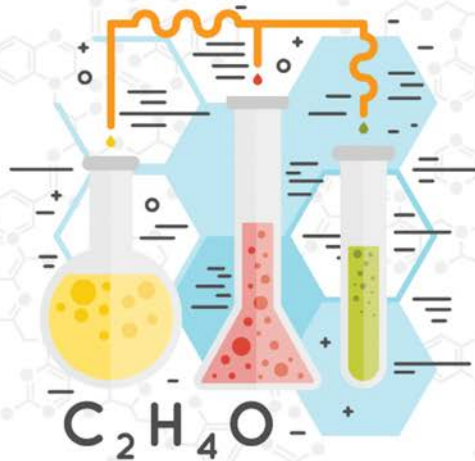


CHEMISTRY



ҚОСТІЛДІ ОҚУЛЫҚ



9



АСТАНА

К И Т А П



Канат Байкенов
Темирлан Хасен
Нұрболат Жұмағұлов
Даурен Калиев
Олжас Юсупов
Абылай Саматов
Абдуррахман Сел
Али Тор

Қазақстан Республикасының
Білім және ғылым министрлігі ұсынған

CHEMISTRY

Grade 9

БІРІНШІ БАСЫЛЫМ

АСТАНА

Астана 2018

UDC 373.167.1
LBC 24 я 72
Ch 51

К. Байкенов
CHEMISTRY, Grade 9: Қостілді оқулық / Канат Байкенов, Темирлан Хасен,
Ch 51 Нұрболат Жұмағұлов, Даурен Калиев, Олжас Юсупов, Абылай Саматов,
Абдуррахман Сел, Али Тор
– Алматы: Астана-кітап, 176 б. - 2018
ISBN 978-601-7415-76-1

UDC 373.167.1
LBC 24 я 72

ISBN 978-601-7415-76-1

© Астана-кітап, 2018
Барлық құқықтары қорғалған
Басылымның мүлкітік құқықтары
«Астана-кітап» баспасына тиесілі

PREFACE

Жаратылыстану ғылымдары қызықты, әрі тартымды пәндер. Бұл оқулық сізге ғылым әлемінің барша сұлулығы мен жасырын құпияларын паш етуге және сіздің шынайы зерттеушілік қабілетіңіздің ашылуына жол сілтейді. Оқулықтың басты мақсаты «Ғылым не үшін қажет және алған білімді өміріміздің қай саласында қолданамыз?» деген тәрізді күрделі сұрақтарға жауап іздейді.

Оқулықтың алғашқы беттерінен-ақ сіз өзіңізге үйреншікті болған теория мен түрлі формулаларды қамтитын қарапайым мәтіндерден құралған басқа оқулықтардан өзгеше екендігін аңғара түсесіз. Әрбір тарау берілген тақырыптардың аясын қамтитын қызықты деректер мен ақпараттардан, жеке және топтық ұжымда орындауға арналған тапсырмалар жинағынан тұрады. Сондай-ақ, сіз түрлі тәжірибелік жұмыстар мен зерттеулерді жасауға, түрлі ақпараттар мен деректерді іздеп тауып, оларға сараптама жасау арқылы өзіндік дербес жаңалықтарыңызды ашуға машықтанасыз.

Берілген оқулықтың басқалардан ерекшелігі – оның көптілділігінде. Алғашқы беттерден-ақ, сіз материалдардың ана тілінен бөлек, халықаралық ғылым тілі – ағылшын тілінде берілгенін байқайсыз. Оқулықтың әрбір шебінен сіз негізгі терминдердің

аудармаларын үш тілде: қазақ, орыс және ағылшын тілдерінде таба аласыз. Біртіндеп ағылшын тіліндегі сөздер мен сөйлемдер саны артып, оқулықтың соңғы жағындағы материалдардың басым бөлігі ағылшын тілінде берілетін болады. Бұл арқылы сіз ағылшын

тіліңізді жетілдіріп қана қоймай, ғылым әлеміндегі шексіз жаңалықтар мен жетістіктерге қарай қадам басасыз.

Оқулықтың құрылымымен мұқият түрде танысыңыз. Қазіргі таңдағы оқулықтар жалғыз ақпарат көзі болып табылмайтындығын есте сақтаңыз.

Сізге ХХІ ғасырдың дағдыларын, яғни сыни тұрғыдан ойлау, шығармашылық қабілетті дамыту, қиялдау, топпен жұмыс жасау, сандық сауаттылық, және т.б. қабілеттеріңізді дамытуға бағытталған кең көлемдегі тапсырмаларға бейімделіп, үйренуге тура келеді.

Егер Сізде оқулықтың мазмұны мен құрылымы бойынша кез келген сұрақтарыңыз бен ұсыныстарыңыз бар болса, төмендегі байланыс құралдары арқылы бізге жолдауларыңызды сұраймыз:

via email: admin@astanakitap.kz

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

Құрметпен,

“Астана-кітап” авторлық ұжымы

Contents

Preface

Chapter 1. Electrolytic dissociation

- [1. Electrolytes and nonelectrolytes](#)
- [2. Dissociation of acids, bases and salts](#)
- [3. The degree of dissociation. Strong and weak electrolytes](#)
- [4. Ionic double displacement reactions](#)
- [5. Chemical properties of acids, bases and salts](#)
- [6. Hydrolysis of salts](#)

Chapter 2. Qualitative analysis of inorganic compounds

- [1. Qualitative reactions for cations](#)
- [2. Qualitative reactions for anions](#)
- [3. Qualitative analysis of unknown salt solution](#)
- [4. Chemical calculations on limiting reagent problems](#)

Chapter 3. Qualitative analysis of inorganic compounds

[1. Qualitative reactions for cations](#)

[2. Temperature and concentration effects](#)

[3. Pressure effects. Catalysts and inhibitors](#)

Chapter 4. Chemical equilibrium

[1. Chemical equilibrium](#)

[2. Factors affecting equilibrium](#)

Chapter 5. Oxidation-reduction reactions

[1. Oxidation states. Oxidation and reduction processes](#)

[2. Oxidation-reduction reactions](#)

[3. Balancing redox reactions](#)

Chapter 6. Metals and metal alloys

[1. General properties of metals](#)

[2. Metal alloys](#)

[3. Production of metals](#)

[4. Solving exercises with impurities](#)

Chapter 7. 1,2,13 group elements and their compounds

- [1. Alkali metals and their compounds](#)
- [2. Alkaline earth metals and their compounds](#)
- [3. Aluminum and its compounds](#)
- [4. Solving experimental problems related to metals](#)

Chapter 8. 16,17 group elements, their compounds

- [1. Halogens](#)
- [2. Hydrochloric acid](#)
- [3. Sulfur](#)
- [4. Compounds of sulfur](#)
- [5. Sulfuric acid and sulfates](#)
- [6. Solving problems: Percent yield](#)

Chapter 9. Elements and compounds of 14 and 15 groups

- [1. Nitrogen](#)
- [2. Ammonia](#)
- [3. Nitric acid](#)
- [4. Specific properties of nitric acid and nitrates](#)
- [5. Phosphorus and its compounds](#)
- [6. Fertilizers](#)

[7. Silicon and its compounds](#)

[8. Silicates. Silicate industry](#)

Chapter 10. Macro- and micro elements in human body and environment

[1. The chemical composition of the human body](#)

[2. Important nutrition in your food](#)

[3. Heavy metals](#)

Chapter 11. Introduction to Organic Chemistry

[1. Introduction to organic chemistry. Classification of organic compounds](#)

[2. Homologous series of organic compounds](#)

[3. Isomerism](#)

[4. Chemical calculation: Determining formulas](#)

Chapter 12. Hydrocarbons. Fuels

[1. Alkanes](#)

[2. Alkenes](#)

[3. Alkynes](#)

[4. Aromatic hydrocarbons](#)

[5. Hydrocarbon fuels. Oil industry](#)

Chapter 13. Oxygen and Nitrogen containing organic compounds

[1. Alcohols](#)

[2. Carboxylic acids](#)

[3. Esters and fats](#)

[4. Aminoacids. Proteins](#)

[5. Soap and synthetic detergents](#)

[6. Carbohydrates](#)

[Answers](#)

Solubility table

Periodic Table

[Glossary](#)

[References](#)

CHAPTER 1: ELECTROLYTIC DISSOCIATION

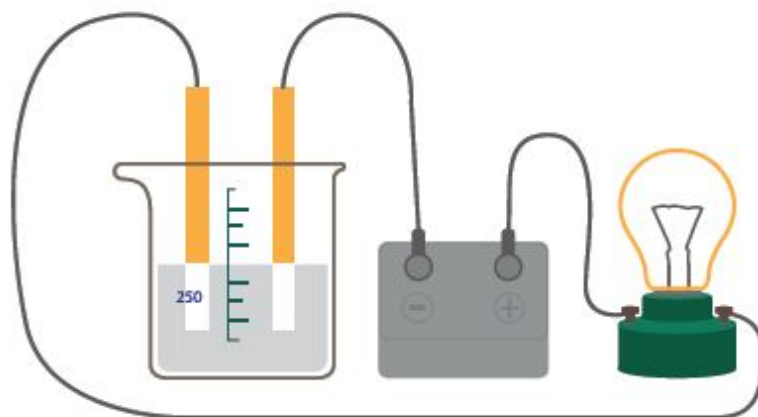
1.1 ELECTROLYTES AND NONELECTROLYTES

How does a human body conduct an electric current?

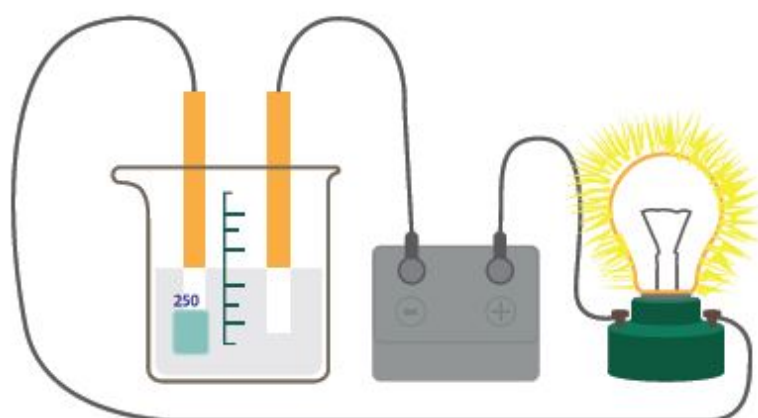
You will:

- электролиттер мен бейэлектролиттердің анықтамасын білу және мысалдар келтіру;
- электролиттік диссоциация теориясының негізгі қағидаларын білу;
- иондық және коваленттік полюсті байланысы бар заттардың электролиттік диссоциациялану механизмін түсіндіру.

Күнделікті тұрмыста сулы ерітіндісі бар заттардың кейбіреуі электр тогын өткізеді, ал кейбіреуі өткізбейді. Электр тогын өткізетін заттар электролиттер деп, ал керісінше, электр тогын өткізбейтін заттар бейэлектролиттер деп аталады. Ерітіндінің электр тогын өткізуі суда еріген заттың табиғатына байланысты. Ерітіндіде ыдыраған иондар саны көп болса ерітінді электр тогын жақсы өткізеді.



Sucrose solution



Hydrochloric acid solution

Машина аккумуляторы қалай жұмыс істейді?

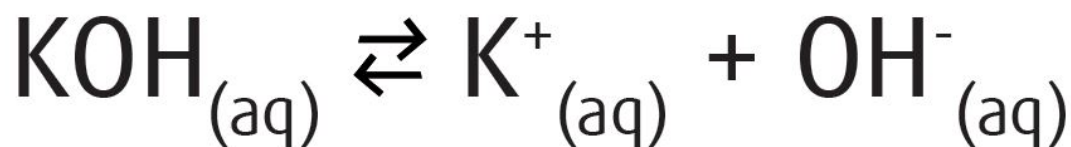
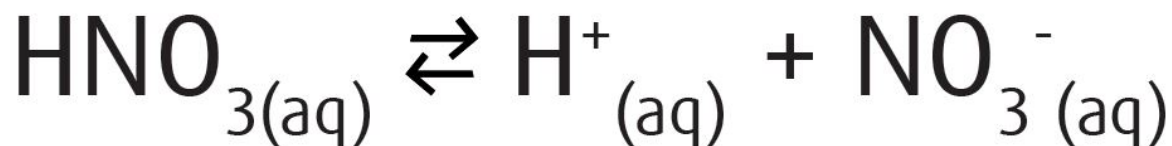
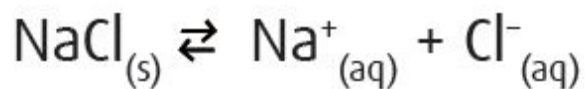
Автомобиль аккумуляторы машинаның жарығын, электр жүйелерін, құрылғыларын токпен қамтамасыз ететін құрылғы болып табылады. Аккумулятордың негізгі бөліктеріне күкірт қышқылы (H_2SO_4) ерітіндісі мен қорғасын (Pb) пластинкасы жатады. Күкірт қышқылы күшті қышқыл, әрі электр тогын өте жақсы өткізеді.



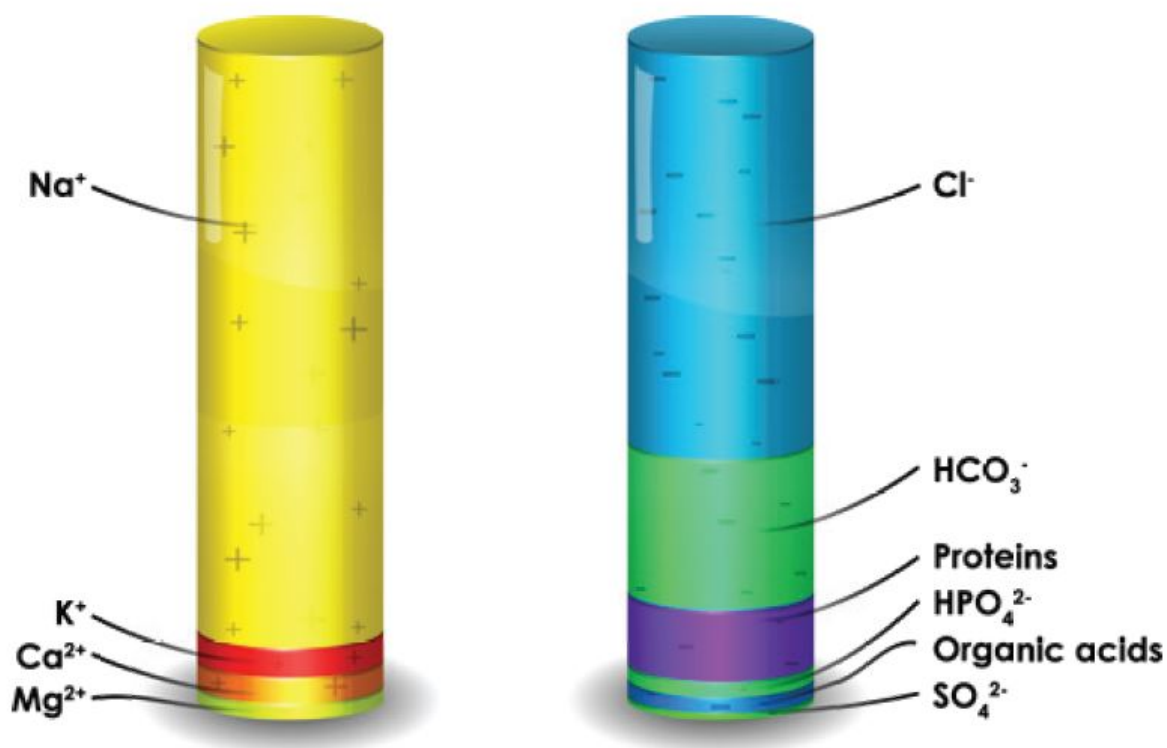
Car battery

Сванте Аррениус электролиттердің қасиетін түсіндіретін электролиттік диссоциация теориясының негізін салды (1897 ж). Аррениустың қағидасы бойынша:

1. Электролит молекулалары (қышқылдар, негіздер, тұздар) оң-теріс зарядты иондарға диссоциацияланады:



2. Электродит (балқыған бейорганикалық қосылыстар) ыдыраған иондар есебінен электр тогын өткізеді. Бұл механизм электродиттік диссоциация деп аталады. Диссоциация процесі қайтымды болып табылады.



Human blood plasma ion composition

Keep in mind:

Электродиссоциация - электролиттердің суда ерігенде немесе балқығанда ионға ыдырау үрдісі.

Электродиссоциацияның судағы ерітінділері ыдыраған иондар есебінен электр тогын өткізеді.

Неэлектролиттер иондарға ыдырамайды, сол себепті электр тогын өткізбейді.

Literacy

1. Why do table salt solutions conduct electricity well, while sugar solutions do not?
2. What is the difference between tap water and distilled water? Which of these two solutions conducts electricity? Why?
3. Which of the followings are electrolytes?

Solutions	Electrolyte / Nonelectrolyte
Vinegar	
Hydrogen	
Tap water	
Sodium chloride	
Alcohol	
Sulfuric acid	

Demonstration

№ 1. Иондық және коваленттік байланысы бар заттардың электролиттік диссоциациялануы.

Құрал-жабдықтар:

стақан 250 мл (4), 6 вольтты шам, болат сымды электродтар (2), крокодил қысқышы (2), батарея (12 вольт), сірке қышқылының ерітіндісі, мыс (II) сульфатының ерітіндісі, қант ерітіндісі, дистилденген су.

Орындау тәртібі:

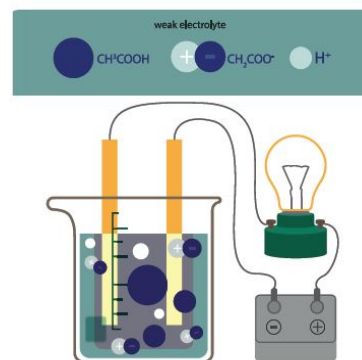
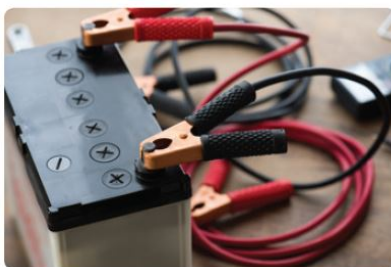
- 1) 250 мл-лік 4 стақанға дистилденген су, мыс сульфаты, сірке қышқылы және қант ерітінділерін құйыңыз.
- 2) Жабдықтар тізбегін суретте көрсетілгендей етіп орналастырыңыз.
- 3) Қуат көзін қолдану үшін 6 вольтты батареяға қосыңыз. Шамның жанып немесе жанбауын қадағалаңыз. Байқауларыңызды жазыңыз.
- 4) Электродтарды мыс сульфаты, сірке қышқылы, қант ерітінділеріне салып, экспериментті қайталаңыз.

Ерітінділердің электр өткізгіштігі бойынша байқауларыңызды төменде жазыңыз:

Observation & questions:

	Distilled water	CuSO ₄ solution	Acetic acid solution	Sugar solution
BULB (on/off)				

Wear disposable gloves. Avoid skin contact. Wash hands after use.



Terminology

- solute - еріген зат / растворенное вещество;
- solution - ерітінді / раствор;
- solvent - еріткіш / растворитель;
- conductivity - өткізгіштік / проводимость;
- electric current - ток күші / электрический ток;
- vinegar - сірке суы / уксус;
- observation - бақылау / наблюдение;
- electrolyte - электролит;
- dissociation - диссоциация.

Facts

Швед химигі С.Аррениус 1903 жылы ерітінділер бойынша зерттеуі үшін Нобель сыйлығына ие болды. Ол ерітінділердің неліктен электр тогын өткізетінін,

ерітіндідегі күшті және әлсіз электролиттердің иондық механизмін түсіндірді. Оның теориясы бойынша электролиттер оң және теріс иондарға ыдырайды.

1.2 DISSOCIATION OF ACIDS, BASES, AND SALTS.

What would happen if we replace citric acid in a lemon with a base or salt?

You will:

- ерітіндінің қышқылдығы мен сілтілігін ажырату;
- электролиттік диссоциация теориясы тұрғысынан қышқылдар, негіздер және тұздарға анықтамалар беру;
- қышқыл, сілті, орта және қышқылдық тұздардың электролиттік диссоциациялану теңдеулерін құрастыру.

Қышқылдар

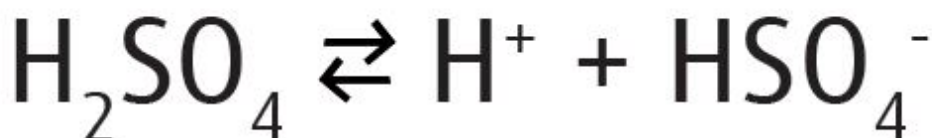
Қышқылдар сулы ерітіндіде H_3O^+ (немесе H^+) ионын түзеді. Мысалы, төменде азот қышқылының диссоциациялануы көрсетілген:



Қысқартылған иондық теңдеуі:



Көпнегізді қышқылдардың диссоциациялануы (құрамында бірнеше сутек (H⁺) ионы бар қышқылдар) сатылап жүреді. Мысалы, күкірт қышқылының диссоциациялануы екі сатыда орын алады:

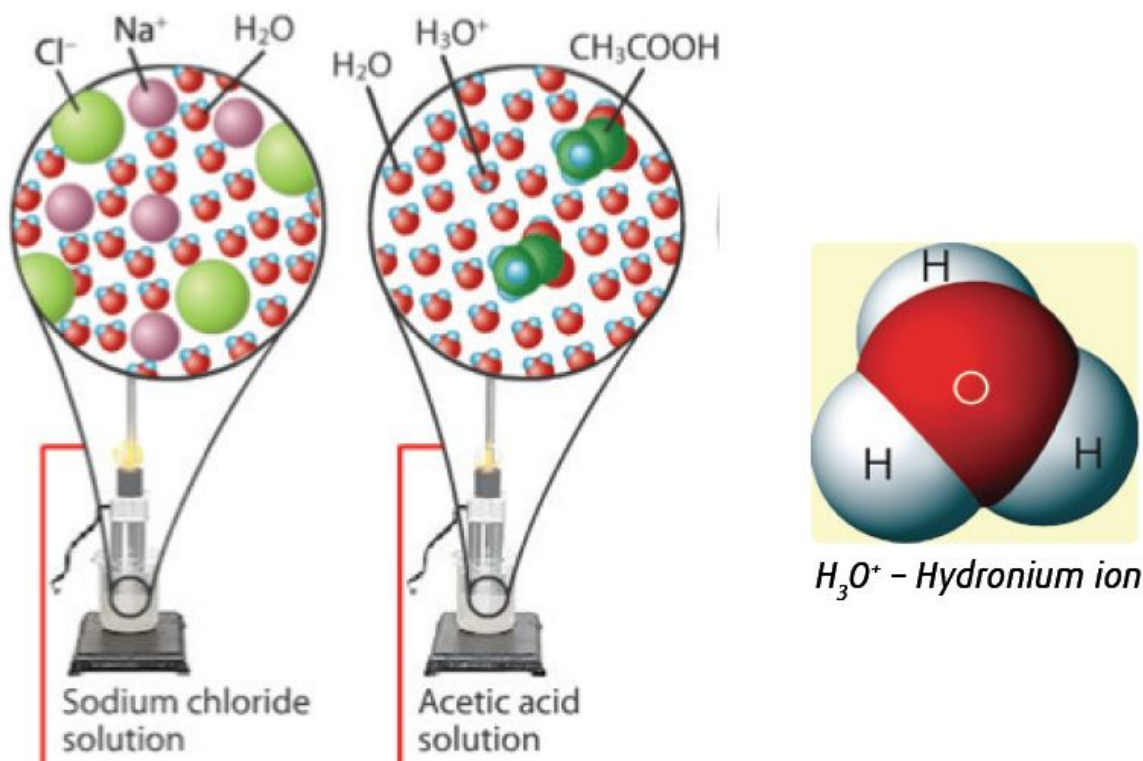


Теңдеулерлердің қосындысы:



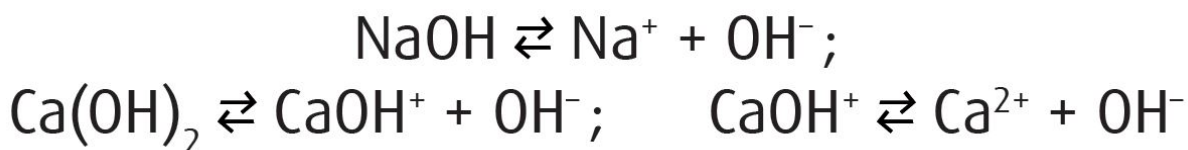
Осылайша, күкірт қышқылы да көпнегізді қышқылдар сияқты қышқыл және орта тұз түзе алады. Сонымен, барлық қышқылдар үшін ортақ элемент - бұл қышқылдардың жалпы қасиеттерін көрсететін сутегі ионы. Сондықтан электролиттік диссоциациялауға байланысты қышқылға берілуі мүмкін анықтама:

Қышқылдар - су ерітіндісінде H⁺ иондарын түзетін заттар.

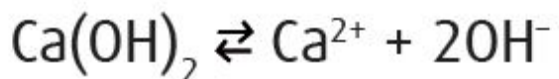


Негіздер

Негіздердің суда диссоциациялануы кезінде гидроксид OH^- иондары түзіледі. Біз негіздердің диссоциациясын төмендегідей жаза аламыз:



Теңдеулерлердің қосындысы:



Аммиак молекуласы NH_3 құрамында гидроксид OH^- ионы кездеспейді. Бірақ, ол да су молекуласы сияқты H^+ (протон) ионын төменде көрсетілгендей қабылдайды:

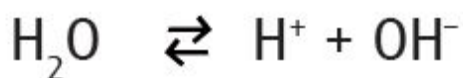


Бұл иондық реакцияда су молекуласы протондарды бөледі, аммиак протондарды өзіне қосып алып, нәтижесінде OH^- иондары түзіледі.

