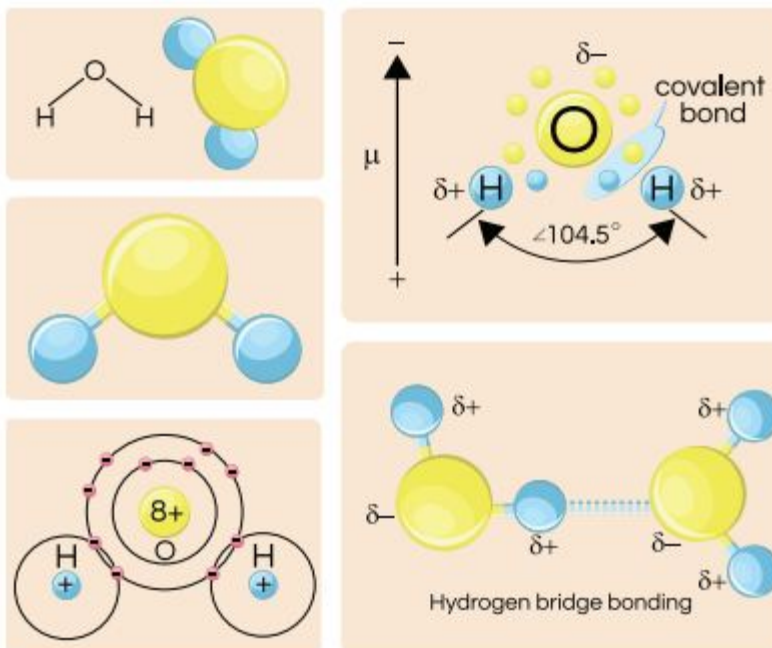
About 75% of the Earth's surface is covered with water in which many other compounds (such as salt) are dissolved.

Water is essential for all living organisms. It makes up 60% of trees, 70% of the body of an elephant, 95% of a tomato and about 99% of a jellyfish.

Our own body contains more water than any other substance: about 60-70% of our body is made up of water. Water is needed to dissolve chemicals in our cells and to carry chemicals around our body. Water takes part almost in all metabolic reactions, and our blood is about 90% water.



Underwater life



Representations of the water molecule, charges, bonds

Свойства ВОДЫ

Чистая вода - это жидкость без цвета, запаха и вкуса. Она кипит при 100°C и замерзает при 0°C при давлении в 1 атм. Вода кипит при более низкой температуре, когда вы поднимаетесь на гору (низкое давление) и кипит при более высокой температуре, если вы опускаетесь ниже уровня моря (высокое давление). Точка кипения воды также зависит от чистоты воды. Вода, которая содержит растворимые вещества, такие как соль, сахар кипит при более высокой температуре. Например, при добавлении 60 граммов соли в воду объемом 1 литр температура кипения увеличится на 10°C .

The density of water is the highest at 4°C : 1 g/cm^3 . So its density decreases and volume increases when it freezes. Water is the only substance whose density is lower when it freezes. This property of water makes life possible in seas and lakes in winter.

The water molecule is made up of two atoms of hydrogen and one atom of oxygen. Oxygen is more electronegative than hydrogen so that oxygen attracts electrons of hydrogen atoms. This causes a charge imbalance in water molecules and makes them polar.

Therefore, water can dissolve polar substances. Due to its high dissolving capacity, it is often called the universal solvent.

Due to their polarity, water molecules attract each other. Positively charged hydrogen of one molecule of water bonds with the negatively charged oxygen of another molecule of water. This attraction is an example of hydrogen bond. Hydrogen bond is one of the reasons for a relatively high boiling point of water. If there were no hydrogen bond the water would be in a gaseous state and there would be no life!

Facts

Nearly 97% of the world's water is salty or otherwise undrinkable. Another 2% is locked in ice caps and glaciers. That leaves just 1% for all of humanity's needs - all its agricultural, residential, manufacturing, community, and personal needs.



Watering of plants

Facts

By decreasing temperature of frozen water, there will be some miraculous changes. After you reach a temperature of -120°C water becomes super viscous!

And when you reach -135°C water turns to the glassy solid with noncrystallic structure! The Earth's mantle contains for about 10 times more water than all oceans!

Activity

Determination of boiling point of water



Materials:

distilled water, porcelain chips, round-bottom fl ask (250 ml), thermometer, double bored rubber cork, glass tube, stands and clamps.

Procedure:

1. Pour 150 ml of water into the fl ask.
2. Add 2-3 small pieces of chips.
3. Close the fl ask with a rubber cork and clamp it with the stand.
4. Insert a thermometer into one bore and glass tube into another. Note: Keep the bulb of the thermometer 4-5 cm above the surface of the water.

5. Heat the water till the temperature becomes constant, and the water remains boiling. Note the constant temperature (boiling point).

Observation:

1. When water boils, there is a change in _____ state.
2. Boiling point of water: _____. Discuss and explain.



Activity

Work in groups.

The specific heat capacity of water is the amount of heat needed to raise the temperature of 1 g of water by the 1 degree Celsius (10C). Heat capacity of water is almost 10 times higher than capacity of iron! This fact makes life on the Earth possible. How do you think why? Why there are great temperature changes in a desert regions? Why there are great temperature changes on the Mars planet? (There on Mars can be +200C in the daytime and -1000C in the night).