Көріп отырғанымыздай, H_2O молекуласы сутек ионын қабылдай да, бере де алады. Бұл қасиетіне орай су H_2O қышқыл да, негіз де болып әрекет ете алады.



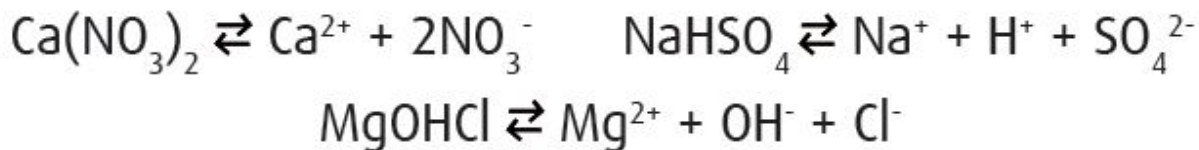
Қысқартылған иондық теңдеуі:



H^+ және OH^- иондары бірдей мөлшерде түзілетіндіктен су қышқыл-дық та, негіздік те қасиет көрсетпей, бейтарап ортаны көрсетеді.

Тұздар

Барлық тұздар төмендегідей иондарға диссоциацияланады:



Сулы ерітіндісінде катион мен аниондарға диссоциацияланатын тұздарды орта тұздарға жатқызамыз.

Laboratory work

№1. Қышқыл, сілті ерітінділерінің рН ортасын анықтау

Қышқылдар мен негіздердің рН ортасы заттардың аз мөлшерін дистилденген суда еруі арқылы және әмбебап индикатор ерітіндісінің бірнеше тамшысын (немесе қағазын) қосу арқылы табуға болады. Шыққан түс рН шкаласымен салыстырылады.

Құралдар-жабдықтар:

әмбебап индикатор (қағазы немесе ерітіндісі), қышқыл ерітінділері (CH₃COOH, HCl), сілті ерітінділері (NaOH, NH₃·H₂O), дистилденген су, сынауықтар.

Орындау тәртібі:

1. Сынауықтарға NaOH және аммиак ерітінділерін құйыңыз.
2. Басқа сынауықтарға тұз қышқылы және сірке қышқылы ерітінділерін құйыңыз.

3. Сынауықтардың әрқайсысына әмбебап индикаторының 2-3 тамшысын қосыңыз. Кестеге индикатор боялған түстерді жазыңыз. Түстерді 19-беттегі рН шкаласымен салыстырыңыз.

4. Нәтижелерді кестеге енгізіңіз.

Қауіпсіздік: Көзді қорғайтын көзілдірік киіңіз. Қышқыл және негіздермен жұмыс жасағанда абай болыңыз. Аммиак газының өткір иісінен абайлаңыз.

Solutions	Colours with universal indicator	pH
NaOH solution		
Ammonia solution		
HCl solution		
Vinegar		

Keep in mind

Электролиттік диссоциация қайтымды үрдіс, сондықтан қайтымдылық белгісі (\rightleftharpoons) жазылады.

Facts

Citrus fruits have a sour taste because they contain acids

Keep in mind

Көп тараған қышқылдар

Формуласы	Атауы
HCl	Тұз қышқылы
HNO ₃	Азот қышқылы
H ₂ S	Күкіртсутек қышқылы
H ₂ SO ₄	Күкірт қышқылы
H ₃ PO ₄	Фосфор қышқылы
CH ₃ COOH	Сірке қышқылы

Keep in mind

Негіздер – сулы ерітіндісінде OH⁻ (гидроксид) ионын түзетін заттар.

Аммоний ионының химиялық атауы оксоний ионының атауына ұқсайды.

Literacy

1. Why do some substances dissociate into ions in water?
2. Which of the following compounds produce a metal cation and hydroxide anion?
 - a) calcium hydroxide (Ca(OH)₂)

b) hydrochloric acid (HCl)

c) magnesium bromide (MgBr₂)

3. Write the dissociation processes of the following compounds:

a) sodium chloride (NaCl)

b) sulfuric acid (H₂SO₄)

c) potassium hydroxide (KOH)

d) acetic acid (CH₃COOH)

Terminology

- to donate - беру / отдавать;
- to accept - қабылдау / принимать;
- dissolution - еру / растворение;
- universal indicator - әмбебап индикаторы / универсальный индикатор;
- pH scale - рН көрсеткіш / шкала рН;
- aqueous - сулы / водный;
- polyprotic - көп негізді / многоосновной;
- hydronium ion - оксоний ионы / ион оксония;
- neutral medium - бейтарап орта / нейтральная среда;
- reversible - қайтымды / обратимый.

1.3 THE DEGREE OF DISSOCIATION. STRONG AND WEAK ELECTROLYTES

Why some acids are more corrosive than others?

You will:

- күшті және әлсіз электролиттерге мысал келтіру және олардың өзара айырмашылықтарын қарастыру, диссоциациялану дәрежесін анықтай білу.

Диссоциациялану дәрежесі электролиттің күшін көрсететін шама болып табылады және грек әрпімен α (альфамен) белгіленеді. Ол иондарға ыдыраған молекулалардың санының суда еріген молекулалардың жалпы санына қатынасымен анықталады:

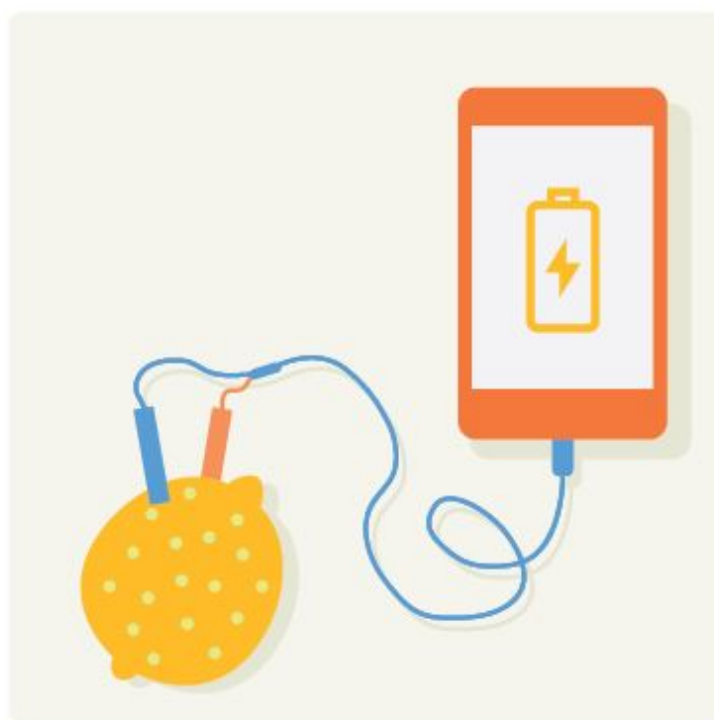
$$\alpha = \frac{N_i}{N_{tot}} \cdot 100 \%$$

N_i - диссоциацияланған молекулалар саны;

N_{tot} - барлық молекулалар саны.

Диссоциациялану дәрежесіне қарай электролиттер күшті, орташа және әлсіз болып жіктеледі.

Strong electrolytes strength	Electrolytes of medium strength	Weak electrolytes strength
$\alpha > 30 \%$	$3\% \leq \alpha \leq 30 \%$	$\alpha < 3 \%$
HNO_3 - 91 % HCl - 92 % NaCl - 84 % KOH - 84 % NaOH - 84 %	H_3PO_4 - 26 % HNO_2 - 6.5 %	CH_3COOH (acetic acid) - 1.3 % $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (NH_3) - 1.3 % H_2CO_3 - 0.17 % H_2S - 0.07 %

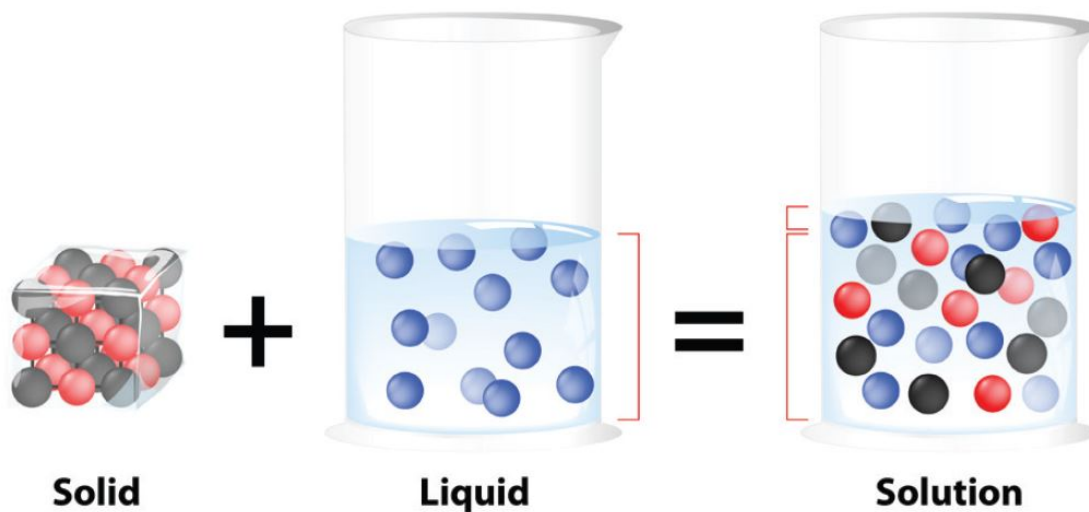


Lemon conducts electricity because it contains some ions

Электрөткізгіштігі жақсы ерітінділер күшті электролиттер болып табылады. Мысал ретінде натрий хлориді, тұз қышқылы және калий гидроксиді ерітінділерін айтуға болады. Егер ерітінділердің электрөткізгіштігі нашар болса олар әлсіз электролиттер деп аталады. Сірке қышқылы, құбыр суы және лимон шырыны әлсіз электролиттердің қатарына жатады.



Tap water is a poor conductor of electricity



Complete dissociation of solid electrolyte in a liquid.

Literacy

1. Lemon contains citric acid. Is it a strong or weak electrolyte?
2. Dissociation degree of a compound A is 70 %. Is it a strong or weak electrolyte?
3. 200 molecules were placed in the solution. Determine the degree of dissociation if dissociated 40 molecules.
4. Determine strong electrolytes from the followings, and write their dissociation reactions: H_2S , H_2SO_4 , HNO_2 , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Activity

Үй жағдайында әмбебап рН индикаторын жасау

Қызыл орамжапырақ шырыны құрамында әр түрлі ортада түсін өзгерте алатын антоцианды заттар бар. Күнделікті өмірде соларды индикатор ретінде қолдануға болады.

Құрал-жабдықтар:

қызыл орамжапырақ, қайнаған су, сүзгі қағаз, шыны ыдыстар, аммиак ерітіндісі, ас содасы ерітіндісі, лимон шырыны, сірке қышқылы ерітіндісі, химиялық стақандар.

Орындау тәртібі:

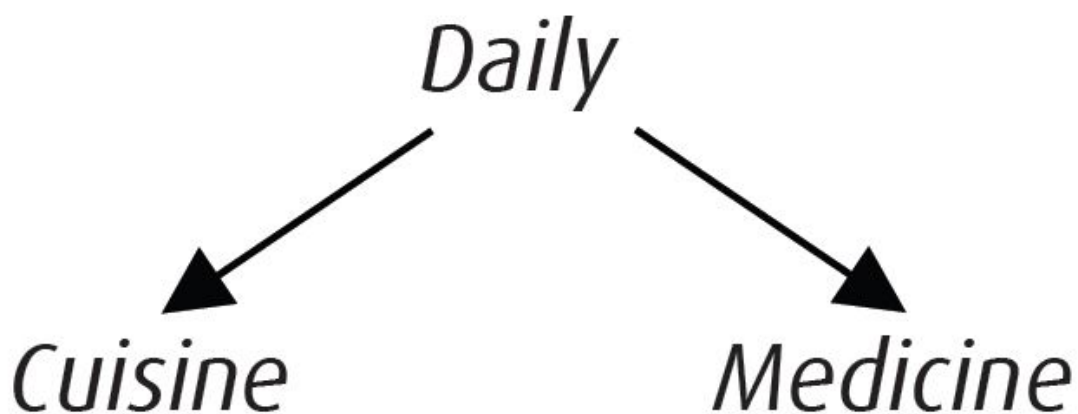
1. Химиялық стақандарға берілген ерітінділерден (қышқылдық, негіздік) құйыңыз.
2. Қызыл орамжапырақты майдалап кесіңіз.
3. Кесінділерді үлкен шыны ыдысқа салып, үстіне қайнаған су құйып араластырыңыз. 10 минуттай күтіңіз.
4. Дайындалған ерітіндіні сүзгі қағазбен сүзіңіз (ерітінді түсі күлгін-көк түс болуы керек).
5. Дайындалған индикатор ерітіндісінен әр стақанға шамамен 50-100 мл-ден құйып, түстерінің өзгеруін бақылаңыз.



Red cabbage

Facts

Acids which are used in daily life are mainly weak.



Cuisine	Medicine
Acetic acid (vinegar)	Acetylsalicylic acid (aspirin)
Citric acid	Boric acid
Malic acid	Ascorbic acid (vitamin C)

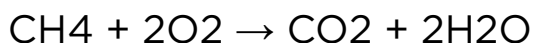
Keep in mind

Күшті электролиттер электр тогын жақсы өткізеді.

Әлсіз электролиттер электр тогын нашар өткізеді.

Solving problems

1. What mass of iron (III) oxide is produced when 8 g of iron metal reacts completely with oxygen gas?
2. What volume of hydrogen gas is produced when 14 g of zinc metal reacts with sulfuric acid solution?
3. If 62 g of phosphorus are burnt, what mass of P₂O₅ is produced?
4. If 24 g of carbon are burnt, what mass of CO₂ is produced?
5. Calculate the mole number of zinc sulfate formed when 250 ml of 0.2 M sulfuric acid is added to zinc carbonate.
6. Calculate the volume of CO₂ gas which is produced by burning 5 L of methane CH₄ in excess oxygen.



Terminology

- degree - дәреже / степень;
- citric acid - лимон қышқылы / лимонная кислота;
- malic acid - алма қышқылы / яблочная кислота;
- tap water - кұбыр суы / водопроводная вода;
- determine - анықтау / определять;
- red cabbage - қызыл орамжапырақ / краснокочанная капуста.

1.4 IONIC DOUBLE DISPLACEMENT REACTIONS

Why do gas bubbles form when you mix baking soda with vinegar?

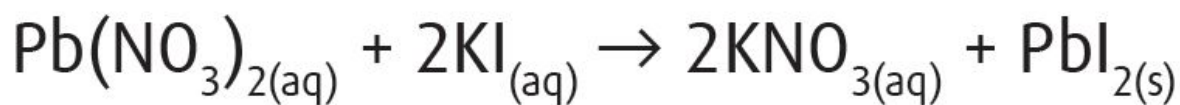
You will:

- ион алмасу реакцияларының орындалу шарттарын білу;
- ион алмасу реакция теңдеулерін молекулалық және иондық түрде жазу;

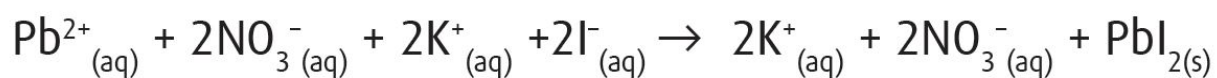
1. Тұнба түзіле жүретін реакциялар

Суда еритін ионды қосылыстардың су ерітінділері араласқан кезде, ерітінділердің иондары арасында реакция болуы мүмкін. Нәтижесінде, өнімдердің біреуі суда ерімейтін қосылыс - тұнба түзеді.

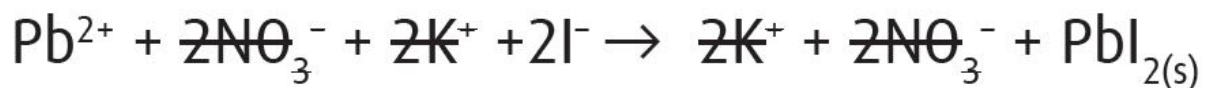
Қорғасын (II) нитраты $Pb(NO_3)_2$ мен калий иодиді KI арасындағы реакцияны қарастырайық. Реакция өнімдері ретінде KNO_3 және PbI_2 түзіледі. Ерігіштік кестесіне сәйкес, калий нитраты суда ериді, бірақ қорғасын (II) иодиді ерімейді. Сондықтан, ерімейтін қорғасын (II) иодиді кристалдары ыдыстың түбінде сары тұнба ретінде шөгеді:



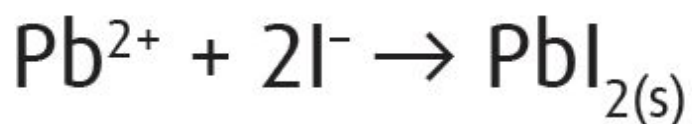
Енді тұнбаның пайда болуы үшін қандай иондардың қатысқанын қарастырайық. Оны анықтау үшін алдымен барлық еритін тұздарды иондарға бөліп жазамыз:



Сосын, теңдеудің екі жағында да кездесетін бірдей иондарды қысқартамыз:



Нәтижесінде, қысқартылмай қалған иондар тұнба түзуге қатысқан иондар екендігін аңғарамыз:



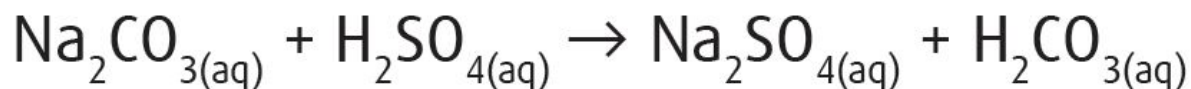
Бұл қысқартылған иондық теңдеу бізге Pb^{2+} және I^- иондарының бір ерітіндіде ион күйінде бола алмайтындығын көрсетеді.



Formation of $\text{Cu}(\text{OH})_2$ precipitate

2. Газ бөліне жүретін реакциялар

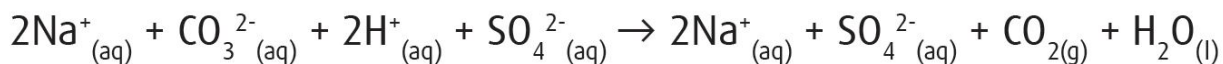
Күкірт қышқылы ерітіндісіне натрий карбонаты ерітіндісін қосып көрейік:



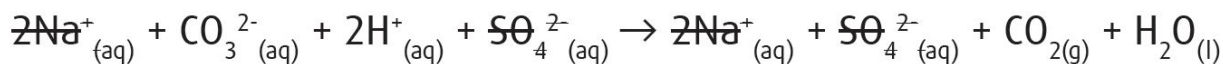
Нәтижесінде, натрий сульфаты Na_2SO_4 мен көмір қышқылы H_2CO_3 түзіледі. Бірақ, көмір қышқылы H_2CO_3 өте әлсіз қышқыл болғандықтан, көмірқышқыл газы CO_2 мен суға H_2O тез ыдырайды:



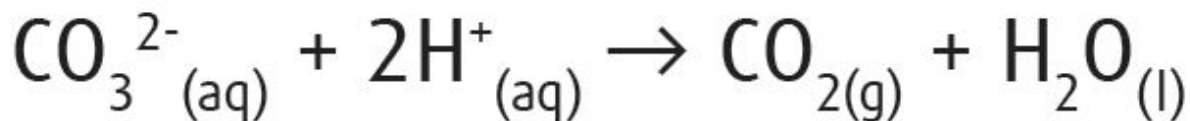
Реакцияның иондық теңдеуін жазып көрейік. Ол үшін барлық еритін тұздарды иондарға ыдыратамыз:



Теңдеудің екі жағындағы бірдей иондарды қысқартамыз:



Қысқартылған иондық теңдеу мына түрге келеді:





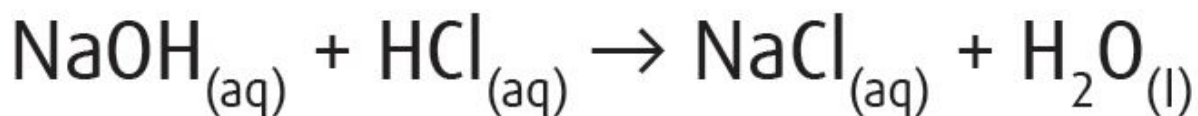
Gas evolution



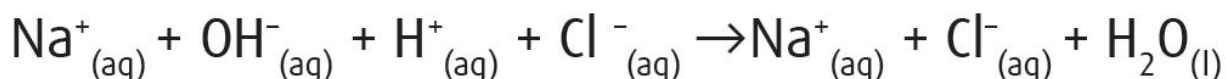
Baking soda and vinegar

3. Су немесе басқа әлсіз электролиттер түзіле жүретін реакциялар

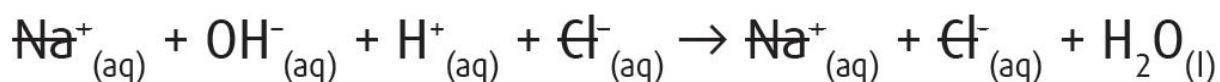
Натрий гидроксиді ерітіндісі мен тұз қышқылы ерітінділерін араластырып көрейік:



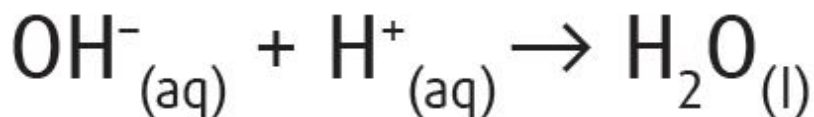
Реакция нәтижесінде натрий хлориді мен су түзіледі. Реакцияның иондық теңдеуін жазсақ (барлық еритін тұздарды иондарға ыдыратамыз):



Теңдеудің екі жағындағы бірдей иондарды қысқартамыз:



Қысқартылған иондық теңдеу:



Practice work

№1. Ион алмасу реакциялары

Құрал-жабдықтар:

темір (III) хлориді FeCl_3 ерітіндісі, натрий гидроксиді NaOH ерітіндісі, тұз қышқылы HCl ерітіндісі, натрий карбонаты

Na_2CO_3 ерітіндісі, әмбебап индикатор ерітіндісі (не қағазы), сынауықтар.

Орындау тәртібі:

1. Темір (III) хлориді ерітіндісі мен натрий гидроксиді NaOH ерітіндісін араластыру арқылы тұнба алыңыз.
2. Натрий карбонаты Na_2CO_3 ерітіндісі мен тұз қышқылы HCl ерітіндісін араластырып газдың пайда болғанына назар аударыңыз.
3. Натрий гидроксиді NaOH ерітіндісі мен тұз қышқылы HCl ерітіндісін араластырып, индикатормен бейтарап орта пайда болғанына көз жеткізіңіз.

Қауіпсіздік: Көзді қорғайтын көзілдірік киіңіз. Қышқыл және негіздермен абай болыңыз.

Keep in mind

Қысқартылған иондық теңдеу - нақты реакцияға қатысушы иондарды қамтитын теңдеу.

Keep in mind

Су өте әлсіз электролит болып табылады, себебі, су молекуласының иондарға ыдырауы өте аз шамада болады.

Terminology

- double displacement - алмасу реакциясы / реакция обмена;
- neutralization - бейтараптану / нейтрализация;
- precipitate - тұнба / осадок;
- soluble - еритін / растворимый;
- insoluble - ерімейтін / нерастворимый;
- net ionic equation - қысқартылған иондық теңдеу / сокращенное ионное уравнение;
- reactant - реагент / реагент;
- solubility table - ерігіштік кестесі / таблица растворимости.

1.5 CHEMICAL PROPERTIES OF ACIDS, BASES, SALTS IN TERMS OF THE ELECTROLYTIC DISSOCIATION THEORY

Why sodium hydroxide NaOH is so effective as a drain cleaner?

You will:

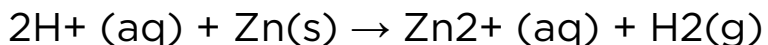
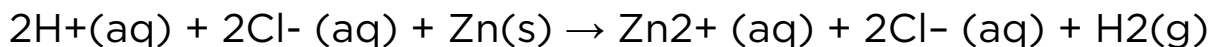
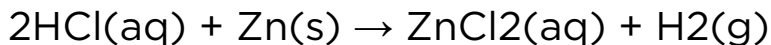
- қышқылдар, еритін және ерімейтін негіздер, орта тұздардың химиялық қасиеттерін көрсететін реакция теңдеулерін молекулалық және иондық түрде құрастыру.

Қышқылдардың химиялық қасиеттері

а. Қышқылдар белсенді металдармен реакцияға түсіп, тұз және сутек газын түзеді:



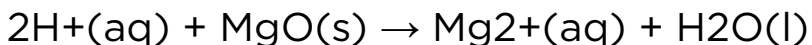
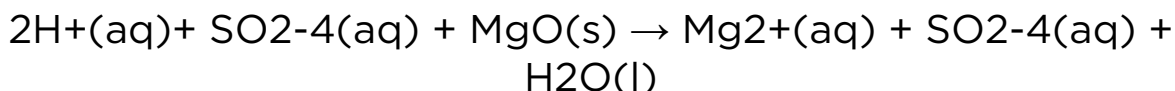
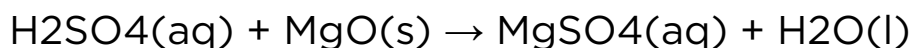
Мысалы:



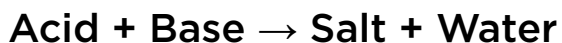
б. Қышқылдар негіздік оксидтермен әрекеттесіп тұз және су түзеді:



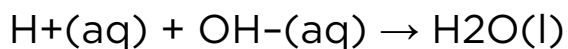
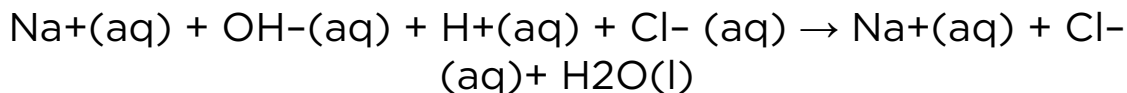
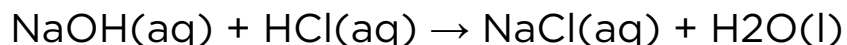
Мысалы:



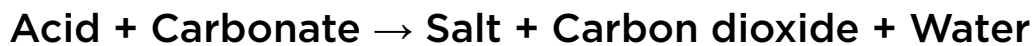
с. Қышқылдар негіздермен әрекеттесіп тұз және су түзеді. Бұл реакция бейтараптану реакциясы деп аталады:



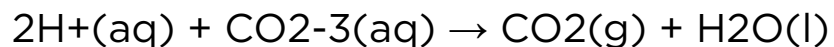
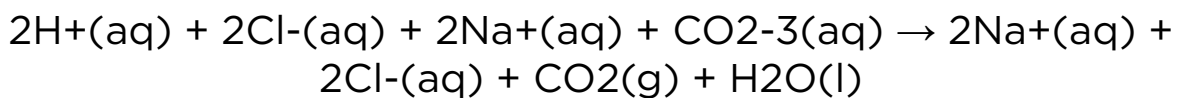
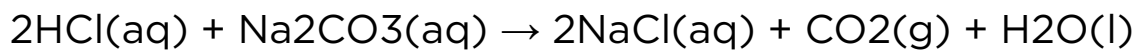
Мысалы:



d. Қышқылдар карбонаттармен әрекеттескенде тұз, көмірқышқыл газын және су түзеді:



Мысалы:





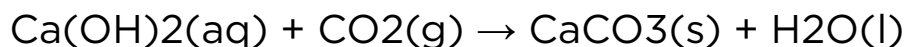
Concentrated solution of hydrochloric acid



Formation of CO₂ gas in soda drinks

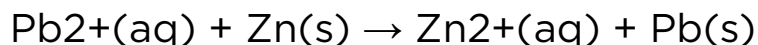
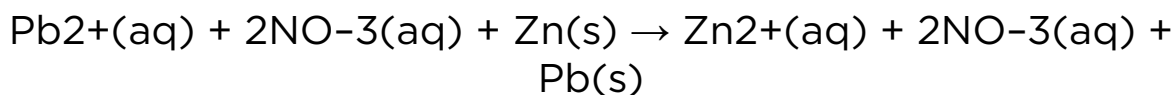
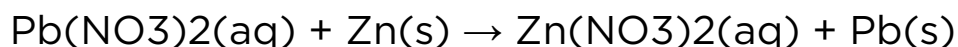
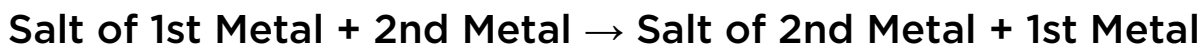
Негіздердің химиялық қасиеттері

Негіздер қышқылдық оксидтермен реакцияласып, тұз және су түзеді:



Тұздардың химиялық қасиеттері

Тұз ерітінділері металдармен реакцияға түседі. Бұл реакцияның өнімдері жаңа тұз бен жаңа металл болып табылады:





Result of the reaction between Zn
with lead (II) nitrate

Activity

5 минут ішінде қанша химиялық реакция жаза аласыз?

Ойынды ойнау үшін 2 не 3 топқа бөліну керек.

1. Топпен қатар жасаңыз. Топтар бір-біріне параллель болуы керек.
2. Топтың бірінші мүшесі сабақта өткен реакциялардың бірін алып тақтаға мысал келтіреді.
3. Содан кейін ол топтық қатардың соңына шығады.
4. Келесі оқушылар осы әрекеттерді қайталау керек.
5. Сіздерде тек 5 минут бар. Реакцияларды тексеріп, ұпайларды санаңыз.
6. Әрбір дұрыс мысал үшін 1 ұпай беріңіз. Жоғары ұпай жинаған топ жеңімпаз болады.

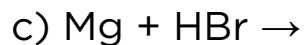
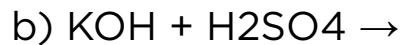
Facts

Fizzy drinks contain carbonic acid. It is unstable compound. The bubbles of carbon dioxide are formed in the drink due to this acid.

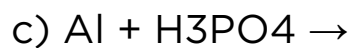
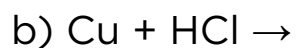
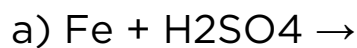
Literacy

1. Finish and balance the following equations:





2. Identify which of the following reactions produce salt and release gas. Write the products and the net ionic equations.



Terminology

- to displace - орынбасу / заменить;
- fizzy drink - газды сулар / газировки;
- bubbles - көпіршіктер / пузыри;
- to release - бөліп шығару / выделять.

1.6 HYDROLYSIS OF SALTS

Does pH of soil affects the colour of flowers?

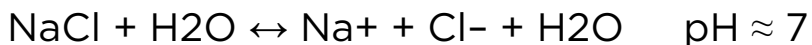
You will:

- pH мәндеріндегі айырмашылықты анықтау;
- орта тұз ерітіндісінің реакция ортасын болжау.

Тұздар суда еріген кезде катиондар мен аниондарға диссоциацияланады. Осы иондардың кейбірі сумен әрекеттесіп, судың бейтарап ортасын өзгертіп, гидролизденеді. Тұздар гидролизі - тұздардың сумен әрекеттесіп, нәтижесінде әлсіз электролит түзетін алмасу реакциясы. Бірақ, барлық иондар гидролиз реакцияларына түсе алмайды.

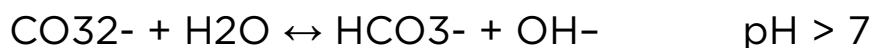
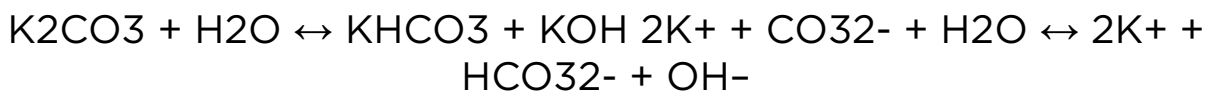
- Күшті негіздердің катиондары (Li^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Ba^{2+}) және
 - күшті қышқылдардың аниондары (SO_4^{2-} , Cl^- , Br^- , I^- , NO_3^-) сумен әрекеттеспейді (бейтарап орта).
 - Әлсіз негіздердің катиондары (NH_4^+ , Cu^{2+} , Fe^{2+}) сумен әрекеттесіп оксоний ионын H_3O^+ түзеді (қышқылдық орта).
 - Әлсіз қышқылдардың аниондары (F^- , CH_3COO^- , CO_3^{2-} , CN^-) сумен әрекеттесіп гидроксид OH^- ионын түзеді (негіздік орта).

Енді, NaCl, Na₂CO₃ және NH₄Cl тұздары ерітінділерінің гидролиз теңдеулерін жазсақ. Натрий хлориді суда ерігенде, натрий Na⁺ мен хлорид Cl⁻ иондары бөлінеді:



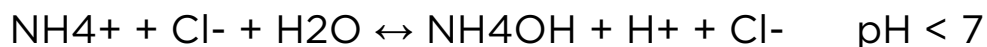
Na⁺ күшті негіздің (NaOH) катионы және Cl⁻ күшті қышқылдың (HCl) анионы болып табылады. Осылайша, ешқандай ион гидролизге ұшырамайды, сол себепті натрий хлоридінің ерітіндісі бейтарап орта көрсетеді.

Калий карбонаты ерітіндісінде калий K⁺ және карбонат CO₃²⁻ иондары болады. K⁺ күшті негізден (KOH) және CO₃²⁻ ионы әлсіз қышқылдан (H₂CO₃) түзілген. Осылайша, тек карбонат иондары (CO₃²⁻) сумен әрекеттесіп, гидроксид иондарын бөледі:

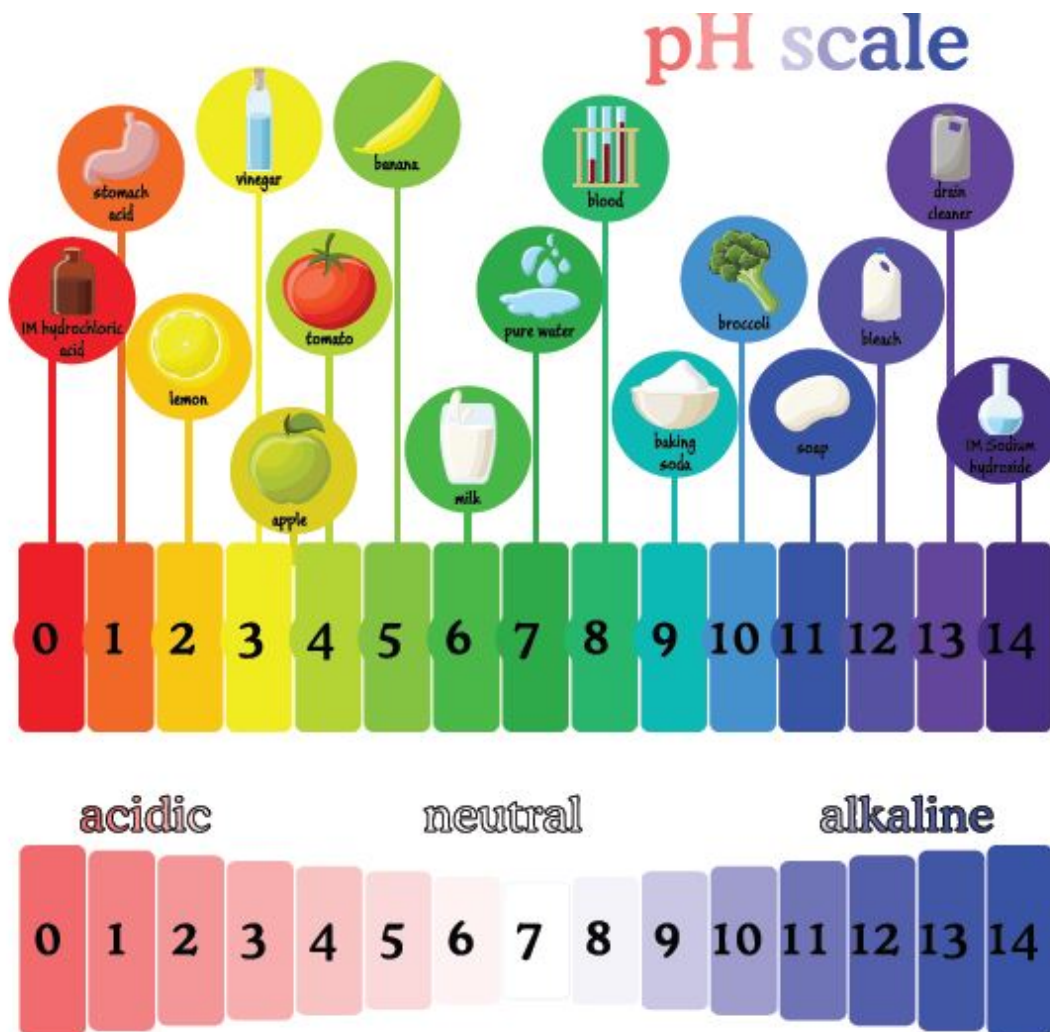


Пайда болған гидроксид OH⁻ ионы калий карбонатының ерітіндісінің негіздік қасиетін көрсетеді. Сол себепті, калий карбонатының ерітіндісі лакмус қағазын көк түске бояйды.

Аммоний хлориді ерітіндісінде аммоний NH₄⁺ және хлорид Cl⁻ иондары бар. Cl⁻ күшті қышқылдың (HCl) анионы болғандықтан, ол гидролиз реакциясына ұшырамайды. NH₄⁺ - әлсіз негіздің (NH₄OH) катионы. Сондықтан, ол оксоний ионын H₃O⁺ түзу үшін гидролизге ұшырайды:



Аммоний хлоридінің ерітіндісі әсерінен пайда болған оксоний ионы H_3O^+ қышқылдық қасиет көрсетеді. Ерітінді лакмус қағазын қызыл түске өзгертеді.



The pH value of some substances



Handmade soap



Soap gives basic medium

Laboratory work

№2. Тұздар гидролизі

Кейбір тұздар суда гидролизге ұшырауы мүмкін. Күшті қышқылдар мен күшті негіздердің аниондары мен

катиондары гидролизге ұшырамайды. Бірақ, әлсіз қышқылдар мен негіздердің аниондары мен катиондары гидролизге ұшырайды.

Құралдар-жабдықтар:

стақандар, шыны таяқша, әмбебап индикатор, натрий хлориді, натрий карбонаты, аммоний сульфаты, қорғасын (II) нитраты, натрий фосфаты.

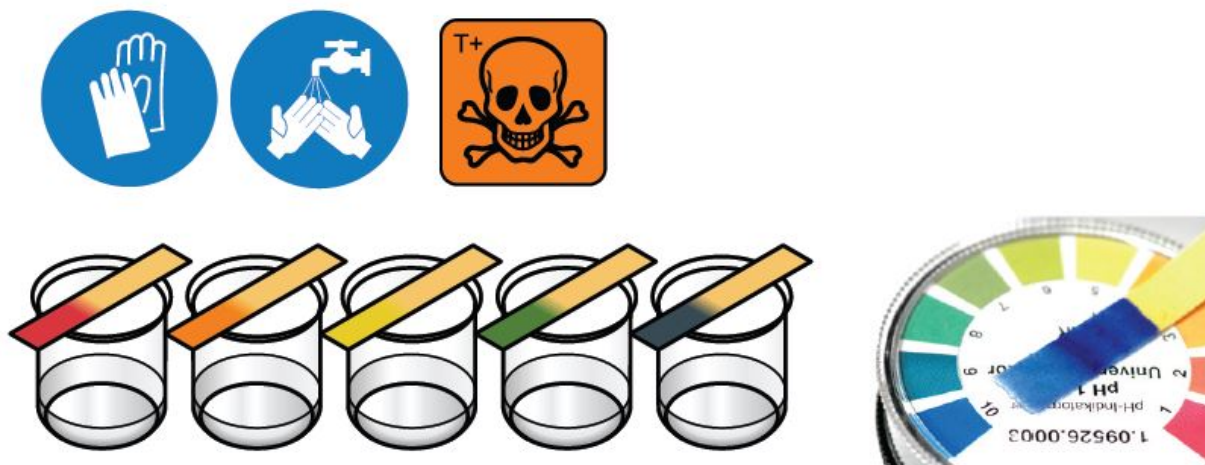
Орындау тәртібі:

1. Тұздардың сулы ерітіндісін жеке-жеке стақандарға дайындаңыз.
2. Әрбір ерітіндіде жүретін гидролизді әмбебап индикатор көмегімен тексеріңіз.

Бақылау сұрақтары:

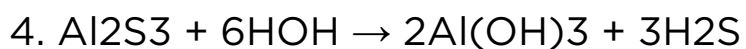
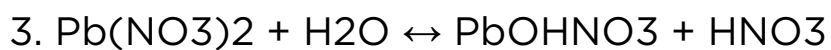
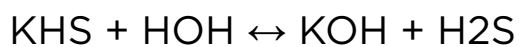
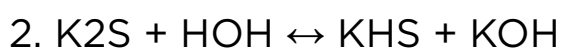
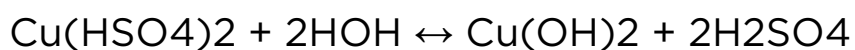
1. Қандай тұздар гидролизге ұшырамайды? Неліктен?
2. Гидролизге ұшыраған тұздардың қайсысы қышқылдық орта көрсетеді?
3. Тұздардың гидролиздену реакцияларын жазыңдар.

*Қауіпсіздік: Көз қорғайтын көзілдірік киіңіз.
Қорғасын қосылыстарының ерітінділері улы болып келеді,
эксперимент соңында қолыңызды мұқият жуыңыз.*



Keep in mind

Examples of molecular equations of salt hydrolysis



Facts

The flowers of a hydrangea bush are blue when grown in acid soil and pink when the soil pH is alkaline.



Flowers of hydrangea

Literacy

1. What does hydrolysis of salts mean?
2. Write hydrolysis reactions for solutions of the following salts: FeCl_3 , K_2CO_3 , Na_2S .
3. Predict whether the solutions of the following salts are acidic, basic or neutral:
 - a. CuCl_2
 - b. NaNO_3
 - c. LiCN

Terminology

- hydrolysis - гидролиз;
- pH value - рН көрсеткіш / значение рН;
- medium - орта / среда;
- soil - топырық / почва;
- hydronium - гидроксоний;
- to derive - алу / получить;
- undergo - жүру / пройти;
- to reduce - азайту / уменьшить;
- hydrangea - гортензия гүлі / цветок гортензия.

Problems: Electrolytic dissociation

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

- a. The solute in a solution is always a solid.
- b. The precipitation is the formation of gas.....
- c. Water is an example of a weak electrolyte.....
- d. Solutions are homogeneous mixtures.....
- e. An accumulator is a device in which sulfuric acid is used as an electrolyte.

2. Classify each of the following substances as a strong electrolyte, weak electrolyte or nonelectrolyte:

- a. Acetic acid solution b. Sugar solution
- c. Ammonia solution d. Sodium chloride solution
- e. Alcohol solution f. Hydrochloric acid solution
- g. Sodium hydroxide solution

3. In three different beakers, solutions of table salt, sugar, and acetic acid are given. How can you identify them without tasting?

4. Write the dissociation processes of the following compounds:

a. potassium chloride, KCl

b. nitric acid, HNO₃

c. lithium hydroxide, LiOH

d. acetic acid CH₃COOH

5. 300 molecules were placed in the solution. Determine the degree of dissociation if dissociated 75 molecules.

6. Calculate concentration of ions in 0.01 molar solution of barium hydroxide, if $\alpha=85\%$.

7. Characterize each of the following compounds

Compound	Acid, Base or Salt	Electrolyte (strong, weak, non-)	Products of dissociation
CaSO ₄		strong	
KOH	Base		

NaCl			Na ⁺ , Cl ⁻
H ₂ SO ₄			
H ₂ CO ₃			
HF			
C ₆ H ₁₂ O ₆ (glucose)			
NH ₃			
C ₂ H ₅ OH (alcohol)			

8. Predict whether the solutions of the following salts are acidic, basic, or neutral. Write all possible reactions.

a. KF b. NH₄I c. Cu(NO₃)₂ d. NH₄Br e. KI f. Na₃PO₄

9. Calculate the molar concentration of Al³⁺ and SO₄²⁻ in the solution, if the molar concentration of aluminum sulfate is 0.001 mol/L and degree of dissociation is 80 %.

10. In two different test tubes there are two solids, sodium chloride and silver chloride. How can you identify them?

11. We have 6 test tubes with magnesium chloride. Add to each test tube following solutions.

1. NaOH

2. K₂SO₄

3. Na₂CO₃

4. Zn(NO₃)₂

5. K₃PO₄

6. Na₂SO₄

Write the chemical and net ionic equations for the possible reactions.

CHAPTER 2: QUALITATIVE ANALYSIS OF INORGANIC COMPOUNDS

2.1 QUALITATIVE REACTIONS FOR CATIONS

How can we use a flame to identify the presence of metal in a compound?

You will:

- Li^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Cu^{2+} металл катиондарын анықтау үшін жалын түсінің боялу реакциясын жүргізу және сипаттау;
- Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} катиондарын анықтау үшін сапалық реакция жүргізу.

Катиондарға сапалық анализ

Tested Cation	Reagent	Result
Ag ⁺	Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻	Ақ тұнба, ақ тұнба
Cu ²⁺	OH ⁻ S ²⁻	Көк тұнба Қара тұнба
Mg ²⁺	OH ⁻	Ақ тұнба
Fe ²⁺	OH ⁻	Жасыл тұнба
Fe ³⁺	OH ⁻	Қызыл-қоңыр тұнба
Zn ²⁺	OH ⁻ S ²⁻	Ақ тұнба (артық мөлшердегі сілтіде ериді) Ақ тұнба
Pb ²⁺	S ²⁻	Қара тұнба
NH ₄ ⁺	OH ⁻	Өткір иісті аммиак газы түзіледі
Ba ²⁺	SO ₄ ²⁻ , CO ₃ ²⁻	Ақ тұнба, ақ тұнба
Al ³⁺	OH ⁻	Ақ тұнба (артық мөлшердегі сілтіде ериді)

Laboratory work

№3. Li⁺, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Sr²⁺, Ba²⁺, Cu²⁺ катиондарын жалынының түсі бойынша анықтау

Әртүрлі металл иондары спиртшам жалынын түрлі түске бояйды. Сондықтан, спиртшам жалыны белгісіз металл иондарын анықтауда пайдаланылады. Бұл зертханалық жұмыста түрлі металл иондарының өзіне тән түстерін байқаймыз.

Құрал-жабдықтар:

калий, литий, кальций, барий, мыс және стронций тұздары, шыны ыдыстар, 100 мл стақандар, спиртшам, сым таяқша.

Орындау тәртібі:

1. 1 М тұз ерітінділерін дайындаңыз.

2. Спиртшамды тұтатыңыз.
3. Натрийдің тұзды ерітіндісінен ылғал сыммен сынама алып, оны жалынның үстіне ұстаңыз.
4. Жалын түстерінің өзгерісін байқап, төмендегі кестені толтырыңыз.
5. Басқа металл тұздарының ерітінділеріне алдыңғы қадамдарды қайталаңыз және төмендегі кестені толықтырыңыз.
6. Сізге берілген белгісіз үлгіні жалынмен анықтап, үлгідегі металл ионын анықтаңыз.



SAFETY: Wear eye protection.



Бақылау сұрақтары:

1. Қай катиондардың жалындары ұқсас түстерге ие?
2. Бір үлгідегі әртүрлі металдарды анықтау үшін спиртшам жалынын пайдалана аламыз ба? Түсіндіріңіз.

Metallic ion	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Ba ²⁺	Sr ²⁺	Cu ²⁺
Flame colour							

Laboratory work

№4. Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} катиондарына сапалық реакциялар

Металл гидроксидтерінің суда ерігіштігі әртүрлі. Мысалы, суда еритін ауыспалы металл тұздары сілті ерітінділерімен түсті тұнбалар береді. Аналитикалық химияда металл гидроксидтерінің түстері арқылы белгісіз металдарды сапалық анықтау әдісі кеңінен қолданылады.

Құрал-жабдықтар:

сынауықтар, тамшуыр, темір (III) хлориді, темір (II) сульфаты, мыс (II) хлориді / сульфаты, калий, натрий гидроксиді 1 М ерітінділері.

Орындалу тәртібі:

1. 3 сынауыққа әрқайсысына 10 мл-ден темір (III) хлориді, темір (II) сульфаты, мыс (II) хлориді / сульфаты ерітінділерін құйыңыз.
2. Әрбір сынауыққа тамшуырмен сілтінің 7-10 тамшысын қосыңыз.
3. Шыққан нәтижелерді (тұнба түстерін) кестеге жазыңыз.

Бақылау сұрақтары:

1. Жүрген реакциялардың молекулалық, иондық теңдеулерін жазыңыз.
2. Құрамында Cu^{2+} және Fe^{2+} бар қосылыстарын анықтаудың басқа жолдарын ұсыныңыз.

	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Cu^{2+}
Base solution			

Keep in mind

Әрбір ионның өзіне тән химиялық қасиеті бар.

Keep in mind

$\text{Fe}(\text{OH})_2$ - green

$\text{Fe}(\text{OH})_3$ - reddish brown

$\text{Cu}(\text{OH})_2$ - blue

Science in context

Отшашулардың жарқырап жануы химиялық реакцияға жатады. Пиротехникалық «жұлдыздар» арқылы түрлі-түсті

отшашулар шығарылады. Түрлі түсті «жұлдыздар» бес негізгі ингредиенттен құралады:

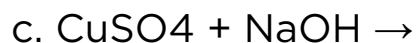
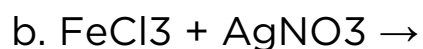
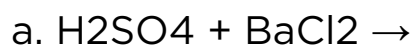
- қызыл - Sr^{2+} ионы,
- қызғылт - Ca^{2+} ионы,
- сары - Na^{+} ионы,
- жасыл - Ba^{2+} ионы,
- көк-жасыл - Cu^{2+} ионы.



Fireworks

Literacy

1. Complete the reactions, write net ionic equations:



2. Which of the following compounds will react with iron (II) chloride? Write molecular and net ionic equations.



3. Suggest molecular equation for the following net equations:



Terminology

- qualitative - сапалық / качественный;
- several - бірнеше / несколько;
- flame - жалын / пламя;
- analysis - талдау / анализ;
- precipitate - тұнба / осадок;
- wood stick - ағаш кесінді / деревянная палочка.

2.2 QUALITATIVE REACTIONS FOR ANIONS

How can you prove a sample of mineral water contains certain anions?