Literacy

1. Where does tap water come from?
2. What is mass percentage of oxygen in water molecule?

3. There are about $1.4 \cdot 10^{18}$ L of water on the Earth. 97% of all water is salty and only 3% is fresh. Calculate the volume of fresh water.
4. How many grams of sugar should be dissolved in 200 g of water to prepare 20% sugar solution?
5. How many atoms in 36 gram of water?
6. 0.9 g of compound X contains $3.01 \cdot 10^{22}$ molecules. What is the molecular mass of compound X.

Terminology

- unique – бірегей / уникальный;
- purity – тазалық / чистота;
- to float – жүзу / плавать;
- to boil – қайнау / кипеть;
- to freeze – қату / замерзать;
- to rise – көтерілу / расти;
- to depend – тәуелді болу / зависеть;
- miraculous – таңғажайып / чудесный;
- superviscous – аса тұтқыр / супервязкий;
- attraction – тартылу / притяжение;
- residential – тұрғын / жилой;
- community – ұйым / сообщество;
- porcelain – фарфор / фарфор.

13.2 WATER CYCLE

How is water purified in nature?

You will:

- know the water cycle;
- know how water is polluted and why it is dangerous;
- know water purification methods.

Facts

Approximately 520,000 cubic kilometers of water evaporates within a year from the Earth's surface.



Ocean water

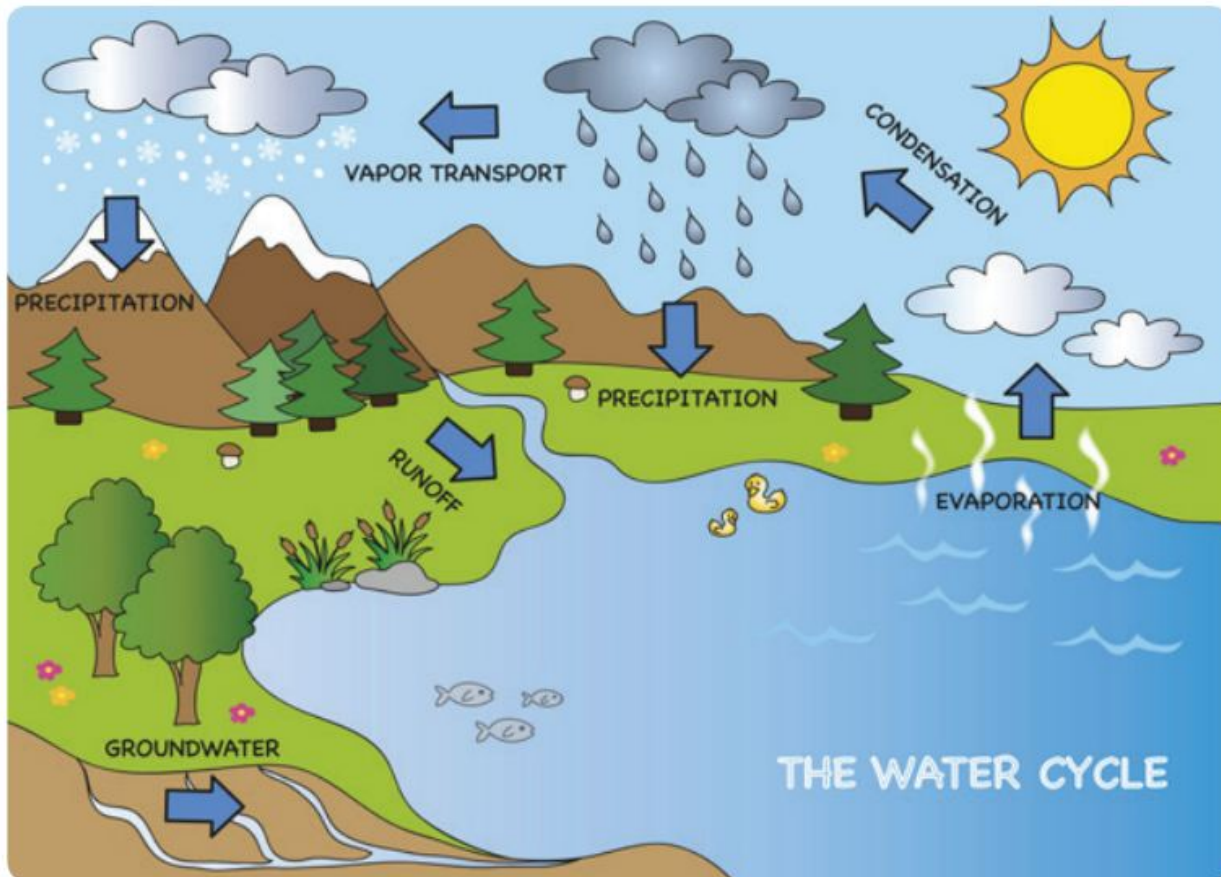
The Water Cycle

Water on the Earth is always changing. Its repeating changes make a cycle. This process involves water from oceans, rivers, plants and even you.

The water cycle explains how water evaporates from the surface of the earth, rises into the atmosphere, cools and turns into rain or snow in clouds, and falls again to the surface as precipitation.

The water cycle involves the exchange of energy, which leads to temperature changes. For instance, when water evaporates, it takes up energy from its surroundings and cools the environment. When it condenses, it releases energy and warms the environment. These heat exchanges influence climate.

1. Water evaporates from oceans, lakes and rivers.
2. Formed water vapour condenses in the upper regions of the atmosphere.
3. Vapour further condenses into larger drops which fall as rain, snow.
4. These rain or snow water slowly passes through the soil back to rivers, lakes and oceans.