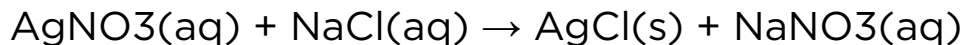
You will:

- кейбір аниондар үшін сапалық реакциялар жүргізу.

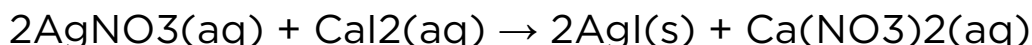
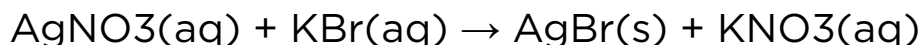
Аниондарға сапалық анализ

Аниондар	Реагент	Нәтижесі
Cl^-	Ag^+ , Pb^{2+}	Ақ тұнба, қар тәрізді ақ тұнба
Br^-	Ag^+	Ашық сары тұнба
I^-	Ag^+	Сары тұнба
SO_4^{2-}	Ba^{2+}	Ақ тұнба
PO_4^{3-}	Ag^+	Сары тұнба
S^{2-}	Cu^{2+} , Pb^{2+} , Ag^+ Cd^{2+}	Қара тұнба Сары тұнба
CO_3^{2-}	H^+	Көмірқышқыл газының түзіліп, әк суының лайлануы
OH^-	Индикатор	Түс өзгерісі

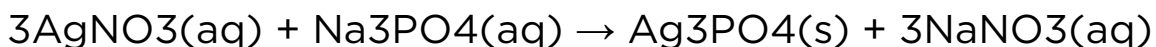
Алдыңғы сабақтан түсінгеніңіздей, белгісіз ионды анықтау үшін оған сапалық реакция жүргізу керек. Анықтауға арналған кең тараған реакция типі - тұнба түзілу реакциялары. Кейбір аниондарға сапалық реакциялар кестеде келтірілген. Мысалы, күміс катионы хлорид анионымен ақ тұнба түзеді:



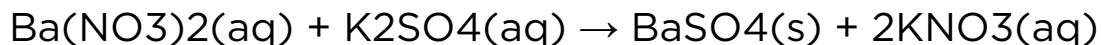
Сондай-ақ, бромид Br⁻, иодид I⁻ иондарын анықтау үшін де күміс нитраты реагент ретінде қолданылады. Реакция нәтижесінде қоймалжың сары тұнба AgBr мен сары тұнба AgI түзіледі:



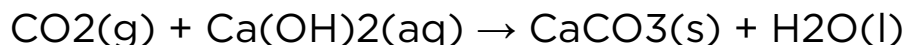
Жоғарыда көрсетілген реакцияларға қосымша, фосфат PO₄³⁻ иондарын анықтау үшін күміс нитраты қолданылады. Нәтижесінде, сары тұнба түзіледі:



Барий Ba²⁺ иондары сульфат SO₄²⁻ ионын сапалық анықтауға қолданылады. Нәтижесінде, барий сульфатының BaSO₄ ақ тұнбасы пайда болады:

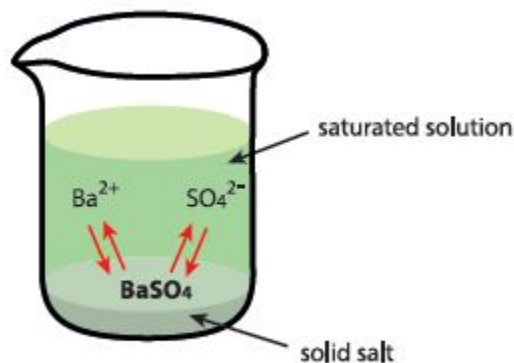


Алайда, иондарды сапалық анықтаудың тағы бір жолы - газ бөле жүретін реакциялар. Мысал ретінде, карбонат иондарын анықтауға қышқыл ерітіндісін қолдануға болады, реакцияның сапалық өнімі ретінде көмірқышқыл газы бөлінеді. Бөлінген газды әк суы арқылы өткізгенде ерітінді лайланады (тұнба пайда болады):





Chlorine test in blood



Determination of sulfate-ion

Keep in mind:

Химиялық реакцияларда аниондардың жеке типтік қасиеттері бар.

Facts

Barium sulfate BaSO_4 is one of the components of “Lego” constructors.



LEGO toys

Literacy

1. Given three solutions: Na_2CO_3 , KI , Na_2SO_4 . Which cations and anions should be used to indicate them.
2. Write the total and the net ionic equations for the following compounds. Water solutions of:
 - a. copper (II) sulfate and sodium hydroxide
 - b. sodium carbonate and calcium chloride
 - c. zinc hydroxide and nitric acid
3. You suspect a sample of tap water contains sulfate and iodide anions. How can you identify them?

Activity

“Алтын жаңбыр”

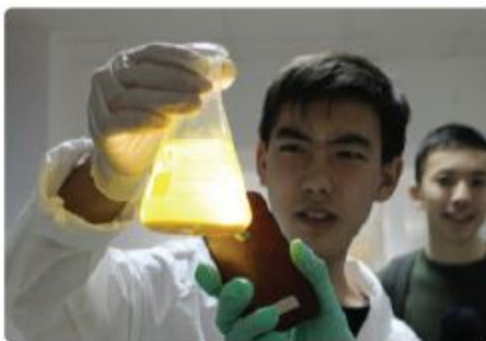
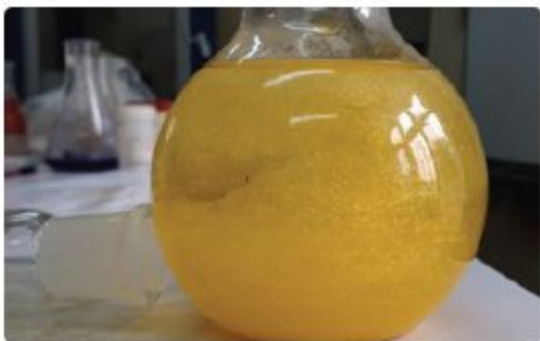
Калий иодиді мен қорғасын нитратының реакциясы нәтижесінде ерімейтін сары тұнба түзіледі. Бұл сапалық қасиет Pb^{2+} және I^- иондарын анықтау үшін қолданылады. Түзілген қорғасын иодиді PbI_2 ыстық суда еріп, қайта суытқанда алтын түсті қорғасын иодиді PbI_2 қайта кристалданып, түзіледі.

Орындалу тәртібі:

1. Калий иодидінің сулы ерітіндісін дайындаңыз (150 мл суға 1 г тұз).

2. Екінші стақанға қорғасын (II) нитратының ыстық ерітіндісін (150 мл суға 1 г тұз) дайындаңыз.
3. Калий иодиді ерітіндісіне ыстық қорғасын (II) нитратының 7-10 тамшысын қосыңыз. Реакциядан кейін сары тұнба пайда болады. Алынған тұнбаны сол ерітіндіден тағы қосып, шайқаңыз. Тұнба жылы суда еріп кетеді.
4. Ерітінді салқындағаннан кейін ерітілген қорғасын иодиді алтын сары түсті кристалдарды түзе отырып қайта кристалданады.

ҚАУІПСІЗДІК: Қорғасынның тұздарының ерітінділері улы болып табылады, эксперимент кезінде қолғап киіңіз. Тәжірибеден кейін қолдарыңызды жуыңыз.



Laboratory work

№5. Qualitative analysis of inorganic compounds

Carbonate test for calcium cation

Materials:

$\text{Ca}(\text{OH})_2$, Na_2CO_3 solutions, test tubes.

Procedure:

1. Pour 6-8 drops of the limewater $\text{Ca}(\text{OH})_2$ solution in a test tube.
2. Add 1-2 drops of sodium carbonate Na_2CO_3 solution. Look for a white precipitate.
3. Write chemical reactions.

Test for ammonium cation

Materials:

NaOH , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ solutions, test tubes.

Procedure:

1. Pour 5-6 drops of the ammonium sulfate $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ solution in a test tube.
2. Add 1-2 drops of sodium hydroxide NaOH solution. You may notice the smell of ammonia gas. Test the ammonia gas with wet litmus indicator paper.
3. Record the results.

Terminology

- to suspect - сезіктену / подозревать;
- to behave - істеу / вести себя (поведение);
- constructor - құрастырғыш / конструктор;
- recrystallization - қайта кристалдандыру / перекристаллизация.

2.3 QUALITATIVE ANALYSIS OF UNKNOWN SALT SOLUTION

If you find unlabeled mineral, how would you identify it?

You will:

- белгісіз заттардағы катион және аниондарды анықтау тәжірибесінің жоспарын құру және оны практикада жүзеге асыру.

Бізге белгісіз құрамды бір заттың құрамын анықтау керек болсын. Осы жағдайда құрамын анықтайтын кейбір анализ түрлері қолданылады. Бұл анализ түрлері белгісіз зат құрамындағы катиондар мен аниондарды анықтайтын химиялық реакцияларға негізделеді. Әрбір катионда не анионды ғана анықтайтын реакция түрі сапалық талдау деп аталады. Тұнбаның пайда болуы немесе газдың түзілуі - белгісіз химиялық заттарды анықтаудың негізгі мысалдары болып табылады.

Бұрын айтқанымыздай, белгісіз иондарды анықтаудың көптеген жолдары бар. Бірақ, біз қолдануға болатын қарапайым мысалдарды ғана көрсетеміз. Иондарды сапалық анықтаудың жолы ретінде екі сызбаны келтірейік.



Chemical analysis conducted by a girl in lab

Keep in mind

Арнайы химиялық реакцияларды пайдаланып, қосылыс құрамындағы катионды немесе анионды анықтауға болады.

Science in context

Сапалық талдау тамақ сапасын, медицинада, топырақ құрамын, су тазалығын анықтауда және т.б. көптеген жерде қолданылады.



Water purity analysis

Practice work

№2. Белгісіз қосылысты анықтау

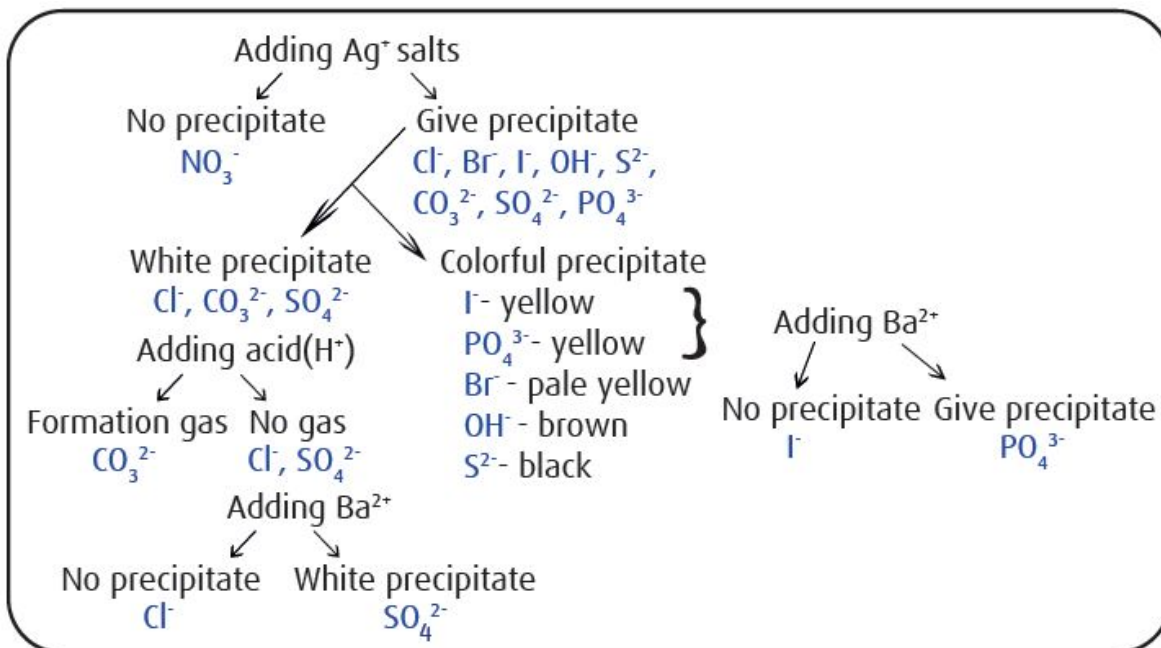
Құрал-жабдықтар:

250 мл стақан, дистилденген су, белгісіз зат (мұғалімнің таңдауы бойынша), сынауықтар, тамшуырлар.

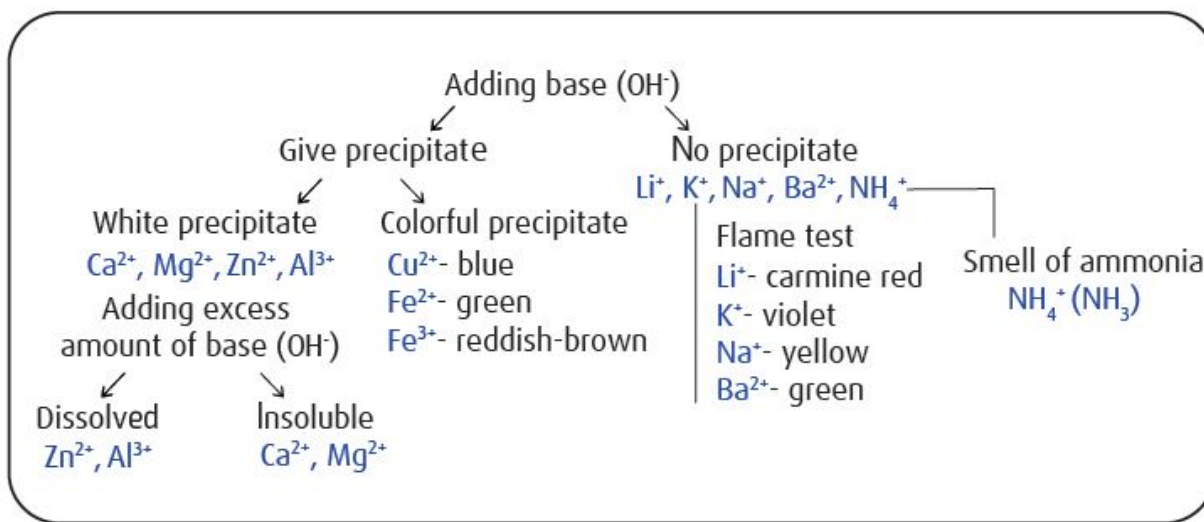
Орындалу тәртібі:

1. Мұғалімнен белгісіз заттың үлгісін алыңыз.
2. Оны стақанға салып, су қосып, суда ерітіңіз.
3. Алынған ерітіндіні екі бөлікке бөліңіз.
4. Ерітіндінің бірінші бөлігі белгісіз анионды анықтау үшін қолданылады (анионды анықтау сызбасын қолданыңыз).
5. Екінші бөлігі катионға эксперимент жүргізу үшін қолданылатын болады (катионды анықтау сызбасын қолданыңыз).
6. Эксперимент нәтижесін жазып, қорытынды жасаңыз.

ҚАУІПСІЗДІК: Кейбір белгісіз заттар улы не күйдіргіш болуы мүмкін. Эксперимент барысында қолғап киіңіз.



Scheme for qualitative analysis of anions



Scheme for qualitative analysis of cations

Terminology

- unlabeled - аты белгісіз / без этикеток;
- qualitative - сапалық / качественный;
- identification - сәйкестендіру / идентификация;

- confirm - растау / подтвердить;
- certain - мүмкін / определенный.

Literacy

1. What analysis types are used in medicine?
2. How can we identify calcium chloride (CaCl_2) in a solution?
3. How can you identify the composition of tap water in your home?

2.4 CHEMICAL CALCULATIONS ON LIMITING REAGENT PROBLEMS

Assume you have 5 letters to send, but you have only 3 stamps. How many messages can you post?

You will:

- әрекеттесуші заттардың біреуі артық мөлшерде берілген реакция теңдеулері бойынша есептеулер жүргізу.

Although you have three letters, the number of stamps determines the number of letters that you can send. In this case, we have limited number of stamps and an excess number of letters. That is why the answer is one letter.



Letter stamps

Keep in mind

The mole number of a substance can be found through mass, volume or number of particles.

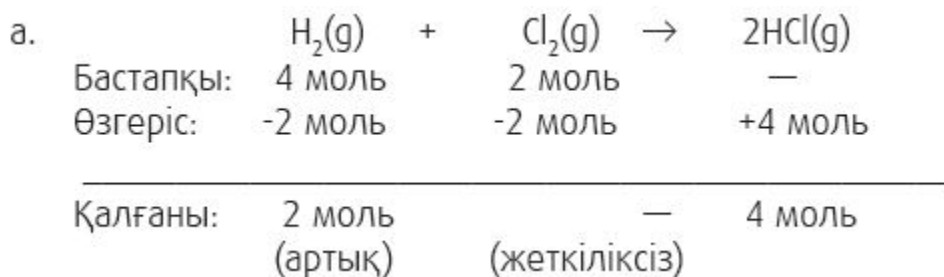
Example 1

Хлорсутек алу үшін 4 моль сутек газы 2 моль хлор газымен әрекеттессін.

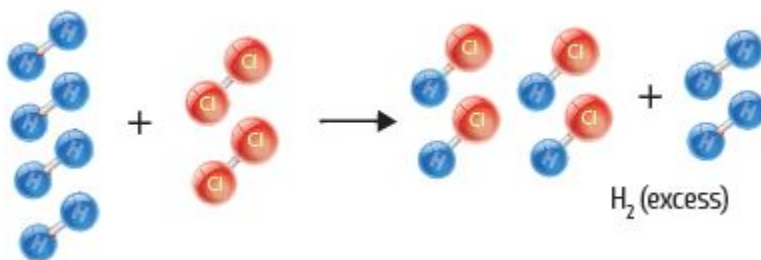
а. Түзілген хлорсутектің зат мөлшерін есептеңіз.

б. Артық қалған реагент мөлшерін есептеңіз.

Solution:

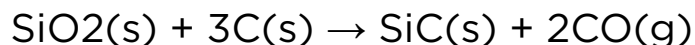


б. Реакциядағы сутектің зат мөлшері хлорға қарағанда көп. 2 моль сутегі реакцияласып, 2 моль сутегі артық қалады.



Example 2

Кремний карбиді, SiC өнеркәсіпте қолданылады. Ол мына реакция бойынша алынады:

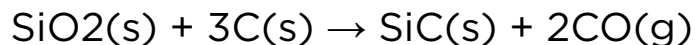


6 г кремний оксиді SiO₂ мен 6 г көміртек C әрекеттескенде түзілетін кремний карбидінің SiC массасын есептеңіз.

Solution.

Қай реактивтің жеткіліксіз мөлшерде екенін табайық.

Step 1. Химиялық реакцияны теңестіреміз:



Step 2. Реагенттердің зат мөлшерін табамыз:

6 г SiO₂ $n(\text{SiO}_2) = n/M = 0.1$ моль

және 6 г C $n = (6 \text{ г}) / (12 \text{ г/моль}) = 0.5$ моль

Step 3.

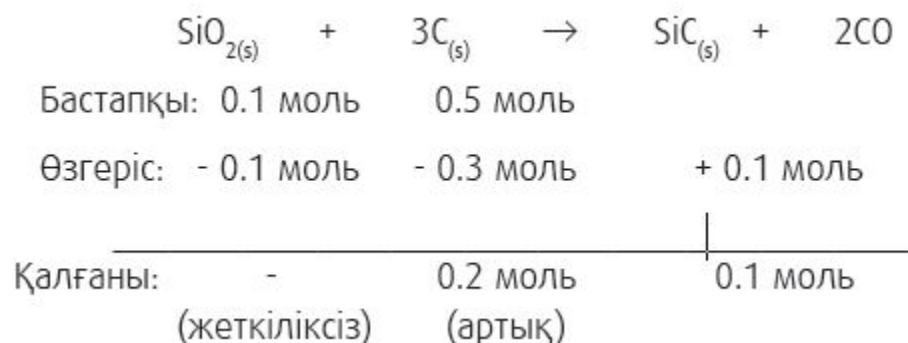
Реагенттердің зат мөлшерін олардың алдындағы коэффициент-теріне бөлеміз:

$(n(\text{SiO}_2))/1 = (0,1 \text{ моль})/1 = 0.1$ моль

$(n(\text{C}))/3 = (0,5 \text{ моль})/3 = 0.167$ моль

Step 4.

Шыққан екі моль сандарын салыстырып, кремний диоксидінің жеткіліксіз реагент екендігін анықтаймыз.



Step 5.

Кремний карбидінің массасын есептейміз:

$$m(\text{SiC}) = n(\text{SiC}) \cdot M_r(\text{SiC}) = 0.1 \text{ моль} \times 40 \text{ г/моль} = 4 \text{ г}$$

Keep in mind

Қосылыстардың зат мөлшері масса, көлем не бөлшектердің санымен анықталады:

Mole formulas:

$$n = \frac{m}{M} \quad n = \frac{V}{22,4}$$

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

Science in context

Күнделікті өмірде заттардың жеткіліксіздік мәселелерімен жиі жолығамыз.

Мысал ретінде сіз 20 бауырсақ пісіргіңіз келді делік, ол үшін сізге 500 г бидай + 100 мл сүт + 50 г қант + 200 мл өсімдік майы қажет.

Сұрақ: 800 г бидай, 150 мл сүт, 40 г қант және 500 мл өсімдік майы арқылы қанша дана бауырсақ пісіруге болады?



Frying of bauyrsaqs

Literacy

1. The mixture of 2 moles of H_2 and 2 moles of O_2 gases react to produce water. Which reactant is in excess and which one is limiting? What is the mass of produced water?
2. Given: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$.

20 L of N₂ and 15 L of H₂ gases react. Which gas is in excess?
What is the mass of excess gas?

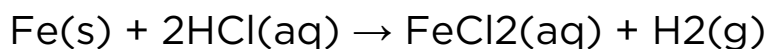
3. Equal masses of sodium and chlorine gas react in a closed container to give 0.1 mol of sodium chloride. Which element is in excess? Calculate the mass of the element which remains.

Terminology

- limiting - жетіспейтін, шектеулі / недостаток;
- excess - артық / избыток;
- stamp - марка / марка;
- initial - бастапқы / начальный;
- to remain - өзгермеу / оставаться;
- carborundum - карборунд / карборунд;
- behind - артынан / сзади.

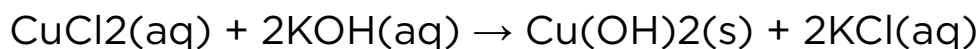
Problems: Qualitative analysis of inorganic compounds

1. Consider the following reaction:



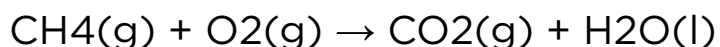
- When 2.2 moles of Fe reacts with 4.5 moles of HCl, how many moles of H₂ are formed?
- What is the limiting reactant?
- For the reactant in excess, how many moles are left at the end of the reaction?

2. Consider the following reaction:



- 0.56 moles of CuCl₂ reacts with 0.64 moles of KOH. What is the mole number of produced KCl?
- Which one is the limiting reactant?
- For the reactant in excess, how many moles are left at the end of the reaction?

3. Given the following reaction (the reaction is not balanced):



a) If you start with 12.8 g of CH_4 and 64 g of O_2 , determine the limiting reagent;

b) determine the number of moles of carbon dioxide produced;

c) determine the mass of produced water;

d) determine the mass left of excess reagent.

4. Which element is in excess when 7.2 grams of Ca is ignited in 9.6 grams of pure oxygen? What mass is in excess? What mass of CaO is formed?

5. How many grams of Li_2S are formed when 14.7 grams of lithium is heated with 22.4 grams of sulfur?

6. Write the balanced net ionic equation for the reaction occurred between

a) Pb^{2+} and SO_4^{2-} ;

b) Pb^{2+} and Cl^- .

Suggest molecular equations.

7. Write the balanced net ionic equation for the reaction occurred between

a) Ag^+ and Cl^- ;

b) Ag^+ and Br^- .

Suggest molecular equations.

8. Write a balanced molecular and net ionic equations between silver nitrate AgNO_3 and sodium phosphate Na_3PO_4 solutions.

9. Answer the question below for each of these pairs of solutions.

I. NaCl and AgNO_3 solutions

II. NaI and AgNO_3 solutions

III. MgCl_2 and NaOH solutions

IV. BaCl_2 and H_2SO_4 solutions

V. NaCl and KI solutions

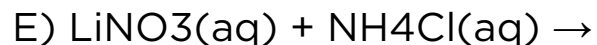
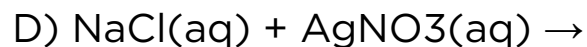
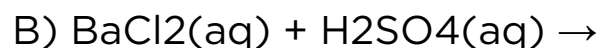
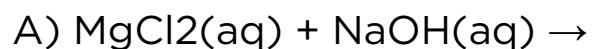
a. Write the equations for the reactions that take place between the given pairs. If you think that the pairs do not give a reaction, give your reasoning.

b. Write the net ionic equations for the reactions you wrote in question a.

10. Given two ionic solutions: sulfate and chloride of sodium. What is the scheme for identifying of each salt? Draw an identification scheme.

11. In three different test tubes, there are the solutions of potassium chloride, potassium iodide and potassium sulfide solutions. How can you identify them by using only one reagent?

12. In which of the following does a reaction not occur? (Use the solubility table)



13. How would you test a sample for presence of calcium ions?

14. How would you test a sample for presence of phosphate and chloride ions?

CHAPTER 3: THE RATE OF CHEMICAL REACTION

3.1 THE RATE OF REACTIONS. FACTORS AFFECTING THE RATE OF REACTION

Why some types of milk sour in a week and some of them do not sour for a month?

You will:

- реакция жылдамдығы ұғымын түсіндіру;
- реакция жылдамдығына әсер ететін факторларды анықтау және оны бөлшектердің кинетикалық теориясы тұрғысынан түсіндіру.

Реакция жылдамдығы

Сендер физика курсынан кез келген дененің жылдамдығы (мысалы, автомобиль) дененің қандай да бір уақытта (Δt) жүріп өткен жолының (Δd) қатынасына тең екенін білесіңдер. Дененің жылдамдығы $v = \Delta d / \Delta t$ теңдеуімен анықталады. Ал, химияда реакция жылдамдығы заттың мөлшерінің Δx (концентрациясы, массасы, көлемі, зат мөлшері) уақыт Δt өтуіне қарай өзгерісімен анықталады:

$$r = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Бұл жерде, x - зат массасы m , көлемі V , моль саны n

Реакция жылдамдығына әсер етуші факторлар

Ғалымдар химиялық реакцияларды зерттегенде реакция жылдамдығына әсер етуші факторларды да көп қарастырған. Негізінен, реакцияға әсер етуші бес фактор анықталған:

- Қатты реагенттердің беттік ауданы

Қатты заттың беттік ауданы неғұрлым үлкен болған сайын, ол соғұрлым реакцияға жылдам түседі.

- Реагенттің концентрациясы

Реагенттің ерітіндідегі концентрациясы жоғары болған сайын, реакция жылдамдығы да жоғары болатыны байқалады.

- Реакция кездегі температура

Реакция жүргенде температура жоғарласа, сәйкесінше реакция жылдамдығы да жоғарлайды.

- Катализатор (өршіткі) қолдану

Реакция баяу жүріп жатқанда катализатор қосса, реакция жылдамдығы көп есеге артады.

- Кейбір реакциялар үшін жарықтың да маңызы зор.

Күнделікті өмірде кейбір процестер жылдам, кейбіреуі өте баяу жүретінін байқаймыз. Мысалы, отшашу жылдам, темірдің таттануы өте баяу жүретін процестерге жатады. Кез келген химиялық реакцияны әрекеттесуге энергиясы жеткілікті атомдар мен молекулалардың соқтығысуы деп қарастыруға болады.



Examples of slow and fast speeds



Corrosion is slow process



Powder has got greater surface area than normal solid substance

Demonstration

№2. The rate of reaction. "Iodine clock" reaction.

Materials:

starch, sodium acetate, potassium iodide, sodium thiosulfate ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), acetic acid 30% solution, hydrogen peroxide 20% solution, two 100 ml beakers, stirring rod, analytical balance.

Procedure:

Solution A

1. Dissolve about 0.1 g of starch in 80 ml of hot water, use 100 ml beaker
2. Add 0.41 g of sodium acetate, 5 g of potassium iodide and 0.94 g of sodium thiosulfate. Stir the solution and wait until it cools.
3. Pour water into the beaker to make up to 100 ml.

Solution B

1. To 100 ml beaker solution pour 50 ml of hydrogen peroxide solution
2. Add 30 ml of acetic acid. Pour water into the beaker to make up to 100 ml.

The demonstration

Mix about 20 ml of Solution A and Solution B. Stir the resulting solution. After a while, you will see that solution suddenly turn to dark blue.

NOTE: The time for blue colour to appear can be changed by changing amount of thiosulfate in Solution A.

Laboratory work

№6.1. Реакция жылдамдығына әсер етуші фактор - температура әсері

Тұз қышқылы мырышпен әрекеттескенде сутек газы мен мырыш хлориді түзіледі. Осы экспериментте температураны өзгертсек, реакция жылдамдығы да өзгереді.

Құрал-жабдықтар:

тұз қышқылы HCl ерітіндісі - 2, мырыш Zn металы - 2, қыздырғыш, мұз түйіршіктері (қар кесектері), термометр -2, стақандар - 2.

Орындалу тәртібі:

1. Жылы және салқын қышқыл ерітінділерін дайындаңыз.
2. Әр ерітіндінің температурасын өлшеп, тіркеп алыңыз.
3. Екі стақанды $\frac{1}{4}$ бөлігіне қышқыл құйыңыз.
4. Құйылған жылы және салқын қышқылдар үстіне мырыш металын салып, байқаған өзгерістерді жазып алыңыз.

Бақылаулар мен сұрақтар:

- Қай стақанда реакция жылдамырақ жүреді?
- Жүрген химиялық реакцияны жазыңыз.
- Реакцияның температурасын жоғарылату реакция жылдамдығына қалай әсер етеді?

Keep in mind

Катализатор - химиялық реакция жылдамдығын арттыратын, бірақ реакция соңында өзгеріске ұшырамайтын зат.



Catalysts are used in car. Cross sections of a car catalyst

Literacy

Imagine two types of a potato: whole and sliced. Which of these potatoes will fry faster? And why?



Sliced potatoes

Terminology

- rate of reaction – реакция жылдамдығы / скорость реакции;
- to rate – өлшеу, бағалау / оценивать;
- collision – соқтығысу / столкновение;
- sufficient – жеткілікті / достаточный;
- surface area – беттік аудан / площадь поверхности;
- catalyst – өршіткі / катализатор;
- influence – әсері / влияние.

3.2 TEMPERATURE AND CONCENTRATION EFFECTS

Why some plants and insects live in summer and “die” in winter?



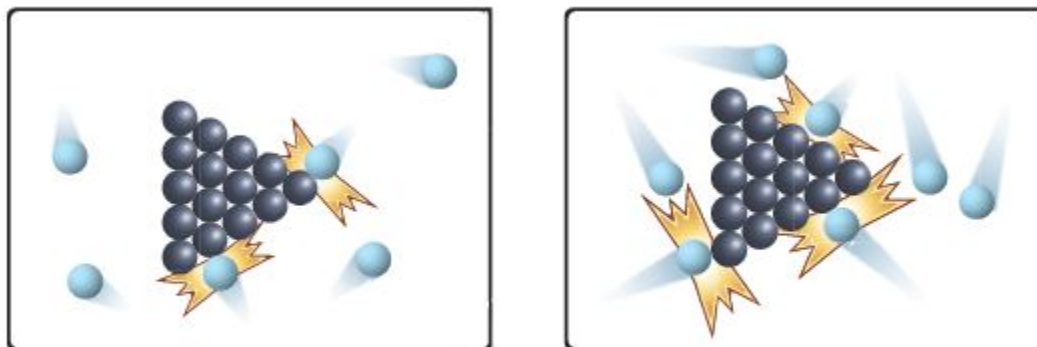
You will:

- температураның реакция жылдамдығына қалай әсер ететінін түсінесіз;
- реакция жылдамдығына концентрацияның әсерін оқып-білесіз.

Температура

Реакция жылдам не баяу жүруі үшін температураны өзгертіп отыруға болады. Сіздер реакциялық қоспаның температурасын жоғарлатса, реакция жылдамдығының да жоғарлайтынын білесіздер. Біз бұларды күнделікті өмірде, биологиялық процестерде байқай аламыз.

Реакцияның температурасын әр 10°C -қа көтерген сайын, реакция жылдамдығы 2 еседей өседі.



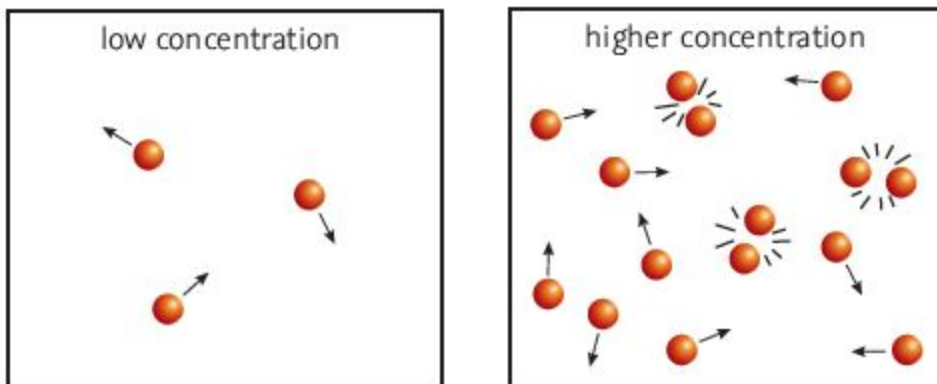
Temperature. More collisions and particles collide with more energy

Жеткілікті кинетикалық энергияға ие, дұрыс бағытталған молекулалар арқылы химиялық реакциялар жүреді. Реакциялық қоспаның температурасын жоғарлату - бұл бөлшектердің кинетикалық энергиясын өсіру деген сөз. Басқаша айтқанда, қыздыру кезінде молекулалар жылдам қозғала бастайды, сонымен қатар молекуладағы ескі байланысты үзіп, жаңа байланысты түзуге қажет жетпей тұрған энергияны да алады. Соқтығысу әсерінен әрекеттесетін молекулалар саны арта түседі. Нәтижесінде, жалпы реакцияның жылдамдығы артады.

Реагенттердің концентрациялары

Реакция жылдамдығы реагенттердің концентрацияларына пропорционал: концентрация неғұрлым жоғары болса, соғұрлым реакция жылдам жүреді. Себебі, ерітіндіде зат концентрациясы жоғары болса, молекулалардың соқтығысуы жиірек болып, реакцияны жүруіне жақсы жағдай пайда болады. Керісінше, заттардың концентрациялары аз болса, реакция жылдамдығы да соғұрлым баяу болады. Реакцияда концентрацияның әсерін зерттеуде газ шыға жүретін реакцияларды зерттеу ыңғайлы. Мысал ретінде

мәрмәр түйіршіктерінің қышқылмен реакциясын келтіруге болады.



Concentration. When particles are closer together they have a greater chance of reacting



A refrigerator keeps food at a certain temperature, and slows down the rate of the reactions that cause spoilage.

Laboratory work

№ 6.2. Реакция жылдамдығына әсер етуші фактор - зат концентрациясы мен беттік ауданы.

Құрал-жабдықтар:

тұз қышқылы HCl ерітіндісі, бор ұнтағы, қатты кесек бор, екі сынауық.

Орындау тәртібі:

1. Екі сынауыққа 3-5 мл-ден HCl қышқылын құйып, біріншісіне ұнтақ борды, екіншісіне кесек борды салып реакцияны жүргізіңіз.
2. Екі сынауықтың қайсында реакция жылдам жүретінін бақылаңыз.
3. Екі сынауық алып, біріншісіне 5 мл концентрлі HCl, екіншісіне 5 мл сұйылтылған HCl құйыңыз. Әрқайсына бор кесегін салып, қайсында реакция жылдам жүретінін байқаңыз

Бақылаулар мен сұрақтар:

- Бор кесегі мен қышқыл арасындағы реакцияны жазыңдар.
- Қайсы сынауықта реакция баяу жүреді? Неліктен?

Facts

When the temperature drops, most fish stop normal activities and their whole system slows down.



Keep in mind

Collision theory in the rate of reaction

Collision theory says that chemical reactions occur by the collisions between atoms and molecules, so the more collisions the faster the rate of the chemical reactions. It follows that if the molecules collide more often that this will increase the rate of reaction. The higher the temperature the more kinetic energy molecules and atoms have. The more kinetic energy the molecules have the faster they move and the more collision will occur increasing the rate of the reaction.

Terminology

- to disappear - жоғалу / исчезнуть;
- concentration - концентрация / концентрация;
- to increase - өсу / повышать;
- to collide - соқтығысу / сталкиваться;
- marble - мәрмәр / мрамор;
- dilute - сұйытылған / разбавленный;
- wipe into - ұнтақтау / стереть в порошок.

3.3 PRESSURE EFFECTS. CATALYSTS AND INHIBITORS

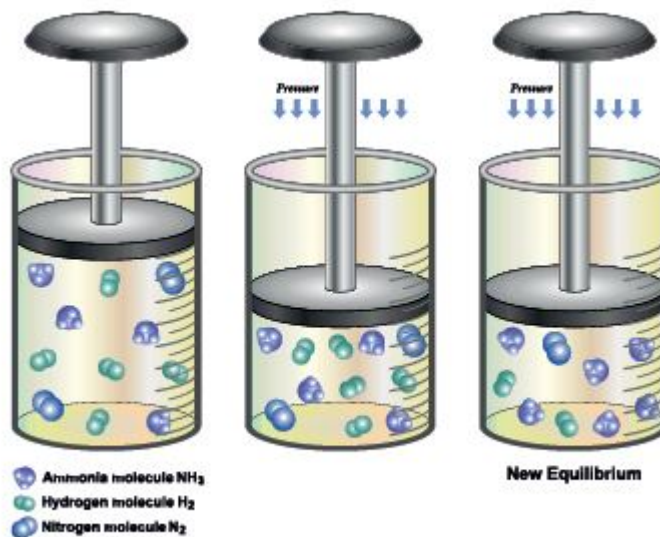
What is the difference between boiling point of water on mountains and boiling point of water underground? Why?

You will:

- реакция жылдамдығына қысымның әсерін түсінесіз;
- катализатор мен реагент арасындағы айырмашылықты түсінесіз;
- ингибитордың қолданыс аясын түсінесіз.

Қысым

Газдардың арасындағы химиялық реакцияларда газ қысымын өсіру, реакция жылдамдығының өсуіне әкеледі. Себебі, қысым кезінде газ молекулалары бір-біріне жақындауы әсерінен реагент концентрациялары жоғарлайды. Бұл соқтығысу жиілігінің жоғарлауына әкеледі.



Effect of Pressure



Cleaning car with high-pressure water

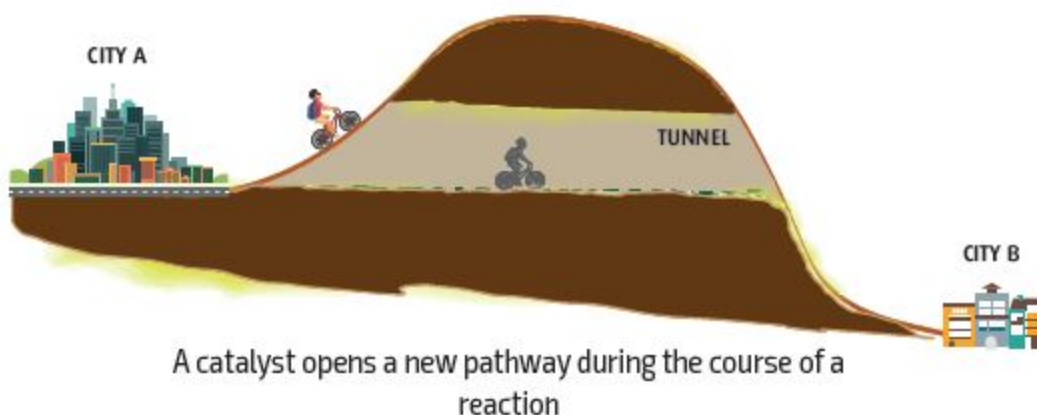
Катализатор (өршіткі) мен ингибиторлар (тежегіштер)

Химиялық реакцияға қатыспайтын, бірақ реакция жылдамдығын арттыратын заттар катализаторлар деп аталады. Катализатор реакцияның активтену энергиясын төмендету арқылы реакцияның жылдам жүруіне көмектеседі.

Катализаторлардың кейбір қасиеттері:

1. Реакция соңында олар өзгеріссіз қалады.

2. Реакцияның активтену энергиясы E_d катализатор әсерінен төмендейді.
3. Катализатор өздігінен жүретін реакцияның жүруіне кедергі келтірмейді.



Industrial process	Catalyst
Ammonia manufacture (Haber process)	Iron
Sulfuric acid manufacture (Contact process)	Vanadium (V) oxide
Margarine production (hydrogenation of fats)	Nickel
Nitric acid manufacture (oxidation of ammonia)	Platinum-Rhodium
Conversion of methanol to hydrocarbons	Zeolite ZSM-5

List of catalysts used in industry

Кей кездері реакция жылдам жүргеннен гөрі баяу жүргені бізге тиімді. Реакциялардың жылдамдығын баяулататын заттар ингибиторлар (тежегіштер) деп аталады. Ингибиторлар тамақ өндірісінде, консервілер жасауда жиі қолданылады, себебі олар тамақтың тез бұзылуын баяулатады. Тамақ өнеркәсібінде бактериялардың белсенділігін төмендететін немесе оларды жоятын

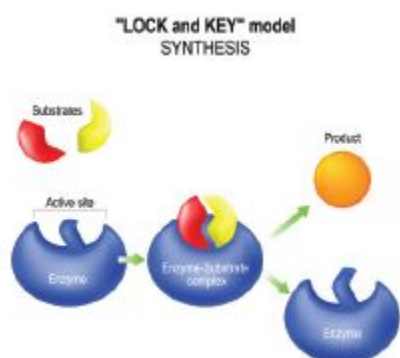
консерванттар жиі қолданылады. Ол заттарға натрий бензоаты, натрий нитриті, күкірт диоксиді және сорбин қышқылы сияқты қосылыстарды мысал ретінде алуға болады.

Facts

Pollutants also can act as catalyst, for example, CFC. The depletion of the ozone layer increases by chlorofluorocarbon (CFC), which have been widely used in refrigeration and air conditioners.

Facts

Enzymes are organic catalysts that speed up reactions in living cells.



Keep in mind

Activation energy is a minimum energy required to start a reaction. Activation energy is represented by EA.

Facts

A catalytic converter works by filtering exhaust gases produced by a car. It coated with precious metals such as platinum, palladium and rhodium that act as a filtering agents for harmful gases.



Catalysts in daily life

Practice work

№3. Сутек пероксидінің ыдырауына катализатордың әсері.

Көптеген химиялық реакциялар үшін катализаторлардың болуы қажетті нәрсе. Сутек пероксидіне MnO_2 қосқанда пероксид ыдырап, оттегі пен су бөлінді, бұл реакция экзотермиялық болып табылады. Катализаторсыз сутек пероксиді ұзақ уақыт ыдырайды, тіпті 1 жылға дейін созылуы мүмкін.

Құрал-жабдықтар:

марганец (IV) оксиді, 20-30%-тік сутек пероксиді ерітіндісі, стақан.

Орындалу тәртібі:

50 мл сутек пероксиді ерітіндісін стақанға құйып, үстіне марганец диоксидінен қасықпен аздап қосыңыз. Сол кезде оттег газының шыға бастағанын байқайсыз.



Terminology

- pressure - қысым / давление;
- catalyst - катализатор;
- inhibitor - тежегіш / ингибитор;
- activation energy - активтену энергиясы / энергия активации;
- frequency - жиілік / частота;
- to spoilage - бұзылу / портиться;
- exhaust - шығыс газдар / выхлопные газы;
- depletion - бұзылу / портить.

Problems: The rate of chemical reaction

1. Which of the following has a higher rate of reaction?

a.

1	piece of chalk + 100 ml hydrochloric acid
2	powdered chalk + 100 ml hydrochloric acid

Affecting factor:

b.

1	10 g lump of iron metal + 200 ml hydrochloric acid (diluted)
2	10 g powdered iron metal + 200 ml hydrochloric acid (concentrated)

Affecting factor:

c.

1	5 g lump of iron metal + 200 ml hydrochloric acid at 25°C
2	5 g lump of iron metal + 200 ml hydrochloric acid 80°C

Affecting factor:

d.

1	10 g lump of calcium carbonate + 100 ml hydrochloric acid
2	10 g lump of calcium carbonate + 100 ml hydrochloric acid + 40 ml water

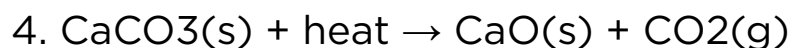
Affecting factor:

2. Place the following reactions according to their rates:

- I. Photosynthesis
- II. Rusting of iron
- III. Sparking of a match
- IV. Digestion of food
- V. Spoiling of fruit

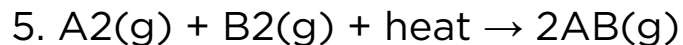
3. Which of the criteria below must be supplied in order to result in a reaction?

- I. Activation energy
- II. Collision with a proper geometry
- III. Catalyst



What should be done to complete the given reaction in a shorter time?

- I. The volume of the container should be increased.
- II. The temperature should be increased.
- III. CaCO_3 must be granulated.



Which of the following does not increase the rate of the reaction?

- A) Addition of catalyst
- B) Increasing the volume of the container
- C) Addition of A_2
- D) Addition of B_2
- E) Increasing temperature

6. Which of the following statement does not apply to catalysts?

- A) They may change the reaction mechanism.
- B) They do not affect the heat of the reaction.
- C) They always decrease the rate of the reaction.
- D) They change the activation energy.
- E) They remain unchanged after the reaction

CHAPTER 4: CHEMICAL EQUILIBRIUM

4.1 CHEMICAL EQUILIBRIUM

Why do we sweat when we are hot?

You will:

- қайтымды және қайтымсыз реакцияларды білу;
- тепе-теңдікті динамикалық үрдіс ретінде сипаттау.

Өткен тақырыптарда біз химиялық реакцияның жылдамдығы мен жылдамдыққа әсер етуші факторлар жайлы сөз қозғадық. Сонымен қоса, реагенттердің концентрациясы реакция жылдамдығына айтарлықтай әсер ететінін білдік. Осы тарауда біз реакция тепе-теңдігі жайлы айтпақпыз.

Физикалық тепе-теңдік

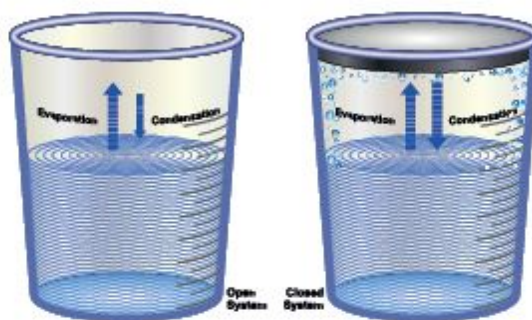
Су әрқашан 0°C -ден жоғары температурада буланады. Ашық тұрған ыдысқа құйылған су уақыт өте келе буланып, кеуіп кетеді. Ал, жабық ыдыста су буланып, газ күйіне өтеді. Уақыт өте келе буланған су молекулалары бір-бірімен соқтығысып, қайта сұйық күйдегі суға айналады. Сондықтан, жабық ыдыста конденсация мен булану процесі бір уақытта жүреді. Бұл процесс қайтымды деп

аталады. Қайтымды процесс “ \Leftrightarrow ”, қайтымсыз процесс “ \rightarrow ” таңбасымен белгіленеді.

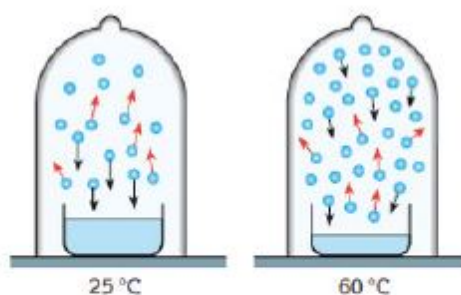


Басында судың булану жылдамдығы сұйық судың қайта түзілуіне қарағанда жоғары болады. Соған қарамастан, біраз уақыттан соң судың булану жылдамдығы мен будың конденсациялану жылдамдықтары теңеседі. Осы кезде жүйеде тепе-теңдік орнайды. Тепе-теңдіктің бұл түрі физикалық деп аталады.

Тепе-теңдік кезінде микроскопиялық өзгерістер болуына қарамастан буланған су буы мен судың мөлшері тұрақты күйде қалады. Тепе-теңдіктің бұл түрі динамикалық тепе-теңдік деп аталады.



Evaporation of water in open and closed container



At a temperature of 60 °C, the amount of vapor produced is much greater than the amount of liquid at equilibrium.



Examples of dynamic equilibrium

Химиялық тепе-теңдіктің негізгі заңдарын айтып өтсек:

1. Онда көзге көрінетін өзгерістер көп байқалмайды.
2. Тепе-теңдікте бір мезетте өзгеріс болуы мүмкін.
3. Тура және кері реакциялар үзіліссіз жүреді.

4. Химиялық тепе-теңдік тура және кері реакциялар арасындағы динамикалық балансты көрсетеді.
5. Реагенттер мен өнімдердің концентрациялары өзгермей сақталады.

Laboratory work

№7. Simple reversible reactions

Materials:

1M solutions of iron (III) nitrate and potassium thiocyanate (KNCS), 0.1M solutions of silver nitrate and sodium hydrogen phosphate (Na_2HPO_4), spot plate, three test tubes, beaker, hot water, ice.

Procedure:

Experiment A

1. Pour 25 ml of distilled water into a beaker and add one drop of 1M $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ and 1M of KNCS.
2. Add a few drops of resulted solution to five wells of spot plate. Use one well as colour standard. You will compare other wells with this one.
3. Add one drop of 1M of $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ to 2nd well, mix.
4. Add one drop of 1M of KNCS to 3rd well, mix.
5. Add one drop of 0.1M of AgNO_3 to 4th well and mix.
6. Add one drop of 0.1M of Na_2HPO_4 to 5th well and mix.

7. Write down your observations.

Experiment B

1. Pour 4-5 ml of iron-thiocyanate solution from Experiment A to three test tube.
2. 1st test tube will be colour standard. You will compare other test tubes with this one.
3. Heat 2nd test tube with hot water. Do not boil the solution.
4. Cool 3rd test tube with ice water.
5. Write down your observations.

Note: Your observation will be explained in next chapter. You will understand how equilibrium can be shifted.