Water pollution

Water pollution can be defined in many ways. Usually, it means one or more substances in water cause problems for normal use of it. Pollution of water can affect the health of all the plants, animals, and humans.

There are many different types of water pollution sources. Examples are sewage, wastewater, agriculture, radioactive waste, oil pollution, plastics, etc.

As you can understand water pollution is always caused by damage done to an ocean, river, lake, or another water source.

Luckily, the damages from water pollutions are often reversible but not all of them.



Bodies of the dead fish in a wastewater

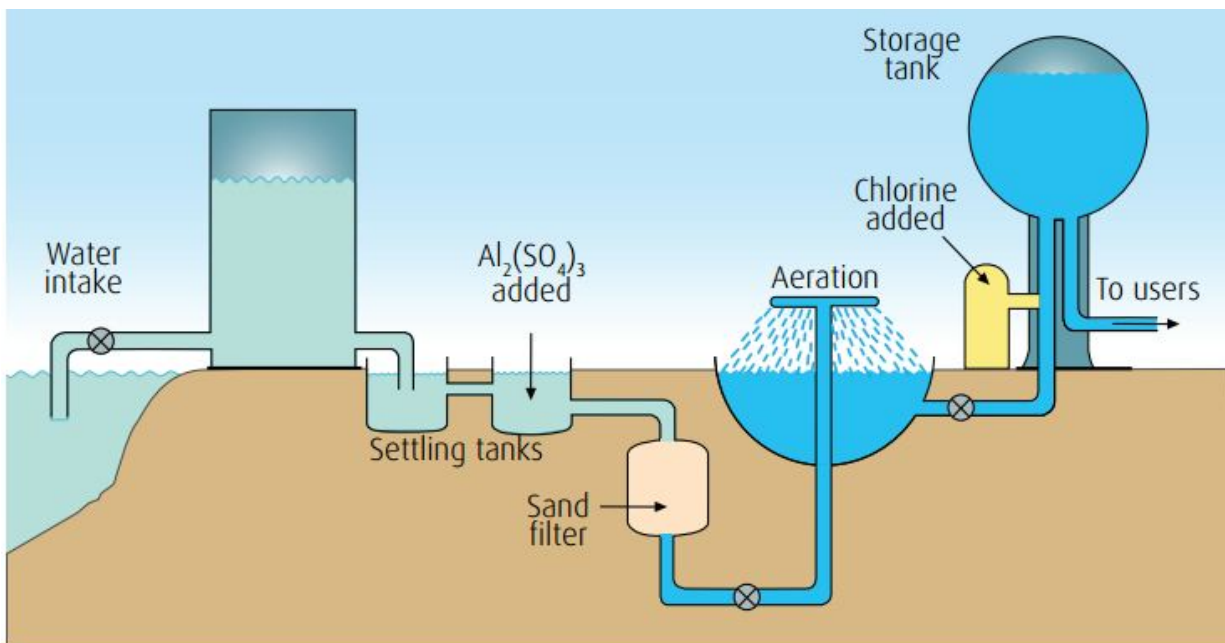


Illustration of water and air pollution

Water purification

Water purification is a process of removing impurities from raw water to make it pure enough for human uses. Many pollutants are dangerous, and they need to be removed.

Во время процесса очистки удаляются бактерии, вирусы и химические загрязнители (включая токсичные металлы, такие как свинец, медь). Запах, вкус и внешний вид воды улучшаются.



Steps in water purification



Flow of wastewater from plant

Этапы очистки воды:

- Предварительная фильтрация в баках для отстаивания.
- Осаждение растворимых примесей путем добавления сульфата алюминия.

- Фильтрация нерастворимых веществ через песочный фильтр.
- Удаление органических веществ из воды путем окисления кислородом воздуха (aeration).
- Очищение от бактерий озоном или хлорированием.
- Хранение воды в резервуарах (storage tank).

Activity

Intermolecular forces and surface tension

In any liquid substance, molecules will be attracted to each other due to the presence of intermolecular forces. These forces are known as surface tension. Surface tension makes molecules of liquid behave like an elastic sheet.

Materials:

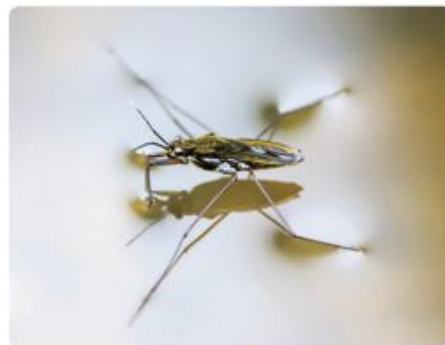
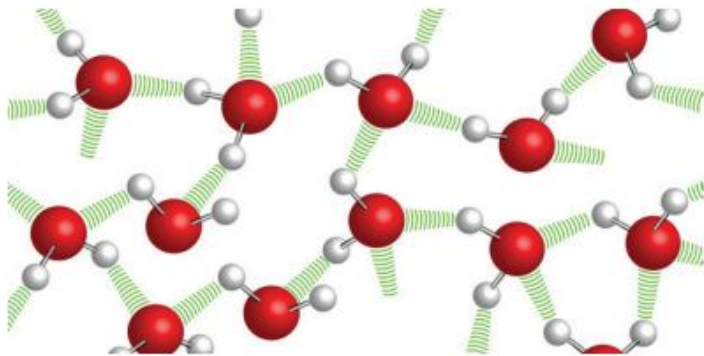
pure water, pipette, coin (10 tenges), vegetable oil.