Keep in mind

Екі қарама-қарсы химиялық реакция бірдей жылдамдықта теңескен жағдайда, жүйе динамикалық тепе-теңдік жағдайында болады, реагенттер мен өнімдердің концентрациясы тұрақты болып қалады.

Facts

Equilibrium in human body (homeostasis)

Did you know that many different characteristics of human body remain in balance? For example, body temperature and blood sugar level. These features remain very nearly constant despite a change of environment, level of activity or diet. Arterial blood pressure, blood oxygen content, the volume of body water, etc among these controlled systems. That's why homeostasis is so essential for regular human activity.



Proper work of homeostatic mechanism is essential for human health

Terminology

- reversible – қайтымды / обратимый;
- dynamic process – динамикалық үрдіс / динамический процесс;
- equilibrium – тепе-теңдік / равновесие;
- continuously – үзіліссіз / непрерывно;
- condensation – конденсация / конденсация;
- simultaneously – бір уақытта / одновременно;
- spontaneously – аяқ астынан / спонтанно;
- forward – алға қарай / вперед;

- to exhibit – қою / выставлать;
- homeostasis – гомеостаз;
- adjusted – қалпына келтірілген / отрегулированный;
- spot plate – тамшылық тақтайша / точечная пластина.

4.2 FACTORS AFFECTING EQUILIBRIUM

Which factor has the biggest influence on chemical reaction?

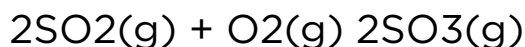
You will:

- Ле-Шателье-Браун принципі бойынша химиялық тепе-теңдіктің ығысуын болжау;
- химиялық тепе-теңдік күйіне және химиялық реакция жылдамдығына жағдайлар өзгерісінің әсерін түсіну және ажырату;
- химиялық тепе-теңдікті бөлшектердің кинетикалық теориясы тұрғысынан түсіндіру.

Егер химиялық жүйедегі қысым, температура, концентрация мөлшерлері тепе-теңдіктен ауытқып, өзгерсе, жүйе сол өзгеріске қарсы әсер етіп, жаңа тепе-теңдік құруға ұмтылады. Химиялық тепе-теңдіктегі бұл принцип Ле Шателье принципі деп аталады.

Концентрация өзгерісінің әсері

Мына реакция үшін



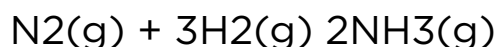
тепе-теңдіктегі қоспаға SO_2 не O_2 -тің біраз мөлшерін қосса, тепе-теңдік бұзылады. SO_2 не O_2 реагент концентрацияларының артуы жүйенің реагент

концентрациясына қарсы тұрып, тепе-теңдіктің өнімдер жағына ығысуына әкеледі.

Егер осы жүйеге SO₃ газын қосса, онда жүйе өнімдер шығу бағытына қарсы әсер етіп, тепе-теңдікті сол жаққа ығыстырады. Яғни, реакция бағыты концентрация аз жаққа ығысады.

Қысымның тепе-теңдікке әсері

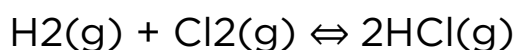
Жүйенің қысымын өзгертсек, газ реагенттер мен газ өнімдердің концентрациялары да өзгереді. Егер жүйенің қысымын көбейтсек, реакция Ле Шателье принципіне сәйкес, реакциядағы газдардың коэффициенті аз жағына қарай ығысады. Ал, керісінше, химиялық жүйенің қысымын азайтсақ, реакция бағыты газдардағы коэффициент көп мөлшері жағына ығысады. Мысал ретінде, тепе-теңдіктегі N₂ мен H₂-нің қосылып аммиак NH₃ түзілуін қарастырайық.



Жүйенің қысымы көбейсе, тепе-теңдік NH₃-тың пайда болу жағына ығысады, себебі реакция бойынша өнімдегі коэффициент саны реагенттің коэффициент санынан аз. Ал, керісінше, жүйенің қысымын азайтса, тепе-теңдік N₂ пен H₂-тің пайда болу жағына ығысады.

Тепе-теңдік жағдайында жүйе қысымын өзгертпесек, реагенттер мен өнімдер коэффициенттері тең болып, қалыпты жағдайда қалады.

Мысалға,



берілген реакциялардың қысымын өзгертсе, реакцияға еш әсері болмайды. Себебі, газдың көлемі газ қысымына тура пропорционал. Егер газ көлемін өсірсе, оның қысымы да өседі. Керісінше, газ көлемін азайтса, газ қысымы да азаяды. Сондықтан, тұрақты температурада жүйе қысымын өзгерту тепе-теңдіктегі реакцияның көлемінің өзгеруіне кері бағытта әсер етеді. Қысым мен көлемнің өзгеруі тек сұйық жүйелер үшін орындалады, қатты заттарды есепке алмаса да болады.

Температураның тепе-теңдікке әсер етуі

Температураның тепе-теңдік жүйесіне әсерін түсіну үшін реакцияға жылудың әсерін білу керек. Келесі реакцияны қарастырайық.



Бұл жерде тура реакция эндотермиялық болып табылады, ал кері реакция Ле Шателье қағидасына сәйкес экзотермиялық болып табылады. Егер біз жүйенің температурасын өзгерте алсақ, ол өзгерістің әсерін азайтатын жаққа қарай жүреді. Егер жүйенің температурасын жоғарлатсақ, реакция тепе-теңдікті азайту үшін оңға (өнімдерге) қарай жүреді. Егер реакциялық қоспалар салқындатылса, тепе-теңдік температураны көтеру үшін солға (реагенттерге) ауысады.



The equilibrium shifted to left side



The effect of temperature.
 NO_2 gas has reddish-brown colour while
 N_2O_4 is yellow.

Demonstration

№3. Dehydration copper sulfate.

Materials:

copper sulfate pentahydrate, evaporating dish, dropper, distilled water, burner

Procedure:

1. Place 10 g of $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ into the evaporating dish.
2. Heat the salt gently.
3. Observe the color changing of salt.
4. Add 5-6 drops of distilled water to the salt powder.
5. Write down your observations.

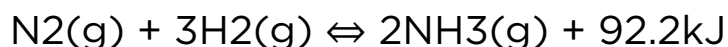
Literacy

1. For the following reactions, predict the direction of the reaction if the pressure is increased:



2. What will happen, if we increase concentration of products in reactions above?

3. In which direction will an equilibrium be shifted, if we decrease temperature for the reactions below:



Facts

Le Chatelier's principle

If a chemical reaction is at equilibrium and experiences a change in pressure, temperature, or concentration of products or reactants, the equilibrium shifts in the opposite direction to offset the change. Le Chatelier's principle is widely used in chemical industry. One example of this principle use is the Haber process. By use of the Haber process, about 500 million tons of fertilizer is produced every year. This fertilizer has a great impact on the food production for half of the world's population.



Facts

When water is frozen into ice, it becomes more spacious. Ice crystals occupy more volume. Ice floats on water.



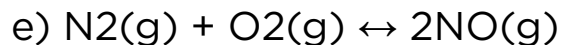
Glasses with ice cubes

Terminology

- shift - ауысу / сдвиг;
- Le Chatelier's principle - Ле Шателье принципі / принцип Ле Шателье;
- to increase - өсу / увеличивать, повышать;
- to decrease - кему / уменьшать, понижать;
- disturb - бұзылу / нарушать;
- to consider - қарастыру / рассматривать;
- conversely - керісінше / наоборот;
- influenced - осының әсерімен / под влиянием.

Problems: Chemical equilibrium

1. Why do reversible reactions occur?
2. Give examples of dynamic equilibrium from daily life.
3. Define Le Châtelier's principle.
4. Which factors can affect an equilibrium system?
5. Which features are essential for the system to establish equilibrium?
6. Classify the following processes as reversible and irreversible:
 - a) Explosion
 - b) Formation of ammonia gas from H_2 and N_2
 - c) Burning
 - d) The decay of leaves

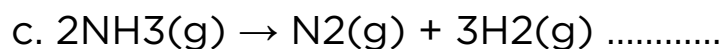
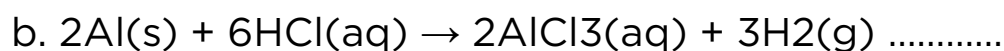
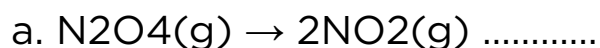


f) Evaporation-condensation of water.

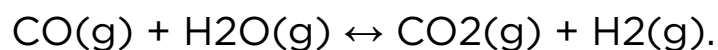
7. Give examples of the following transformations.

- solid \leftrightarrow gas
- gas \leftrightarrow liquid
- solid \leftrightarrow liquid
- gas + gas \leftrightarrow gas

8. Find whether the following reactions can reach equilibrium or not:



9. The following reaction at equilibrium is given ($T = 250\text{C}$)



Try to predict how the system will respond to the following changes:

- Addition of CO gas;
- Addition of H₂ gas;

- Removal of H₂O gas;
- Removal of CO₂ gas.

10. For the following reaction:



try to predict how the system will respond to the following changes:

- Increasing volume;
- Decreasing volume;
- Increasing pressure.

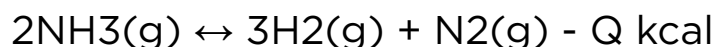
11. Consider the reaction:



To which side will shift the reaction to reestablish equilibrium, if the following changes are applied:

- Increasing pressure;
- Decreasing volume;
- Increasing volume.

12. Consider the reaction:



Try to predict how the system will respond to the following changes:

- Increasing temperature;
- Decreasing temperature

CHAPTER 5: OXIDATION-REDUCTION REACTIONS

5.1 OXIDATION STATES. OXIDATION AND REDUCTION PROCESSES

Antioxidants are substances that inhibit oxidation process. Why are they so important in the food industry?

You will:

- know what an oxidation state is;
- know how to find oxidation states;
- understand that oxidation and reduction processes are interrelated.

Элементтердің тотығу дәрежелері

Элементтің тотығу дәрежесі атомдардың соңғы электрон деңгейін тұрақтандыру үшін электрондарды қабылдауға немесе беруге бейімділігін көрсетеді.

Атомдар немесе олардың элементар күйіндегі молекулалардың тотығу дәрежесі (немесе заряды) 0-ге

тең. Мысалға кейбір элементтерді көрсетуге болады: Al, Mg, Fe, H₂, P, O₂, N₂, Cl₂.

Қосылыстың құрамындағы элементтің тотығу дәрежесін табу

Oxidation states of some common ions

+1	+2	+3	-1	-2
H ⁺	Mg ⁺²	Al ⁺³	F ⁻	O ⁻²
Na ⁺	Ca ⁺²		Cl ⁻	
K ⁺	Ba ⁺²		Br ⁻	
Ag ⁺	Zn ⁺²			
Hg ⁺				
NH ₄ ⁺				

Example 1

Калий карбонатындағы K₂CO₃ көміртектің C тотығу дәрежесін табыңыз

Solution

K және O тотығу дәрежелері +1 және -2 (кестеде берілген). Сондай-ақ, біз қосылыстағы әрбір атомның санын ескеруіміз керек.

Қосылыстағы жалпы заряд 0-ге тең болуы керек. Сондықтан,

$$2 \cdot (K) + 1 \cdot (C) + 3 \cdot (O) = 0.$$

$$2 \cdot (K+1) + 1 \cdot (Cx) + 3 \cdot (O-2) = 0.$$

$$2 \cdot (+1) + x + [3 \cdot (-2)] = 0$$

$$x = +4$$

Example 2

Гидросульфаттағы HSO₄- күкірттің тотығу дәрежесін анықтаңыз:

Solution

Бұл жағдайда гидросульфат ионы теріс зарядты болғандықтан атомдардың тотығу дәрежелерінің қосындысы нөлге емес, -1-ге тең болады.

$$1 \cdot (H) + 1 \cdot (S) + 4 \cdot (O) = -1$$

$$1 \cdot (+1) + 1 \cdot (x) + 4 \cdot (-2) = -1$$

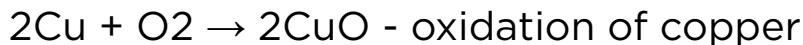
$$1 + x + (-8) = -1$$

$$x = -1 - 1 + 8$$

$$x = +6.$$

Тотығу-тотықсыздану реакциялары

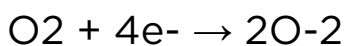
Бастапқыда “тотығу” термині элементтің оттегімен әрекеттесетін реакцияларын атау үшін де қолданылды. Мысал ретінде, мыстың тотығуы:



Жоғарыдағы реакцияда мыстың әрбір атомы Cu^{+2} ионын түзу үшін екі электронын береді. Бұл процесс тотығу деп аталады.



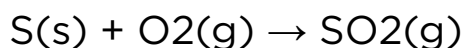
Сонымен қатар, оттегінің әрбір атомы O^{-2} ионын түзу үшін екі электрон қабылдайды. Тиісінше, оттегінің молекуласы төрт электронды иеленеді. Бұл процесс тотықсыздану деп аталады.



Қорытындылай келе, тотығу - бұл атомның электронды беру, ал тотықсыздану - бұл атомның электрондарды қабылдау процесі. Тотығу және тотықсыздану реакциялары бір мезгілде орын алады.

Literacy

1. What are the oxidation states of sulfur in sulfuric acid H_2SO_4 , hydrogen sulfide H_2S and calcium sulfide CaS ?
2. Find the oxidation states of nitrogen in the following compounds: nitric acid HNO_3 , ammonia NH_3 and nitrogen dioxide NO_2 .
3. Sulfur and oxygen react to form sulfur dioxide SO_2 .



Which of the elements above undergoes oxidation and which reduction?

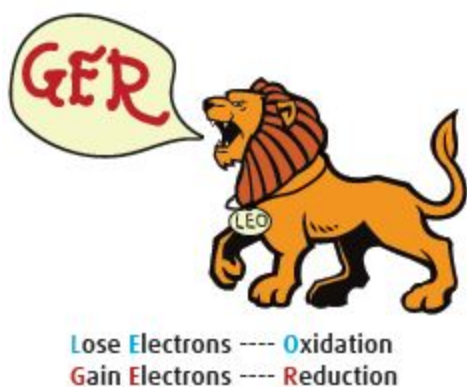
Keep in mind

The sum of the oxidation numbers of atoms in a compound should be equal to zero.

Keep in mind

Oxidation is a process in which an atom loses electrons.

Reduction is a process in which an atom gains electrons.



Science in context

Тотығу процесінің металдарға зиянды әсері бар. Мысалы, тот басу - темір немесе болаттың ылғалды ауада баяу тотығу үрдісі. Тот басу автомобиль корпусы, қоршаулар, кемелер және көпірлердің құрылымдарын әлсіретеді.



Terminology

- oxidation state - тотығу дәрежесі / степень окисления;
- oxidation - тотығу / окисление;
- reduction - тотықсыздандыру / восстановление;
- to damage - зиян келтіру / наносить ущерб;
- to corrode - жеп қою / разъедать;
- to undergo - душар болу / подвергаться.

5.2 OXIDATION-REDUCTION REACTIONS

Is there any substance that can oxidize and reduce at the same time?

You will:

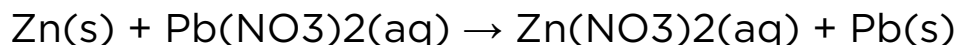
- know what oxidation-reduction reactions are;
- know what oxidizing and reducing agents are.

Алдыңғы сабақтардан үйренгеніміздей, көптеген химиялық реакциялар бір атомнан екіншісіне электронды тасымалдайды. Бұл реакциялар тотығу-тотықсыздану реакциялары деп аталады. Мысал қарастырайық:

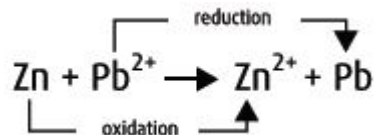


Өздерің білетіндей, тотығу және тотықсыздану бір уақытта жүреді. Жоғарыдағы келтірілген реакция теңдеуінде Cu 2 электронын беріп жіберіп тотығады, сондықтан ол тотықсыздандырғыш. Ал O электрон қосып алып тотықсызданады, ол тотықтырғыш.

Келесі мысал,



Электрондарды тасымалдау үрдісін иондық түрінде түсіну оңай:



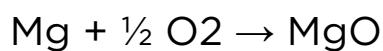
Реакция кезінде мырыш екі электронын қорғасынға береді.



Formation of lead (Pb) on zinc (Zn) plate

Тотықтырғыштар мен тотықсыздандырғыштар

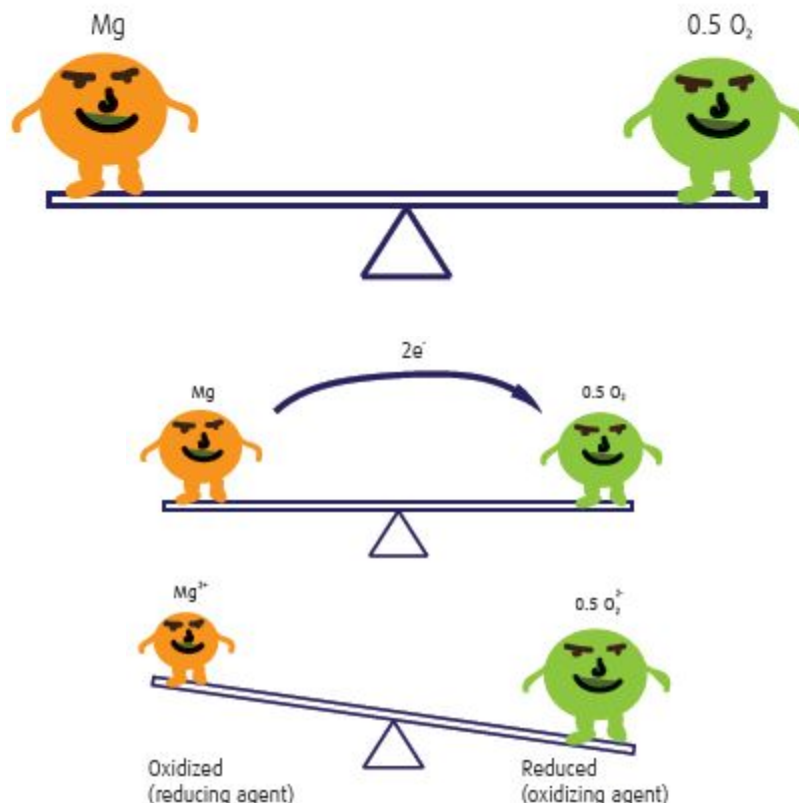
Магнийдің жану реакциясын қарастырайық:



Burning of magnesium

Реакция кезінде магний атомы электрондарын оттегі атомына береді. Электрондарды беретін металл басқа оттекті тотықсыздандыратындықтан тотықсыздандырғыш

деп аталады. Ал, электрондарды қосып алатын элемент тотықтырғыш деп аталады, себебі ол тотықсыздандырғышты тотықтырады.



Бұл мысалда магний Mg тотықсыздандырғыш, себебі ол электрондарын оттекке береді, ал оттек O магнийден электрондарды алатындықтан, тотықтырғыш болып табылады.

Тамақтың бұзылуы (ашу)

Күнделікті өмірде тамақтардың тотығуы мен химиялық ыдырау процесі бұзылу деп аталады. Бұзылу процесі нәтижесінде жағымсыз иіс пен дәм пайда болады. Азық-түлік, тағамдық өнімдерді тотығып-бұзылуына жол бермеу үшін адамдар тамақ құрамына антиоксиданттар деп аталатын заттарды қосады.



Expired moldy bread



Homemade antioxidant fruits

Keep in mind

Reducing agent (reducer) - an element or a compound that loses electrons.

Oxidizing agent (oxidizer) - an element or a compound that gains electrons.

Activity

Тотығу-тотықсыздану реакциялары

Құралдар-жабдықтар:

1 М темір (II) сульфаты, 1 М натрий гидроксиді және 3% сутек пероксиді H_2O_2 ерітінділері, стақандар.

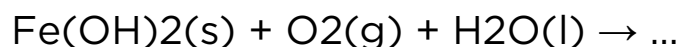
Орындау тәртібі:

1. Стақанға 10 мл 1 М темір (II) сульфатының ерітіндісін құйыңыз.
2. Темір (II) сульфатының ерітіндісі үстіне 5 мл 1 М натрий гидроксидін тамызыңыз. Нәтижесінде, жасыл-сұр түсті тұнба пайда болғаны байқалады.
3. Пайда болған тұнбаға 8-10 тамшы 3% сутек пероксидінің ерітіндісін қосыңыз. Тұнбаның бастапқы түсі өзгеріп, қызғылт-қоңыр тұнба пайда болады. Себебін түсіндіріңіз.

*Қауіпсіздік: Көз қорғайтын көзілдірік киіңіз.
Сутек пероксидімен жұмыс жасағанда абай болыңыз.*

Қорытынды:

Химиялық теңдеулерді аяқтап, теңестіріңіз:



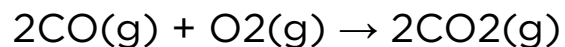
Literacy

1. How did people prevent food spoiling in ancient times?
2. In the following example, sodium and chlorine react to form sodium chloride, NaCl.



Which one is oxidizer and which one is reducer?

3. How many electrons do transfer in the following reaction?

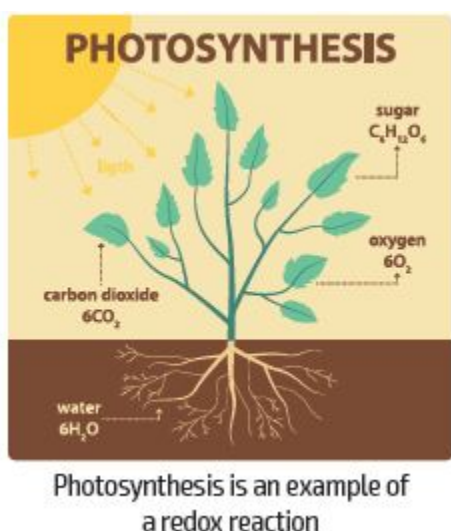


Terminology

- to involve - қатыстыру / включать в себя;
- to transfer - ауыстыру, аудару / переносить;
- to take place - орын алу / происходить;
- to prevent - болдырмау / предотвратить;
- moldy bread - көгерген нан / заплесневелый хлеб;
- spoiling - бүліну / порча (продукта).

5.3 BALANCING REDOX REACTIONS

Photosynthesis is a redox reaction and is the most important process that produces oxygen. Which other methods can you think of?



You will:

- balance redox reactions using the oxidation-number method.

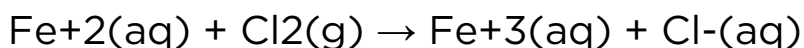
Тотығу-тотықсыздану реакцияларын теңестіру басқа реакцияларды теңестіру әдісіне ұқсас. Алдымен, атомдар санын теңестіріп, сосын барлық тасымалданған электрондарды теңестіреді. Алайда, бұл қарапайым ережелерді тотығу-тотықсыздану реакцияларында

қолдану қиын болады. Сол себепті, басқа теңестіру әдістерін қолданамыз.

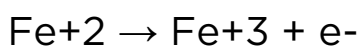
Электрондық баланс әдісі

Химиялық реакция кезінде тотығу және тотықсыздану үрдістері бір уақытта орын алады. Сондықтан, берілген және қосып алынған электрондардың жалпы саны тең болуы тиіс. Бұл әдіс бойынша реакция екі типке бөлінеді: тотығу және тотықсыздану реакциялары. Әрбір жартылай теңдеулерде электрондардың бірдей саны пайда болатындай етіп әрбір жартылай реакция бөлек теңестіріледі.

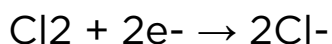
Содан кейін жалпы теңдеуді теңестіру үшін екі жартылай реакция теңдеулері қосылып жазылады. Мысал ретінде келесі теңдеуді теңдестірейік:



1. Тотығу реакциясын жазайық:



Тотықсыздану реакциясы:



2. Берілген және қосып алынған электрондардың жалпы саны тең болуы керек. Ол үшін тотығу-тотықсыздану реакцияларында өзгерген электрондар санының еселігін табу керек.



Екі реакция қосылып, жалпы реакция жазылады:

Тотығу: $2\text{Fe}^{+2} \rightarrow 2\text{Fe}^{+3} + 2e^{-}$

Тотықсыздану: $\text{Cl}_2 + 2e^{-} \rightarrow 2\text{Cl}^{-}$

Жалпы: $2\text{Fe}^{+2} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Fe}^{+3} + 2\text{Cl}^{-}$

Facts

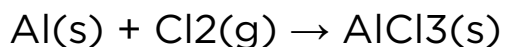
Preparation of qymyz is based on redox reactions



Kazakh dishes and qymyz

Example 1

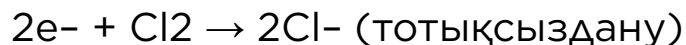
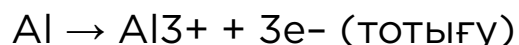
Электрондық баланс әдісін пайдаланып мына реакцияны теңестіріңіз:



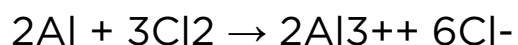
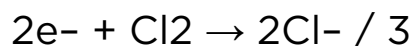
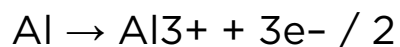
Solution

Реагенттер мен өнімдердегі әрбір атомның тотығу дәрежесі тасымалданған электрондардың жалпы санын табу үшін қолданылады.