Procedure:

1. Fill a pipette with water.
2. Hold pipette about 3 cm above the coin and add drops of water to the surface of the coin.
3. Record the number of drops of water (repeat steps 2-4 more times and record your results).
4. Repeat the experiment for vegetable oil.

Observation & questions:

1. Which liquid has stronger molecular forces?
2. Why can some insects walk on the surface of water?



Terminology

- purification - тазарту / очистка ;
- instance - мысал / пример;
- influence - әсер / влияние;
- sewage - ағын сулар / сточные воды;
- wastewater - кір сулар / сточные воды;
- damage - залал (зиян) / вред ;
- chlorination - хлорлау / хлорирование;
- aeration - желдету / аэрация;
- water intake - су алу / забор воды;
- storage tank - су сақтайтын
- қойма / резервуар для хранения;
- surface tension - беттік керілу / поверхностное натяжение;
- to condense - сұйық түрге айналу / конденсироваться;
- settling - тұну / отстаивание;
- involve - енгізу / включать.

13.3 HARDNESS OF WATER

Why do distilled and filtered water taste more sweet than tap water?

You will:

- know that water can be hard;
- learn the ways of softening hard water.



Mineral drink. Some people prefer a taste of hard water drinks



Scale in old pipe after years of using



Scum in the old copper kettle

Вода, содержащая высокие концентрации ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , называется жесткой водой. Анионы Cl^- , SO_4^{2-} и HCO_3^- - обычно также присутствуют в такой воде. Вода же, содержащая очень низкие концентрации Ca^{2+} и Mg^{2+} называется мягкой водой.

Большая часть воды на земле является жесткой. Использование жесткой воды для бытовых целей и в

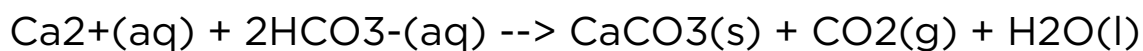
промышленности создает множество проблем. Поэтому целесообразно удалить ионы металлов, которые создают жесткость, перед использованием воды. Этот процесс называется смягчением (умягчением) воды. Методы устранения жесткости воды зависят от типа жесткости. Существуют два типа жесткости воды: временная и постоянная.

Types of water

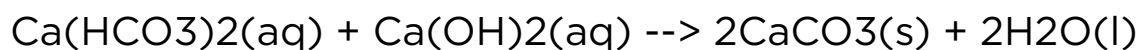
Type	Temporary hardness (Carbonate hardness)	Permanent hardness (Non-carbonate hardness)
Anions	HCO_3^-	Cl^- and SO_4^{2-}
Softening methods	a) boiling b) addition of base	addition of washing soda
Chemical reaction	a) $\text{Ca}^{2+}_{(aq)} + 2\text{HCO}_3^-_{(aq)} \rightarrow \text{CaCO}_3(s) + \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$ b) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2(aq) + \text{Ca}(\text{OH})_2(aq) \rightarrow 2\text{CaCO}_3(s) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$	$\text{CaSO}_4(aq) + \text{Na}_2\text{CO}_3(aq) \rightarrow \text{CaCO}_3(s) + \text{Na}_2\text{SO}_4(aq)$

Softening of hard water

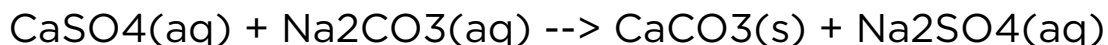
Temporary hard water contains dissolved $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ salts and can be softened by boiling for a few minutes. When hard water is heated, Ca^{2+} ions precipitate as CaCO_3 .



The other method is to add a base solution.



Permanently hard water contains dissolved CaCl_2 , CaSO_4 , MgCl_2 , MgSO_4 salts and cannot be softened by boiling. Permanent hardness can be removed by adding washing soda, Na_2CO_3 . In this method, Ca^{2+} and Mg^{2+} ions are precipitated as their carbonates.



Pros and cons of hard water

Disadvantages of hard water	Advantages of hard water
Difficult to form lather with soap	Some people prefer the taste
Scum forms in a reaction which wastes soap	Calcium in the water is good for children's teeth and bones
Scale (a hard crust) forms inside kettles. This wastes energy when you boil your kettle	Helps to reduce heart disease
Hot water pipes «fur up» on the inside. The scale formed can block up pipes completely	Hard water does not dissolve some heavy metals like lead and as a result of this it does not lead to lead poisoning

Literacy

1. Give definitions of soft and hard water?
2. What are the advantages and disadvantages of hard water?

Facts

Sometimes people confuse hard water with heavy water. Heavy water is composed of deuterium atoms that are actually hydrogen isotopes. The chemical formula of that type of water is $2\text{H}_2\text{O}$ or D_2O . Heavy water has the same chemical properties with ordinary water. People can drink

that water. But today it is known that if 25% of water is replaced by heavy water it causes sterility and 50% of D₂O causes death in rats.

Lab work

№ 10. Determination of hard and soft water

Materials:

distilled water, tap water, carbonated mineral drink, liquid soap, 3 test tubes with corks.

Procedure:

1. Pour 10 ml of distilled water into the first test tube, 10 ml of tap water into the second test tube, 10 ml of carbonated drink into the third test tube.
2. Add one drop of liquid soap to each of the test tubes. Shake test tubes.

Observation & questions:

1. Which one of the test tubes forms a large amount of lather? Why?
2. Arrange test tubes in order of increasing hardness of water. Explain why.



Reflection

Reflection for the 4th quarter

The most difficult topic for me was

The easiest topic for me was

Rate yourself on 10-points scale

1. I can help others
2. I need more practice
3. I need extra lessons

Terminology

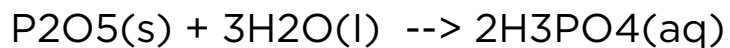
- hardness - кермектік / жесткость;
- softening - жұмсарту / смягчение;
- temporary - уақытша / временный;
- permanent - тұрақты / постоянный;
- lather of soap - сабын көбігі / мыльная пена;
- to confuse - шатастыру / путаться;
- ordinary - қарапайым / обычный;
- pros and cons - артықшылықтары мен кемшіліктері / плюсы и минусы.

Problems: Water

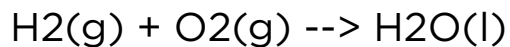
1. Which two elements make up water?
2. At what temperature does water boil?
3. At what temperature does water freeze?
4. What is the water in the solid state is called?
5. How much of the water on the Earth is available to drink?
6. How much of our body is made up of water?
7. What falls to the ground when clouds become too heavy?
8. How many molecules are there in a 0.05 mol sample of water?
9. What mass of water vapour occupies a volume of 112 L at STP?
10. Find the density of ice with a mass of 59.4 g and a
11. What is the percentage by mass of solution made by dissolving 50 g of salt in 300 g of water?
12. How many litres of hydrogen gas can be produced from 7.2 g of calcium according to the equation?



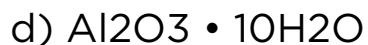
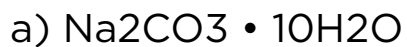
13. Find the mass of water required to produce 68.6g of phosphoric acid.



14. Calculate the mass of hydrogen gas which reacted with oxygen to produce $6.02 \cdot 10^{22}$ molecules of H_2O .



15. Find the mass percentages of water in the following compounds:



ANSWERS

Chemical reactions

- 1) $M(\text{CaO}) = 56 \text{ g/mol}$
 $M(\text{Na}_2\text{S}) = 78 \text{ g/mol}$
 $M(\text{SiO}_2) = 60 \text{ g/mol}$
 $M(\text{KI}) = 166 \text{ g/mol}$
 $M(\text{OF}_2) = 54 \text{ g/mol}$
 $M(\text{NaHCO}_3) = 84 \text{ g/mol}$
 $M(\text{Li}_2\text{SO}_4) = 110 \text{ g/mol}$
 $M(\text{H}_2\text{CO}_3) = 62 \text{ g/mol}$
 $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ g/mol}$

- 2) a. 15 atoms
b. 21 atoms
c. 5 atoms
d. 105 atoms 90 atoms

8) 27.59%

9) 55.81%

10) MnO_2

11) D

12) B

13) B

Activity of Metals

- 5) I C
- II E
- III A
- IV B
- V D
- VI F

8) A

9) C

10) B

Mole

- 4) a. 40 g/mol
- b. 117.5 g/mol
- c. 44 g/mol
- d. 194 g/mol
- e. 100 g/mol
- f. 96 g/mol
- g. 98 g/mol

- 5) a. 63 g
- b. 870 g
- c. 88.2

- 6) a. $2.15 \cdot 10^{24}$
- b. $3.31 \cdot 10^{23}$
- c. $3.13 \cdot 10^{24}$

7) $5.02 \cdot 10^{24}$

8) 14 g/mol

9) 56 g/mol

- 10) 52 g/mol
11) $12.04 \cdot 10^{23}$
12) a. 5 moles
b. $1.505 \cdot 10^{24}$
c. $4.515 \cdot 10^{24}$

Calculations in Chemical Reactions

- 1) 11.2 L
2) 7.1 mol
3) 77.9 g
4) $4.5 \cdot 10^{-5}$ mol
5) 2.35
6) 22
7) $A(x) = 12$ g/mol
8) $n(\text{CO}_2) = 0.35$ mol
 $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.35$ mol
9) $n(\text{A}_2\text{S}_3) = 0.06$ mol
 $n(\text{S}) = 0.18$ mol
10) 17.92 L
11) 3.98 g
12) 67.2 L

Thermochemistry

- 3) a. endothermic
b. exothermic
c. exothermic
d. endothermic

Hydrogen and Oxygen

- 7) 65.3%
- 8) D
- 9) 0.0625 mol
- 12) D
- 13) E
- 15) D
- 16) E

Periodic table of the chemical elements

- 9) 14 electrons
- 11) 3rd period and group 3
- 13) 4th period and group 2
- 16) 3rd period and group 16

Chemical bonds

- 5) $O > S > P > H > Mg > Na$
- 9) C

10) D

11) D

Solutions

10) 129.5 g

12) it is not saturated 15 g

13) C

17) A

Inorganic compounds

4) 1B 2D 3H 4A 5C 6F 7E 8G

5) $\text{NaNO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \text{CaSO}_4(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