Жартылай реакциялар:



Қорытынды теңдеу екі жартылай реакцияларды біріктіру арқылы алынады:



Теңестірілген теңдеу:

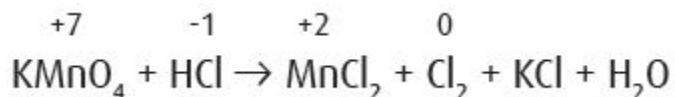


Example 2

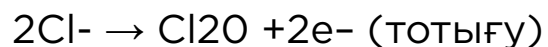
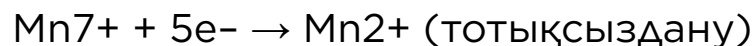
Электрондық баланс әдісін пайдаланып келесі реакцияны теңестіріңіз:



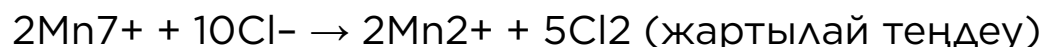
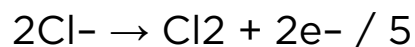
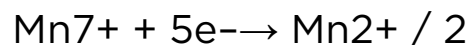
Solution



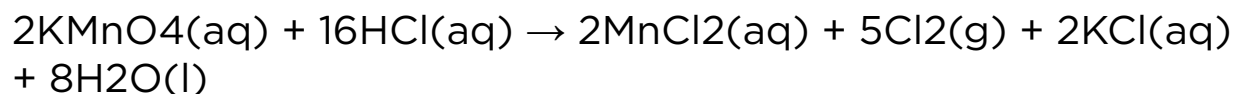
Алдымен, теңдеуді екі жартылай теңдеуге бөліп, тотығу дәрежесі өзгерген атомдарды көрсету керек.



Реакцияны теңестіру үшін ең кіші ортақ еселікті табамыз: 2 мен 5 сандары үшін ЕКОЕ 10-ға тең.



Қорытынды теңдеудің коэффициенттерін қойып шығамыз:



Literacy

1. What is the unknown substance in the following balanced redox reaction?

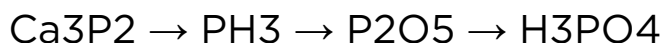


2. Balance the following equations by using the oxidation number method:





3. Which of the following change(s) is/are redox reaction(s)?
(Each arrow is a reaction)



Terminology

- photosynthesis - фотосинтез / фотосинтез;
- oxidation-number method - электрондық баланс тәсілі / метод электронного баланса;

Problems: Oxidation-Reduction Reactions

1. Determine which element is oxidized and which element is reduced in each reaction. Identify the oxidizing agent and the reducing agent:

- $2\text{Ca}(s) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{CaO}(s)$
- $2\text{Na}(s) + \text{S}(s) \rightarrow \text{Na}_2\text{S}(s)$
- $2\text{K}(s) + \text{Br}_2(l) \rightarrow 2\text{KBr}(s)$

2. Find the oxidation number of each atom in following ions:

- nitrate NO_3^-
- ammonium NH_4^+
- CO_3^{2-}

3. Calculate the oxidation number of manganese in each of the following compounds:

- Mn_2O_3
- KMnO_4
- MnSO_4
- Mn_2O_7
- K_2MnO_4

4. Use the changes in oxidation numbers to determine which elements are oxidized and which are reduced in these reactions:

- $\text{C}(s) + \text{HNO}_3(\text{conc}) \rightarrow \text{CO}_2(g) + \text{NO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$
- $\text{Cu}(s) + \text{HNO}_3(\text{conc}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + \text{NO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$
- $\text{H}_2\text{S}(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{SO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$

5. Determine the oxidation number of the elements in each of the following compounds:

- H_2SO_3
- F_2
- $\text{Zn}(\text{OH})_2$
- KNO_2
- KH
- Fe_2O_3

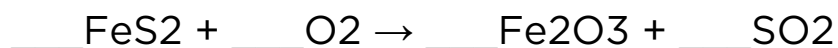
6. What are oxidation states of nitrogen in the following compounds respectively?

HNO_2 , NH_4Cl , NO

7. What are oxidation states of sulfur respectively in the given compounds?

Na_2S , Na_2SO_4 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

8. What is the sum of all coefficients in the following balanced redox reaction?



9. What is the substance X in the following balanced redox reaction?



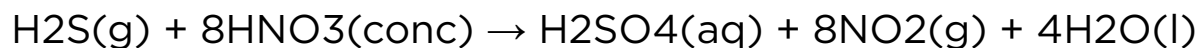
10. In which of the following schemes there is no change in oxidation state?

A) $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2$ B) $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ C) $\text{PH}_3 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5$ D) $\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{HNO}_2$ E) $\text{CrO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{CrO}_4$

11. In which compound sulfur has oxidation state -2?

A) Na_2S B) Na_2SO_3 C) Na_2SO_4 D) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ E) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

12. What is the change in oxidation state of sulfur in the following redox reaction?



A) $\text{S}^{2+} \rightarrow \text{S}^{4+}$

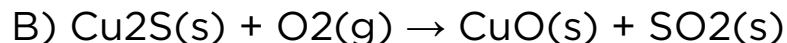
B) $\text{S}^0 \rightarrow \text{S}^{4+}$

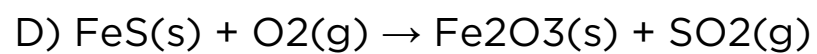
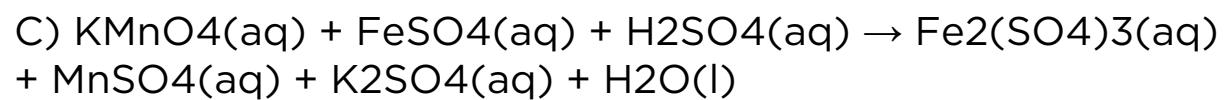
C) $\text{S}^{2-} \rightarrow \text{S}^{4+}$

D) $\text{S}^{2-} \rightarrow \text{S}^{8+}$

E) $\text{S}^{2-} \rightarrow \text{S}^{6+}$

13. Balance the following reactions using oxidation-number method:





CHAPTER 6: METALS AND METAL ALLOYS

6.1 GENERAL PROPERTIES OF METALS

Melting points of iron, tungsten, and mercury are 1538°C , 3422°C , and -39°C respectively. Why metals have different melting points?

You will:

- explain what the metallic bond and metallic lattice are;
- describe physical and chemical properties of metals.

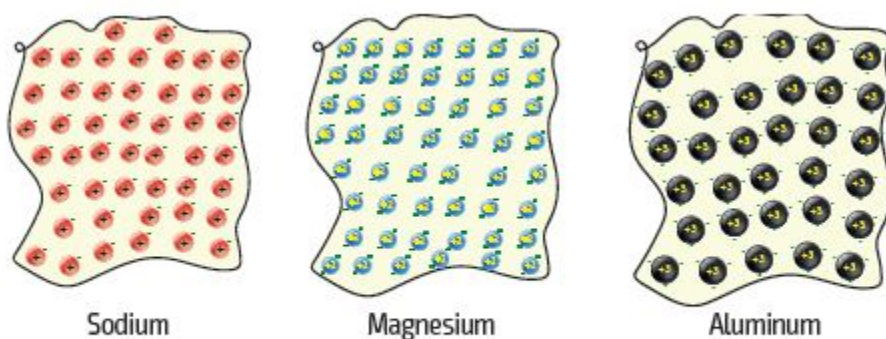
Металдық байланыс

Металл атомдарында валенттік электрондар саны аз. Металдар тұрақты қалыпқа өту үшін электрондарын береді. Бөлме температурасында металдар (сынаптан басқасы) қатты күйде кездеседі.

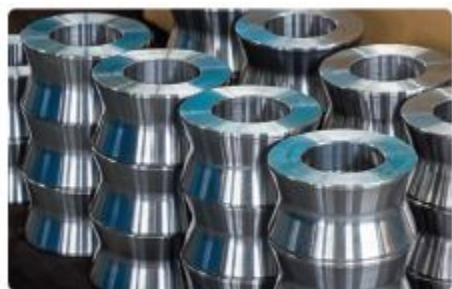
Металл атомдарының валенттік электрондары металл иондары арасында оңай қозғалады. Металл атомдары арасында еркін қозғала алатын бұл электрондар “электрондық газ” түзеді. Металл атомы мен қозғалып жүрген электрондардың арасындағы химиялық байланыс түрі металдық байланыс деп аталады. Металл атомдары

арасында еркін қозғалатын электрондар металдардың жылу мен электр энергиясының жақсы өткізуіне себеп болып табылады. Еркін электрондар металл бойымен қозғалатындықтан, олар электр тогын өткізе алады. Сондай-ақ, металдарға жылтырау, сымға созылу, тапталу қасиеттері тән.

Металдың валенттік электрондары көбейген сайын металдық байланыс та күшті болады.



The metallic bonding in aluminum is the strongest, and the weakest in Na. Sodium, magnesium and aluminum melt at 98°C, 650°C and 660°C respectively.



Titanium and steel parts, ball-bearings



The free movement of electrons in metals makes it easy for metals to be shaped and drawn into wires

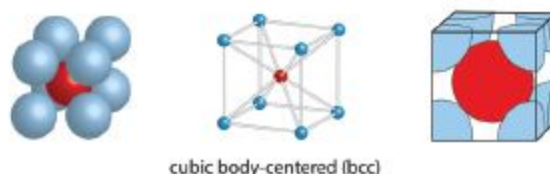
Металдық кристалдық тор

Периодтық кестедегі барлық элементтердің 80%-ы металдар болып табылады. Олардың барлығы дерлік қатты күйде кездеседі, және де олардың балқу

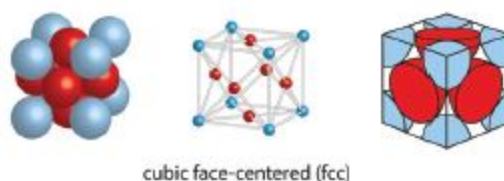
температуралары, қаттылығы және майысқақтығы әр түрлі. Аталған қасиеттер металдағы кристалдық тор құрылысымен түсіндіріледі. Металдық кристалдық тордың негізгі 3 типі бар:

- кубтық көлемді орталықтанған,
- кубтық бүйірлі орталықтанған
- және гексагональды тығыздалған (алты бұрышты).

Кубтық көлемді орталықтанған кристалдық торда металл атомдары кубтың центрі мен әрбір бұрышында орналасады. Pb, K, Na, Li, W, V, Ba, т.б. металдарда осы кристалдық тор бар.



Кубтық бүйірлі орталықтанған кристалдық торда металл атомдары кубтың әрбір бұрышы мен кубтың әр бетінің центрінде орналасқан. Мысалы, Ni, Ag, Au, Pd, Pt, Cu, т.б. металдардың құрылысы осы кристалдық торға сәйкес.



Гексагональды тығыздалған (алты бұрышты) кристалдық торда металл атомдары алтыбұрышты призманың әрбір бұрышы мен призманың центрінде орналасқан. Кейбір металдарда (Mg, Cr, Os, Zn, Be, Ca, т.б.) гексагональды тығыздалған (алты бұрышты) кристалдық торы бар.



Металдардың химиялық қасиеттері

Көп металдардың валенттік электрондар саны аз болып келеді. Сол себепті, химиялық реакцияларда металдар тотықсыздандырғыш қызметін атқарады және сыртқы электрон қабатын тұрақтандыру үшін басқа элементтерге электрондарын береді (тотығады):



Енді, металдардың кейбір химиялық қасиеттеріне тоқталсақ.

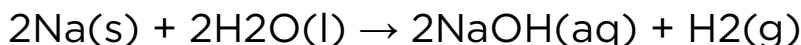
1. Металдар оттегімен реакцияласып оксидтер түзеді:

Magnesium + oxygen \rightarrow magnesium oxide



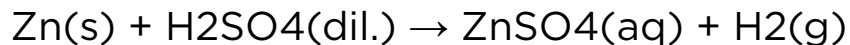
2. Белсенді металдар сумен әрекеттесіп сілті мен сутек газын түзеді:

Sodium + water \rightarrow sodium hydroxide + hydrogen



3. Металдар қышқылдарда еріп, тұз бен сутек газын түзеді:

Zinc + sulfuric acid \rightarrow zinc sulfate + hydrogen



Demonstration

№4. Металдардың кристалдық торларының 3D үлгілері

Құрал-жабдықтар:

периодтық кесте, металл үлгілері, металдардың кристалдық торларының үлгілері.

Орындалу тәртібі:

1. Металдардың кристалдық торларын зерттеңіз.
2. Металдардың кристалдық торларын салыстырып, қорытынды жасаңыз.

Science in context

Вольфрам W ең жоғары балқу температурасына ие металл (3422°C). Вольфрам мен оның құймалары электр шамдары, электронды және телевизиялық түтікшелерге және металды буландыруға арналған жіптер үшін кеңінен қолданылады.



Literacy

1. Where are chromium and zinc used?
2. Write main physical properties of metals.
3. What type of metals are used in headphones?
4. Determine the types of crystal lattices for following metals:
Au, Fe, Ca, Cr.
5. What is the difference between metals and nonmetals?
6. Predict which metal has following properties:
 - X element is a ductile and excellent conductor of electricity. It has red-orange metallic luster and is used for wire production.

Terminology

- electron sea - электрон газы / электронный газ;
- crystal lattice - кристалдық тор / кристаллическая решетка;
- wire - сым / провод;

- ductile - иілімді / пластичный;
- malleable - созылымды, иілімді / тягучий, ковкий;
- filaments - жіптер / нити;
- body-centered cubic - көлемді орталықтанған кубтық / объемноцентрированная кубическая;
- face-centered cubic - бүйірлі орталықтанған кубтық / гранецентрированная кубическая;
- hexagonal - гексогональді / гексагональная.

6.2 METAL ALLOYS

Steel is one of the world's most important engineering and construction material. Why does stainless steel not corrode?

You will:

- know what are alloys and what are their benefits;
- compare properties of iron alloys: steel and cast iron;
- learn about the production of metals in Kazakhstan.

Құймалар

Таза металдар жақсы электрөткізгіштік, жоғары беріктік, қаттылық және коррозияға төзімділік сияқты қасиеттерге ие. Дегенмен, олардың барлығын өнеркәсіпте қолдану тиімсіз. Сондықтан, металдарды әдетте басқа металдармен қосып, құймалар жасайды. Құймаларды жасау металдардың қасиеттерін өзгертудің ең көп таралған әдістерінің бірі болып табылады. Құймалар жасаудағы негізгі мақсат: металдарды өнеркәсіпте, техникада неғұрлым қолайлы қолдана алатын қалыпқа келтіру.

Some important alloys

Alloy	Typical composition	Particular properties
brass	copper ~70% zinc ~30%	harder than pure copper, "gold" coloured
bronze	copper ~90% tin ~10%	harder than pure copper
cast iron	iron ~97% carbon ~2-4%	harder than iron
steel	iron ~98 carbon ~0.1-2%	harder and stronger than iron
stainless steel	iron ~70% chromium ~20% nickel ~10%	harder than pure iron; does not rust



Bronze vintage teapot

Болат пен шойын

Болат - көміртегі (2%-дан аз) мен темірдің қорытпасы. Болаттың мықтылық қасиеті құрамындағы көміртектің мөлшеріне байланысты. Болат әдетте берік және иілгіш болып келеді. Болат өндірісінде болатты тез салқындатқан жағдайда қатаяды. Бірақ, баяу салқындатқан кезде жұмсақ қасиетке ие болады. Тот баспайтын болат құрамына хромның болуымен ерекшеленеді. Болат әлемдегі ең көп қолданылатын металдық материал болып табылады. Болаттың түрлі формалары және мықты металдық күші бар. Болат өндірісте құрылыста, тасымалдау, қаптама жасау, энергетикалық және аспаптар жасау саласында қолданылады.

Шойын - темірдің көміртегі (2-4%) және басқа элементтермен (S, Mn, P сияқты) қорытпасы. Шойын - қара металлургияның алғашқы өнімдерінің бірі. Шойынның коррозияға төзімділігі жоғары болып келеді. Оның қаттылығы жоғары температурада да тұрақты. Шойын түрлі құрылымдық және сәндік өнеркәсіпте қолданылады. Ол салыстырмалы түрде қымбат емес; төзімді және пішінін жаңа қалыпқа келтіру оңай.



Tanks and railways made from steel



Cast iron pots on a kitchen working



Decorative cast iron fence

Қазақстандағы металлургия өндірісі

Біздің елімізде периодтық кестедегі химиялық элементтердің барлығына жуығы кездесетіні анықталған. Мысалы, Алтай тауының қазақстандық бөлігінде 900-ге жуық полиметалл кен орны бар. Жезқазған өңірінде де мыс, қорғасын, мырыш, никель, кобальт, алюминий, марганец және басқа да металл кендері бар. Қаратау жотасында қорғасын, мырыш, ванадий және темір көп

мөлшерде кездеседі. Қазақстанда сондай-ақ қымбат металдар (алтын, күміс және платина) және сирек кездесетін металдар (уран, молибден, рений және т.б.) өндіріледі.



Steel production in Temirtau

Металдардың қоршаған ортаға әсері

Тау-кен металлургиясы табиғи ресурстарды қолданып, қоршаған ортаға зиян тигізуші өнеркәсіп саласы болып табылады. Еліміздің көптеген аймақтарында тау-кен металлургия өнеркәсібінен шыққан қалдықтар орасан аумақтарды алып жатыр және атмосфераға, топыраққа және су көздеріне зиянды заттарды көп мөлшерде шығарып, негізгі экологиялық қауіп көзіне айналып отыр. Осыған орай, қоршаған ортаны қорғау және зауыттар жұмыс істеп тұрған аймақтарда өмір сүретін адамдардың денсаулығы қазіргі заманның негізгі мәселелерінің бірі.

Demonstration

№5. Металдар мен олардың құймалары.

Металдардың үлгілерін және олардың құймаларын салыстырып көріңіз.

Facts

The Palace of Peace and Reconciliation in Astana city is designed to withstand expansion and contraction due to temperature variations of over 80°C, from -40 to over 40°C - leading to an expansion of the building of up to 30 cm.



Exterior of the Palace of Peace and Reconciliation building

Literacy

1. Write names for alloys of copper.
2. Why are pure copper, gold, and aluminum often alloyed?
3. Where can we find stainless steel materials in our daily life?

Terminology

- durability - төзімділік / прочность;
- hardness - беріктік / твердость;
- tensile strength - беріктік шегі / предел прочности;
- stainless steel - тот баспайтын болат / нержавеющая сталь;
- ferrous metallurgy - қара металлургия / черная металлургия;
- non-ferrous metallurgy - түсті металлургия / цветная металлургия;
- environmental effect - экологиялық әсер / экологический эффект;
- alloy - құйма, қорытпа / сплав.

6.3 PRODUCTION OF METALS

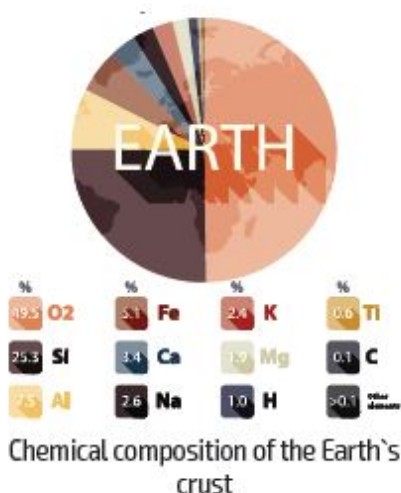
Iron metal is known from ancient times. How has humankind produced first iron products?

You will:

- know about the process of metal production.

Металдар табиғатта кеңінен тараған элементтер болып табылады. Бірақ та олар табиғатта таза күйінде емес, көбіне қосылыс күйінде кездеседі. Сол себепті, металдарды қосылыстарынан таза күйінде бөліп алу қиын процесс.

Металлургия өндірісі металдарды коммерциялық немесе өнеркәсіптік мақсаттарға пайдалану барысын қамтитын барлық процестерді қамтиды. Кейбір жағдайларда металл өндірісі тек бірнеше қадамдардан ғана тұрады, себебі, кейбір металдар табиғатта бос күйінде кездеседі. Оған мысал ретінде алтын, күміс, платина сияқты асыл металдарды айтуға болады. Бұл металдар көптеген қышқылдарды ерімейді. Сол үшін оларды өңдеудің басқа әдістері қолданылады. Ал, басқа металдар табиғатта көбіне оксид не сульфидтер күйінде кездеседі. Оларды таза күйінде өндіру түрлі әдістер көмегімен жүзеге асады.



Металлургия

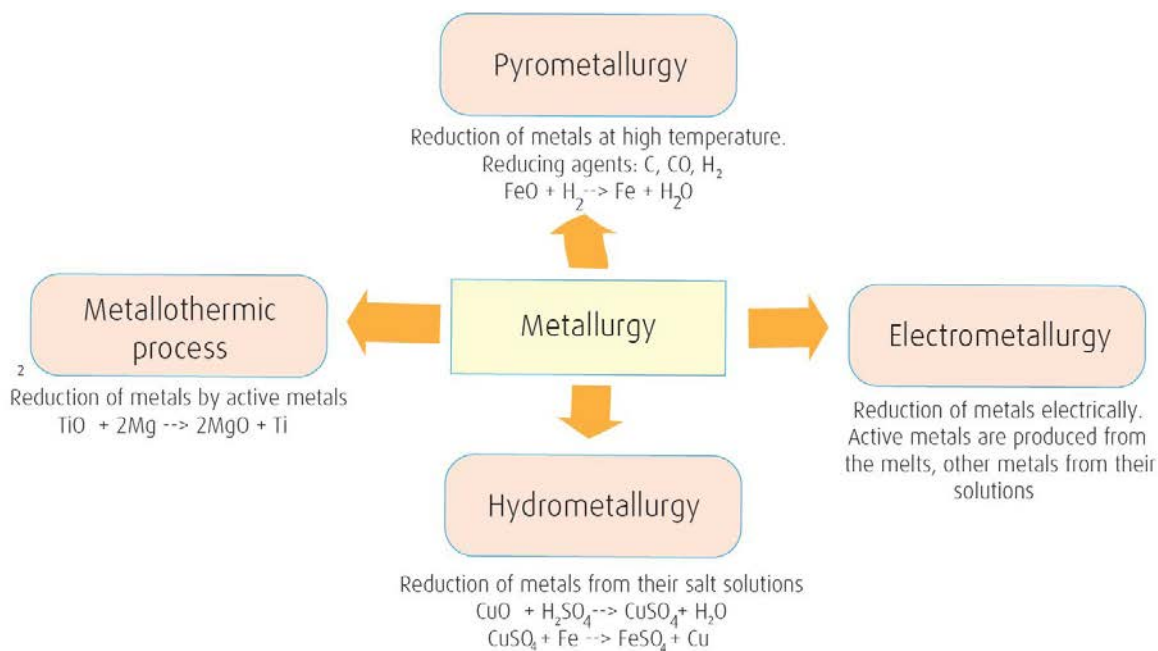
Металлургия - металдарды кеннен таза күйінде өндіру, металдардың қасиеттерін зерттеу, және оларды басқа қоспалардан тазарту әдістерін қамтитын ғылым мен техника саласы. Metallургия қара және түсті деп екіге жіктеледі.

Қара металлургия - темір мен оның құймаларының металлургиясы. Қазақстанда қара металлургияның негізгі ошақтары Теміртау, Ақтөбе, Соколов-Сарыбай және Лисаковск кен орындары болып табылады.

Түсті металлургия темірден басқа металдарды өндіру мен өңдеудің процестерін қарастырады. Қазақстанда қара металлургияға қарағанда түсті металлургия жақсы дамыған. Түсті металлургия зауыттары Өскемен, Риддер, Шымкент, Павлодар, Балқаш, Жезқазған қалалары маңында орналасқан.

Металдарды өндіру

Металды кендерінен өндірудің бірнеше әдістері бар.



The structure of Modern Metallurgy

Кенді өңдеуге дайындау

Кенді өңдеу дегеніміз қажетті минералды заттарды қалдықтардан бөліп алу; қалдықтарға, негізінен, саз және силикат қоспалары жатады. Қалдықтарды кеннен бөліп тастау - флотация деп аталады. Кенді өңдеу үшін флотация әдісі өте тиімді болып саналады.

Ферромагниттік металдарды (Fe, Co, Ni) кендерінен бөліп алуда олардың магниттік қасиеті ескеріледі.

Металдарды өндіру

Металдар қосылыстарында әрқашан оң зарядты болғандықтан, оларды өндірудің әдісі тотықсыздандыру болып табылады. Металдың белсенділігі артуымен оларды кеннен бөлу процесі де қиындай түседі.

Кенді өңдеу металдарды өндіруде оларды ыңғайлы химиялық қалыпқа келтіру үшін тиімді. Қазіргі кезде көптеген металлургиялық процестерде пирометаллургия (жоғары температурада) әдісі кеңінен қолданыс тапқан. Пирометаллургия негізінде металл кендерін әр түрлі қосылыстармен тотықсыздандыру жатыр.

Literacy

1. Which deposits of metals are placed near your city?
2. Metal production is important for the economy but has some bad environmental effects. Do you think it is worth to open a factory near your house?
3. How many grams of magnesium are produced from reduction of its oxide by 80 g of carbon?



4. Iron metal can be produced from its ore by heating it to high temperatures with carbon.



If there are 10% of impurities, how many grams of iron oxide Fe_2O_3 are required to produce 56 kg of iron metal?

Activity

Оқушылар бір-біріне доп лақтырып ойнайды. Допты алған оқушы суретке қарап металлургия өндірісінің қадамдарын жеке-жеке түсіндіруі керек.



Keep in mind

The higher activity of the metal, the harder is to extract it from the ore.

Flotation – a process for separating the different minerals in a mass of powdered ore based on their tendency to sink in, or float on, a given liquid.