9) C

10) B

12) E

13) $2\text{NaBr}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$

Carbon

1) a. graphite, diamond, fullerene, amorphous carbon

9) C

10) D

11) A

12) B

13) E

14) E

Water

8) $3.01 \cdot 10^{22}$

9) 90 g

10) 0.98 g/ml

11) 14.3%

12) 4.032 L

13) 0.2 g

15) a. 62.9%
b. 36%
c. 47%
d. 63.8%

GLOSSARY

A

acid - any of a class of chemical compounds whose aqueous solutions turn blue litmus paper red, react with and dissolve certain metals to form salts, and react with bases to form salts. activity series - a series of elements that have similar properties

affecting factors - a fact or situation that influences the result of something alkali metal - any of the elements of group 1 in the periodic table alkaline earth metal - the heaviest members of group 2 in the periodic table

amphoteric - having both acidic and basic characteristics.

anion - an ion that is negatively charged. atom - the individual structure which constitutes the basic unit of any chemical element.

atomic mass unit - a unit of mass used to express relative atomic masses Avogadro's number - the number of atoms or molecules in one mole of a substance

B

base - a compound that reacts with a protonic acid to give water (and a salt).

boiling - the transition of a substance from the liquid to the gaseous phase

C

cation - a positively charged atom or group of atoms
chemical bond - the strong attractive force that holds together atoms in molecules and crystalline salts.

chemical reaction - a change in which a substance (or substances) is changed into one or more new substances
combination reaction - a chemical reaction in which two reactions combine to form a single product.

combustion - the burning of gas, liquid, or solid, in which the fuel is oxidized, evolving heat and often light.

compound - a substance whose molecules consist of unlike atoms and whose constituents cannot be separated by physical means.

corrosion - oxidation of a metal in the presence of air and moisture.

covalent bond - a bond in which each atom of a bound pair contributes one electron to form a pair of electrons
crystal - a three-dimensional solid formed by regular repetition of the packing of atoms, ions, or molecules

D

decomposition - the breakdown of a complex compound into two or more simple compounds.
detergent - an organic compound or compounds composed of molecules containing both hydrophilic (polar) and hydrophobic (nonpolar) portions.

dilution - the process of reducing the concentration of a solute in solution

displacement - a chemical reaction in which an atom or molecule displaces and sets free an element of a compound

dissolution - dissolving of a material

distilled water - water that has been freed of dissolved or suspended solids and organisms by distillation.

double displacement reaction - a chemical reaction between compounds in which the elements in the reactants recombine to form two different compounds

dry ice - carbon dioxide in the solid form

E

electron - a negatively charged subatomic particle of an atom or ion that is outside of the nucleus. electron configuration - a distribution of the electrons of an atom over orbitals.

electron dot representation - a structural formula in which electrons are represented by dots; two dots between atoms represent a covalent bond.

electronegativity - ability of an atom or group of atoms to attract electrons to itself

endothermic reaction - to a chemical reaction which absorbs heat

energy - the capacity for vigorous activity

energy level - definitely fixed energy that a molecule, atom, electron, or nucleus can have exothermic reaction - a reaction that produces heat and give it to the surroundings

F

fertilizer - a natural or chemical substance that is spread on the land or given to plants

G

greenhouse effect - an increase in the amount of carbon dioxide and other gases in the atmosphere

H

hard water - water that contains certain salts, such as those of calcium or magnesium

heat - the degree of hotness; temperature

I

inorganic compound - a compound that does not contain hydrocarbon groups

intermolecular - existing or occurring between molecules.

ion - an electrically charged atom or group of atoms

ionic bond - a type of chemical bonding in which one or more electrons are transferred completely from one atom to another

isotope - different forms of a single element that have the same number of protons but have different numbers of neutrons

K

"king's water" - a mixture of concentrated nitric acid and concentrated hydrochloric acid in the ratio 1:3 respectively

M

mass - a measure of the amount of matter in an object, usually measured in grams or kilograms
metallic bond - the bonding in metals

metalloid - an element that has both metallic and nonmetallic properties, arsenic, silicon, or boron

molar concentration (molarity) - the number of moles of solute dissolved in 1 litre of solution
molar volume - the volume occupied by one mole of a gas, liquid, or solid.

mole - an amount of substance that contains as many items such as ions, molecules, etc., as the number of atoms in exactly 12 grams of carbon.

N

Nanochemistry - the study of the synthesis and analysis of materials in the nanoscale range

neutralisation - the process of making a solution neutral by adding a base to an acid solution
neutron - an atomic particle found in the nuclei of atoms that is similar to a proton in mass but has no electric charge.

noble gas - all the elements of the periodic group 18

O

observation - the act of observing something or someone

ore - rock or soil from which metal can be obtained

oxidation - a chemical reaction in which a compound loses electrons, that is in which the positive valence is increased

oxide - binary chemical compound in which oxygen is combined with a metal or nonmetal.

P

petroleum - an oily, thick, flammable, usually dark-coloured liquid;

poisonous - harmful; destructive;

product - a substance obtained from another substance through a chemical change;

proton - a positively charged elementary particle of an atom.

R

reagent - a substance that, because of the reactions it causes, is used in analysis and synthesis;

recrystallization - to crystallize again;

relative atomic mass - the average weight of an atom of an element;

rust - a reddish-brown substance that forms on the surface of iron.

S

salt - an ionic compound made up of a cation and an anion

saturated solution - a solution in which no more solute will dissolve

solubility - a quality a substance has of being able to dissolve in another substance

solute - any dissolved substance in a solution

solution - any liquid mixture of two or more substances that is homogeneous

solvent - any liquid that dissolves another solute and forms a homogeneous solution

standard temperature and pressure (STP) - the temperature of 0°C and pressure of 1 atmosphere

stoichiometry - the calculation of the quantities of reactants and products involved in a chemical reaction

substance - all forms of matter that have the same chemical and physical properties
supersaturated solution - one that contains a higher than-saturation concentration of solute

T

tarnish - to dull the luster of (a metallic surface), especially by oxidation

temporary hardness - hardness of water due to the presence of magnesium and calcium hydrocarbonates

thermochemistry - the branch of chemistry dealing with the relationship between chemical action and heat.

V

valence electrons - an electron of an atom, located in the outermost shell of the atom.

W

water cycle - the process by which water is transpired and evaporated from the land and water
water pollution - the addition of harmful chemicals to natural water.

ГЛОССАРИЙ

А

амфотерность – способность некоторых химических соединений проявлять кислотные или основные свойства в зависимости от веществ, которые с ними реагируют.

анион - отрицательно заряженный ион

атом - наименьшая частица химического элемента, являющаяся носителем его свойств.

В

валентные электроны - электроны находящиеся на внешней (валентной) оболочке атома

вещество – физическая субстанция со специфическим химическим составом.

ВОДНЫЙ ЦИКЛ – процесс циклического перемещения воды в земной биосфере.

временная жесткость – содержание бикарбоната кальция и магния в воде

Г

горение - взаимодействие кислорода с элементами или соединениями с образованием оксидов с выделением тепла и света

Д

дистиллированная вода - вода, очищенная от примесей путем дистилляции. применяют в лабораториях, медицинской практике.

Ж

жесткость воды – совокупность свойств воды, обусловленная наличием в ней преимущественно солей кальция и магния

З

загрязнение воды - это понижение ее качества в результате попадания в реки, ручьи, озера, моря и океаны различных физических, химических или биологических веществ.

замещение - реакции, которые протекают между соединением и элементом (простым веществом) с образованием нового соединения и другого элемента.

И

ИЗОТОП - атомы одного химического элемента, имеющие одинаковое атомное число (заряд ядра), но разное массовое число

инертный газ - благородные газы химические элементы главной подгруппы 18 группы

ион - заряженная частица, которая образуется в результате потери атомом или присоединения к нему одного или нескольких электронов

ионная связь - связь между двумя атомами считается ионной, если разница электроотрицательностей этих атомов больше или равняется 1.9, связь между металлом и неметаллом

К

катион - ион, имеющий положительный заряд

кипение - это интенсивный переход жидкости в пар, происходящий с образованием пузырьков пара по всему объему жидкости при определенной температуре

кислота - сложное соединение, которое состоит из атомов водорода, способного замещаться на атомы металла и кислотного остатка

ковалентная связь - связывание атомов с помощью общих (поделенных между ними) электронных пар

коррозия - химическая реакция металла с влажным воздухом

кристалл - твердое вещество, в котором атомы, ионы или молекулы расположены в пространстве регулярно, практически бесконечно повторяющимися группами

М

масса - в естественнонаучном смысле количество вещества, содержащегося в теле

межмолекулярный - взаимодействие молекул между собой

металлическая связь - химическая связь в кристалле между положительно заряженными ионами металла посредством свободно перемещающихся (по всему объему кристалла) электронов с внешних оболочек атомов металла.

металлоид - химические элементы, расположенные в периодической системе на границе между металлами и неметаллами

моль - это такое количество вещества, в котором содержится определенное число частиц (молекул, атомов, ионов), равное постоянной Авогадро

молярная концентрация (молярность)- концентрация раствора, выраженная в молях растворенного вещества на 1 литр раствора

молярный объем - это объём, который занимает газ, массой равной его молярной массе.

моющее средство - средство из арсенала бытовой химии, служащее для очистки чего-либо от загрязнения.

Н

наблюдение - один из методов исследования и познания

нанохимия - область химии, которая изучает строение, свойства и возможности практического использования наночастиц.

насыщенный раствор - раствор, который находится в динамическом равновесии

Т

теплота - энергия, образуемая движением частиц тела

термохимия - наука, изучающая тепловые избытком растворённого вещества

нейтрализация - взаимодействие кислот и оснований с образованием соли и воды

нейтрон - не заряженная частица атомного ядра, масса которого равна 1

неорганическое соединение - химические соединения, не являющиеся органическими, то есть, не содержащие углерода, а также некоторые углеродсодержащие соединения

нефть - сложная смесь углеводородов различных классов; жидкое горючее ископаемое, обычно темно-бурого цвета с характерным запахом

нормальное условие - температура 00С (273 К) и давление 1 атм (760 мм ртутного столба или 101 325 Па).

О

окисление - это химический процесс, сопровождающийся увеличением степени окисления атома окисляемого вещества (восстановителя),

посредством передачи одного или более электронов от атома восстановителя (донора электронов) к атому окислителя (акцептору электронов).

ОКСИД - бинарное соединение, в котором один элемент кислород

ОСНОВАНИЯ - сложные соединения, которые состоят из атомов металлов и гидроксогрупп (ОН).

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА - это безразмерная величина, которая показывает во сколько раз данный атом тяжелее $1/12$ части атома

П

ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ - повышение температуры во внутренних слоях атмосферы, связанное с повышением содержания газов (углекислого, метана, водяных паров), препятствующих отражению тепловой энергии с поверхности земли

ПЕРЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ - метод очистки веществ, основанный на различии растворимости вещества в растворителе при различных температурах

ПЕРЕНАСЫЩЕННЫЙ РАСТВОР - в котором при данных температуре и давлении концентрация растворённого вещества больше, чем в насыщенном растворе.

ПРОТОН - положительно заряженная частица атомного ядра, масса которого равна 1 а.е.м.

Р

РАЗБАВЛЕНИЕ - уменьшение концентрации химического вещества в растворе добавлением растворителя

разложение - когда одно сложное исходное вещество разлагается на два или несколько более простых

раствор - это однородная смесь, которая состоит из растворителя и растворенного (ых) вещества

растворение - физико-химический процесс, протекающий между твердой и жидкими фазами и характеризующийся переходами твердого вещества в раствор

растворенное вещество - компонент жидкого или твердого раствора, который присутствует в меньшем или незначительном количестве

растворимость - показатель способности вещества образовать однородную смесь с растворителем

растворитель - жидкое, твердое или газообразное вещество, способное растворять другие твердые, жидкие или газообразные вещества

реагенты - исходные вещества в химической реакции.

реакция обмена - реакции в которых реагенты обмениваются между собой атомами или целыми составными частями своих молекул

реакция соединения - когда два (или более) вещества-реагента соединяются в одно, более сложное вещество

ржавчина - продукт взаимодействия внешней окислительной атмосферы с железом.

руды - вид полезных ископаемых, природное минеральное образование, содержащее соединения полезных компонентов

ряд активности металлов - это ряд, в котором отражено положение металла согласно его восстановительной способности в химических реакциях, протекающих в водных растворах

С

соединение - вещество, молекулы которого состоят из атомов двух или более различных химических элементов

соль - это соединение, которое образовано катионом металла и анионом кислотного остатка в результате реакции замещения атомов водорода в молекулах кислот атомами металла

стехиометрия - учение о соотношениях-массовых или объемных реагирующих веществ.

сухой лед - твёрдый оксид углерода (IV), при обычных условиях переходящая в парообразное состояние
эффекты химических реакций

У

удобрение - вещество, которым удобряют почву для повышения урожайности.

Х

химическая реакция - процесс, при котором одни химические вещества преобразуются в другие

химическая связь - это взаимодействие двух атомов, осуществляемое путем обмена электронами

Ц

"царская вода" - смесь определённых пропорций соляной и азотной кислоты, растворяющая металлы

Ч

число Авогадро - физическая константа, численно равная количеству специфицированных структурных единиц (атомов, молекул, ионов, электронов или любых других частиц) в 1 моле вещества.

Щ

щелочно-земельные металлы - химические элементы, образующие 2-ую группу периодической таблицы элементов

щелочные металлы - химические элементы, образующие 1-ую группу периодической таблицы элементов

Э

экзотермическая реакция - реакции, протекающие с выделением энергии

электрон - отрицательно заряженная частица атома, которая вращается вокруг ядра ($0e-1$)

электронная конфигурация - это электронная формула расположения электронов по различным энергетическим уровням и подуровням

электроотрицательность - относительная способность атомных ядер притягивать к себе электроны, образующие химическую связь.

эндотермическая реакция - реакции, протекающие с поглощением энергии

энергетический уровень - это совокупность электронов с близкими значениями энергии.

энергия - скалярная физическая величина, являющаяся единой мерой различных форм движения и взаимодействия материи, мерой перехода движения материи из одних форм в другие.

REFERENCES

1. Mukhamadiyev Y., Zhumagulov N., Baykenov K. - CHEMISTRY 8. "Астана-кітап" баспасы 2016
2. Mukhamadiyev Y., Balmassov D., Kaliyev D. - CHEMISTRY 9. "Астана-кітап" баспасы 2016
3. Н.Нұрахметова, К.Сарманова, К.Жексенбина - ХИМИЯ 8. "Мектеп" баспасы 2012ж
4. Şerafettin KÜÇÜKOĞLU, Mustafa YILMAZ, Ayhan NAZLI - Solutions. ZAMBAK publishing, Izmir 2010
5. Davut PIRAZ - Introduction to Chemistry, ZAMBAK publishing, Izmir 2010
6. Bülent Yener, Muhammet AYDIN, Necdet ÇELİK - Chemical reactions and compounds. ZAMBAK publishing, Izmir 2006
7. Ayhan NAZLI, Murat DURKAYA - Chemical bonds. ZAMBAK publishing, Izmir 2010
8. Rob Lewis and Wynne Evans - CHEMISTRY. PALGRAVE MACMILLAN 2006
9. Raymond Chang, Jason Overby - General Chemistry. 6th Edition
10. R. Harwood - Cambridge IGCSE Chemistry coursebook. 4th Edition. Cambridge 2014
11. A.S. Hornby - Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English. 9th Edition. OXFORD UNIVERSITY PRESS 2015
12. А.Байтұрсынов атындағы Тіл білімі институты - Қазақша-орысша, орысша-қазақша терминологиялық сөздік Химия - "ҚАЗАҚПАРАТ" баспасы, Алматы 2014

CHEMISTRY

Grade 8

Authors:

Dauren Kaliyev
Almas Ordabayev
Nurbolat Zhumagulov
Abylay Samatov
Ali Tor

Edited by:

Aidyn Tussyubzhanov
Temirlan Khassen
Kanat Baikenov

Designed by:

Yelnar Beimish

Cover design:

Darkhan Berdibayev