Facts

Non-ferrous metallurgy factories produce a large amount of waste. About 100 tons of ore are processed to produce 1 ton of copper

Terminology

- impurities - қоспалар / примеси;
- ore deposit - рудалық кен орны / месторождение руды;
- treatment - өңдеу / обработка;
- purification - тазарту / очистка;
- waste - қалдықтар / отходы;
- preliminary - алдын ала / предварительный;
- flotation - флотация / флотация.

6.4 SOLVING EXERCISES WITH IMPURITIES

Sometimes the efficiency of obtaining metals can drop to 1%. For example, from 1 ton of ore, only 10 kg of metal is produced. Where does other 99% go?

You will:

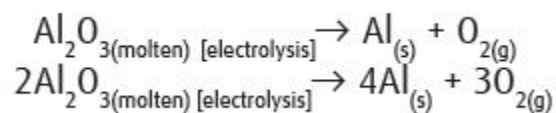
- solve problems with impurities.

Exercise 1

34 кг боксит Al_2O_3 балқымасының электролизінен қанша кг алюминий алынады? Бокситтегі қоспаның массалық үлесі 40%.

Solution

Step 1. Реакцияны жазып, теңестіріңіз:



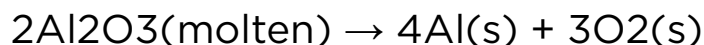
Step 2. Бокситтегі таза заттың массасын, зат мөлшерін есептеңіз.

40% қоспасы бар боксит массасы берілген. Бұдан таза Al_2O_3 60%-ды құрайтынын біле аламыз:

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{total}) \cdot w(\text{Al}_2\text{O}_3)}{100} = \frac{34 \cdot 60\%}{100} = 20.4 \text{ kg}$$

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Al}_2\text{O}_3)}{M(\text{Al}_2\text{O}_3)} = \frac{20.4 \text{ kg}}{102 \text{ g/mol}} = 0.2 \text{ kmol}$$

Step 3. Реакциядағы алюминийдің зат мөлшерін коэффициенттер арқылы анықтаңыз:



егер 2 моль Al_2O_3 ----- 4 моль Al

онда 0.2 кмоль Al_2O_3 ----- 0.4 кмоль Al

$$n(\text{Al}) = 0.4 \text{ кмоль}$$

Step 4. Таза алюминийдің массасын есептеңіз:

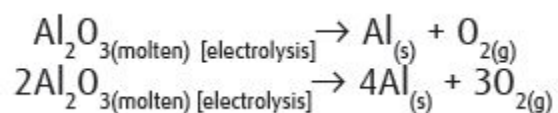
$$m(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 0.4 \text{ кмоль} \cdot 27 \text{ г/моль} = 10.8 \text{ кг}$$

Exercise 2

37,8 кг алюминий алу үшін құрамында 30% қоспасы бар корундтың массасын есептеңіз.

Solution

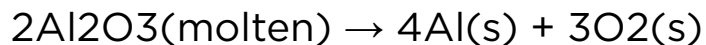
Step 1. Реакцияны жазып, оны теңестіріңіз:



Step 2. Берілген алюминий массасы арқылы зат мөлшерін есептеңіз.

$$n(\text{Al}) = m(\text{Al}) / A_r(\text{Al}) = 37.8 \text{ кг} / 27 \text{ г/моль} = 1.4 \text{ кмоль}$$

Step 3. Реакциядағы алюминий оксидінің мөлшерін коэффициенттері арқылы анықтаңыз:



Пропорция құрастырамыз:

егер 2 моль Al_2O_3 ----- 4 моль Al

онда x кмоль Al_2O_3 ----- 1.4 кмоль Al

$$x = n(\text{Al}_2\text{O}_3) = (2 \cdot 1.4) / 4 = 0.7 \text{ кмоль}$$

Step 4. Алюминий оксидінің массасын есептеңіз:

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = n(\text{Al}_2\text{O}_3) \cdot M_r(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0.7 \text{ кмоль} \cdot 102 \text{ г/моль} = 71.4 \text{ кг}$$

71,4 кг - бұл таза алюминий оксидінің массасы.

Енді соңғы қадам - 70% Al_2O_3 бар корундтың массасын есептеу (бастапқыда 30% қоспасы болған).

Step 5. Корундтың массасын есептеңіз:

70% Al_2O_3 ----- 100% корунд

71.4 кг Al_2O_3 ----- x кг корунд

$$x = m(\text{корунд}) = (71.4 \cdot 100) / 70 = 102 \text{ кг}$$

Literacy

1. How many liters of carbon dioxide (at STP) can be obtained from 119 grams of limestone containing 16% of impurities?



2. Calculate the volume of gas (at STP) produced by treatment of 10 g of marble containing 5% of impurities with hydrochloric acid.



3. Saltanat has a gold necklace with 585 gold content. Calculate the mass of pure gold in the jewelry if the mass of the necklace is 3 grams.

4. Azamat brought to the laboratory 2 kg of ore containing iron (II) carbonate FeCO_3 . To find the mass percentage of the salt, Azamat suggested treating 100 g of ore with excess hydrochloric acid. He collected released gas into a balloon. Volume at STP was about 9 liters. Calculate the mass percentage of the salt. Find the mass of iron carbonate in 2 kg of ore.

Facts

Jewelry golden products are not made of pure gold. The indicator of the quality of a gold product is gold content. For

example, if gold content is equal to 585 that says that for 1000 parts of the alloy there are 585 parts of gold, the remaining 415 - additives: copper, silver, palladium, zinc, nickel and even platinum, which is in the alloy of white gold. The function of such additives is to make the alloy strong and durable and also to control the colour range of product.



Gold ring proof

Terminology

- to suggest - ұсыну / предлагать;
- additives - қосындылар / добавки;
- corundum - корунд / корунд;
- rock-forming mineral - жыныс түзуші минералдар / породообразующий минерал.

Problems: Metals and metal alloys

1. What are the most abundant elements in the Earth's crust?
2. Why active metals like sodium and potassium are not found in elemental form in nature?
3. Gold and silver are known as the most expensive metals from ancient times. Why are they so precious?
4. Metals are malleable and ductile. Give examples from the daily life of the benefits of this qualities.
5. Why is pure aluminum not used in airplane body production?
6. Research gold-copper alloys and find the different names of these alloys.

7. Try to find meaning of words such as ounce, carat.

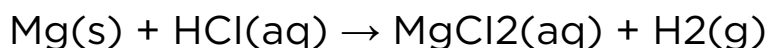
8. Research which noble metal is more expensive than the others?

9. Explain the thermite process and write the equation for this reaction.

10. Which regions of Kazakhstan have factories of both ferrous and non-ferrous metallurgy?

11. Silver is the best conductor of electricity among metals. However, copper is used in production of wires. Why?

12. Consider the reaction:



How many grams of magnesium sample that is 40% pure are needed to fill a 44,8 L balloon with hydrogen gas at STP?

13. When 30.93 g of ore containing iron (II) carbonate reacts with an excess amount of hydrochloric acid, 4.48 liters of carbon dioxide were released. Determine the mass percentage of impurities in the ore.

14. A sample of silver oxide is found to contain 20% impurities. Calculate the volume of oxygen at STP that is released from the decomposition of 29 g of this sample.

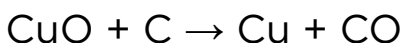
15. A sample of iron ore contains 75% Fe₃O₄ by mass. Calculate the volume of hydrogen that is needed to reduce all the iron from 23.2 g of this ore at STP.

(Clue: Remember that at high temperatures hydrogen reacts with many metal oxides to give pure metal and water vapor.)

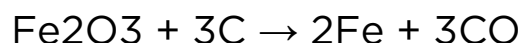
16. After heating 400 g of sodium nitrate, 33.6 liters of oxygen were obtained. What is the mass percentage of impurities in the saltpeter?



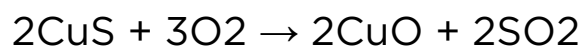
17. Calculate the percentage yield of copper in the following reaction where 230 g of copper oxide CuO produces 160 g of copper.



18. Calculate the percentage yield of iron metal in the following reaction where 720 kg of hematite Fe₂O₃ produces 490 kg of pure iron.



19. Calculate the percent yield of copper oxide in the following reaction where 10 g copper sulfide CuS produces 5.9 g of copper oxide.



CHAPTER 7: 1, 2, 13 GROUP ELEMENTS AND THEIR COMPOUNDS

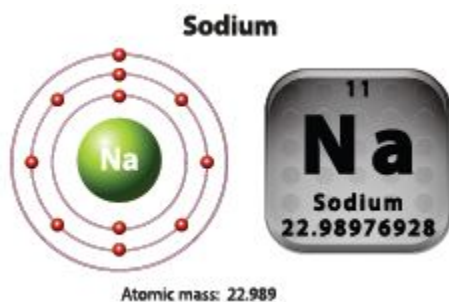
7.1 ALKALI METALS AND THEIR COMPOUNDS.

What unites table salt, soap, and soda?

You will:

- know which metals are called alkali metals;
- know properties of alkali metals according to their atomic structure;
- know that oxides and hydroxides of alkali metals are bases.

1 топтың элементтері (сутегіден басқалары) сілтілік металдар деп аталады.



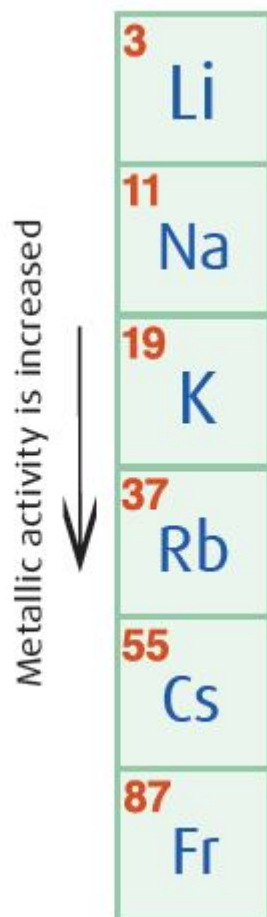
Pure sodium

Осы топтың мүшелері литий (Li), натрий (Na), калий (K), рубидий (Rb), цезий (Cs) және франций (Fr) типтік металдық қасиеттерге ие. Олардың электрондық конфигурациясы ns^1 -мен аяқталады; бұл олардың бір валенттік электрондары бар екендігін және +1 зарядты ион бола алатындығын көрсетеді.

Барлық сілтілік металдар жұмсақ, әрі пышақпен оңай кесіледі.

Топ бойынша металдардың белсенділігі жоғарыдан төменге қарай артады және франций (Fr) периодтық кестеде ең белсенді металл болуы тиіс. Бірақ та, цезий (Cs) ең белсенді металл болып табылады, себебі франций Жер қыртысында өте сирек кездесетін радиоактивті элемент.

Сілтілік металдар ең белсенді металдар болғандықтан, табиғатта олар тек қосылыстар түрінде кездеседі. Сілтілік металдар ауада оңай тотығатындықтан, оларды май (керосин) астында сақтау керек.

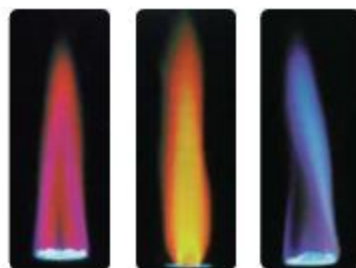


Сілтілік металдардың химиялық қасиеттері

Кейбір металдардың қосылыстары жалын түсі арқылы анықталады. Кейбір металдардың жалын түстері кестеде келтірілген.

Flame tests of alkali metals

Metal	Flame colour
Lithium	red
Sodium	yellow
Potassium	lilac
Rubidium	red-violet
Cesium	blue

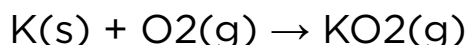
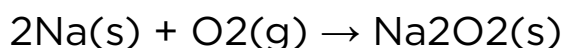
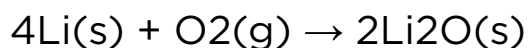


Flame tests of alkali metals: Li, Na, K

Сілтілік металдар негіздік қасиет көрсеткендіктен негіздермен реакцияласпайды. Сілтілік металдардың оксидтері де негіздік қасиеттерге ие, олар сумен әрекеттесіп, сілтілер түзеді.

1. Оттегімен реакциясы

Олар ауадағы оттегімен әрекеттесіп, оксидтер, пероксидтер, супероксидтерді түзеді (литий оксиді Li_2O , натрий пероксидін Na_2O_2 , калий, рубидий, цезий супероксидтері KO_2 , RbO_2 , CsO_2):



2. Сілтілік металдар хлор газымен әрекеттесіп, хлоридтер түзеді:

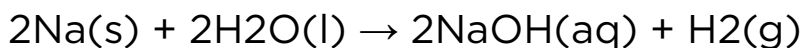


3. Күкіртпен әрекеттесіп, сульфидтер түзеді:



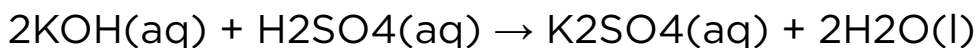
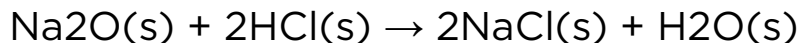
4. Сумен әрекеттесуі

Олар сумен әрекеттесіп күшті сілтілер түзеді:



Негіздік оксидтер және сілтілер

Сілтілік металдардың оксидтері мен гидроксидтері негіздік қасиет көрсетеді. Олар қышқылдармен әрекеттесіп тұздар түзеді:



Сілтілік металдардың қосылыстары

Кейбір сілтілік металл қосылыстарының жалпы атауы және қолданылуы

Формуласы	Химиялық атауы	Қолданылу аясы
Li_2CO_3	Литий карбонаты	Қыш, әйнек өндірісі
NaOH	Каустикалық сода	Сабын, қағаз, мата, бояу өндірісі
NaCl	Ас тұзы	Тамақ, сабын, шыны, керамика өндірісі
NaHCO_3	Ас содасы	Ашытқы ұнтақ, Асқазанда қышқылды бейтараптау үшін
KOH	Күйдіргіш кали	Сабын өндірісі
K_2CO_3	Поташ	Шыны және сабын өндірісі

NaOH қатты сабын дайындауда қолданылады, ал сұйық сабын дайындау үшін KOH пайдаланады.

Demonstration

№6. Натрийдің сумен реакциясы

Құрал-жабдықтар:

натрий кесектері, фенолфталеин индикаторы, су, стақан 250 мл.

Орындау тәртібі:

1. Стақанға 100 мл су құйып, үстіне 3-4 тамшы индикатор қосыңыз.
2. Суға 2-3 г натрий кесегін салыңыз.
3. Реакцияны бақылап, түстің өзгеруін байқаңыз.
4. Қорытынды жасаңыз.

Ескерту: Натрий - жоғары активті металл, көп мөлшердегі натрий суда жарылуы мүмкін.

Қауіпсіздік: Көз қорғайтын көзілдірік киіңіз.



Reaction of potassium with water

Literacy

1. Alkali metals can not be found in elemental form in nature. Why?

2. Why is it difficult to take second outermost electron from an alkali metal?

3. How many grams of hydrogen gas H_2 are produced when 0.7 g of lithium react with water ?

Keep in mind

Sodium comes from the word “soda” and potassium comes from the word “potash”.

Keep in mind

Alkali metals tarnish in air.



Alkali metals can be easily cut with a knife



Burning of lithium

Facts

The name “alkali” comes from the Arabic word “alqaly” meaning basic.

Terminology

- alkali metals - сілтілік металдар / щелочные металлы;
- nutrition - тағам / питание;
- pottery - керамика / керамика;
- Chile saltpeter - Чили селитрасы / Чилийская селитра;
- fertilizer - тыңайтқыш / удобрение;
- potash - поташ / поташ;
- to tarnish - қараю / тускнеть;
- gunpowder - оқ-дәрі / порох

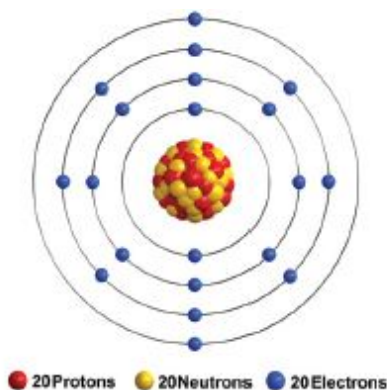
7.2 ALKALINE EARTH METALS AND THEIR COMPOUNDS

What connects alkaline earth metals and colours of fireworks?

You will:

- know which metals are called alkaline earth metals;
- compare properties of 1st and 2nd groups;
- know basic properties and uses of calcium oxide and calcium hydroxide.

2 топ металдары сілтілік жер металдар деп аталады. Бұл топқа бериллий (Be), магний (Mg), кальций (Ca), стронций (Sr), барий (Ba) және радий (Ra) жатады. Атауындағы «сілтілік жер» сөзін ғалымдар 2 топтағы металдардың оксидтері үшін қолданған. Сілтілік жер металдарының s-орбиталінде екі валенттік электроны бар (ns^2). Сондықтан, олар химиялық реакциялар кезінде электрондарын жоғалтып, +2 зарядты ионға айналады. Сілтілік жер металдары жылу мен электр тогын жақсы өткізетін, иілгіш металдар.



Atom structure of calcium

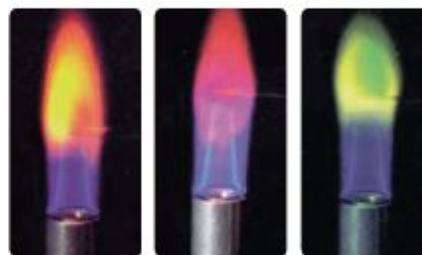


The limestone hill in Pamukkale

2 топ (IIA) элементтері салыстырмалы түрде белсенді металдар болғандықтан табиғатта тек қосылыстар күйінде кездеседі. Сілтілік жер металдарды қосылысынан жалын түсі арқылы анықтауға болады. Кейбір металдардың жалын түстері кестеде келтірілген.

Flame tests of alkaline earth metals

Metal	Flame colour
Calcium	orange red
Strontium	red
Barium	pale green



Flame tests of alkaline earth metals:
Ca, Sr, Ba.

Химиялық қасиеттері

Сілтілік жер металдар сілтілік металдардан кейінгі белсенді металдар болып табылады. Металдардың белсенділігі берилийден барийға дейін өседі. Ca, Sr және Ba металдары сумен оңай реакцияласады, ал Be және Mg-дің сумен реакциясы қиын жүреді.

1. Сумен әрекеттесуі

Ca, Sr және Ba металдары бөлме температурасында сумен әрекеттесіп, гидроксидтер мен сутегі газын түзеді:

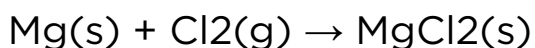


Магний металы қайнаған сумен тіпті қайнаған сумен өте жай әрекет етеді:



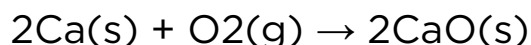
2. Галогендермен реакциясы

Барлық сілтілік жер металдар галогендермен тікелей реакцияға түсіп, металл галогенидтерін түзеді:



3. Оттегімен әрекеттесуі

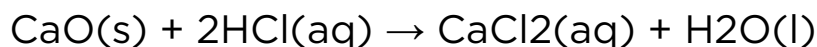
Олар оттегімен реакциясы нәтижесінде оксидтер түзеді:



Бұл оксидтердің сулы ерітінділері (BeO қоспағанда) негіздік қасиет көрсетеді.

Сілтілік жер металдарының қосылыстары

Сілтілік жер металдардың қосылыстары иондық болып табылады. Олардың балқу және қайнау температуралары жоғары, сол себепті термиялық тұрақты. Кальций оксиді мен гидроксиді негіздік қасиеттерге ие. Олар қышқылмен реакцияға түсіп, тұз түзеді.





Сілтілік жер металдарының кейбір қосылыстарының қолдану аясы

Формуласы	Химиялық атауы	Қолданылу аясы
Mg(OH)_2	Магний гидроксиді	Медицинада антацид ретінде
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Ғаныш	Құрылыста
CaO	Сөндірілмеген әк	Цемент өндірісінде
CaC_2	Кальций карбиді	Металдарды пісіру мен дәнекерлеуде
CaCO_3	Әктас	Құрылыста
BaSO_4	Барит	Рентгенографиялық фотосуретте
$\text{Sr(NO}_3)_2$	Стронций нитраты	Отшашуларда (қызыл түс береді)

Facts

Magnesium burns with a brilliant white light and is widely used in making flares and fireworks.



Magnesium powder as a flashlight in photography

Facts

The magnesium metal is the center of the structure of chlorophyll.



Science in context

$Mg(OH)_2$, магний гидроксиді ерітіндісі асқазан антациды ретінде қолданылады.



$Mg(OH)_2$, milk of magnesia is used as a stomach antacid.

Literacy

1. State physical properties of alkaline earth metals.
2. Write electron configuration of strontium.

3. Write a balanced chemical equation for the reaction of calcium with water.

Terminology

- flare - жарқылдақ / вспышка;
- antacid - антацид / антацид;
- gypsum - ғаныш / гипс;
- barite - барит / барит;
- welding - дәнекерлеу / сварка;
- limestone - әктас / известняк;
- hill - шатқал / холм.

Laboratory work

№8. Кальций оксидінің қышқылмен, сумен әрекеттесуі

Негіздік оксидтерді сумен әрекеттестіру арқылы негіздер алынады.

Құрал-жабдықтар:

CaO, азот қышқылы HNO₃ 1M ерітіндісі, дистилденген су, стақан 250 мл (2), лакмус индикаторы.

Орындалу тәртібі:

1. Қышқылмен әрекеттесуі

1. 100 мл азот қышқылы ерітіндісін стақанға құйыңыз.

2. Үстіне 5-7 г кальций оксидін салыңыз.
3. Кальций оксиді азот қышқылында ериді.
4. Қорытынды жасап, өзгерістерді жазып алыңыз.

II. Сумен әрекеттесуі

1. Стаканға 100 мл су құйыңыз.
2. Үстіне 5-7 г кальций оксиді салып, араластырыңыз.
3. Кальций оксиді суда еріп, күшті негіз болып табылатын $\text{Ca}(\text{OH})_2$ түзеді.
4. Үстіне индикатор қосып, түстердің өзгеруін қадағалаңыз.
5. Өзгерістерді жазып алыңыз.

Ескерту: Орындалатын химиялық реакция экзотермиялық болғандықтан, абай болыңыз. Эксперимент кезінде қолғап киіңіз. Теріге сілті, қышқыл тиюден аулақ болыңыз.

Қауіпсіздік: Көзді қорғайтын көзілдірік пайдаланыңыз. Қышқылмен абай болыңыз. Эксперименттен кейін кейін қолыңызды жуыңыз.

7.3 ALUMINUM AND ITS COMPOUNDS

Why aluminum dishes became unpopular?

You will:

- know properties of aluminum according to its atomic structure;
- know amphoteric properties of aluminum and its compounds.

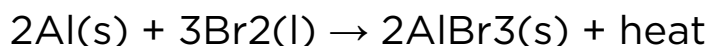
Алюминийді 1827 жылы неміс химигі Ф. Велердің металдың минералынан синтездеген. “Алюминий” атауы латынның “алюмин” деген сөзінен келетін “ащы дәм” деген мағынаны білдіреді. Алюминий оттегі мен кремнийден кейін Жер қыртысында ең көп тараған элементтің бірі. Алюминий табиғатта бос күйінде кездеспейді, себебі, оттеппен мықты байланысып, оксидтік кендер түзеді.

Өнеркәсіпте алюминийді боксит минералын Al_2O_3 балқытып электролиздеу арқылы алады. Бұл процесті алғаш рет 1886 жылы Чарльз Мартин Холл Оберлин колледжінде оқып жүрген кезінде ойлап тапқан. Бүгінгі күнге дейін алюминий осы әдіс бойынша өндіріледі.

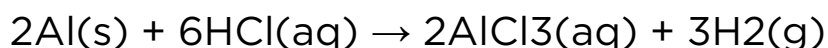
Алюминийдің химиялық қасиеттері

Алюминий қышқылмен де, негізбен де әрекеттесетін амфотерлі металл. Ол көптеген бейметалдармен де әрекеттеседі және кейбір металл оксидтерін тотықсыздандырады.

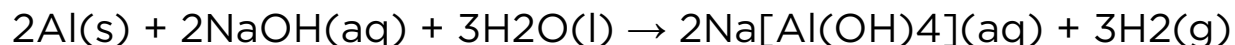
1. Бейметалдармен әрекеттесуі:



2. Сұйылтылған қышқылдармен әрекеттеседі:

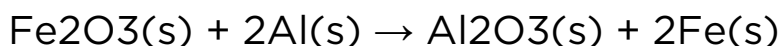


Ол сондай-ақ күшті сілті ерітінділерімен реакцияласып, сутек H_2 газын түзеді:



3. Термит реакциясы

Алюминий өзінен белсенділігі төмен металдарды оксидінен ығыстырып шығарады:



Реакция кезінде температура 3000°C -ге дейін көтеріледі, нәтижесінде темір балқыған күйде түзеді.

Алюминий оңай созылатын, майысатын металл болғандықтан, көптеген мақсатта қолданылады. Алюминийден сым, фольга жасауға болады. Алюминий электр тогын жақсы өткізеді, әрі коррозияға төзімді, мыс металына қарағанда жеңіл әрі арзан, сондықтан, жоғары вольтты электр сымдарын жасауда қолданылады.



Bauxite mineral



Pavlodar Electrolysis plant



Thermite reaction

Literacy

1. Give two characteristic properties of aluminium that make it very useful for construction.
2. Why does aluminum not corrode like iron?
3. How many liters of H_2 gas can be obtained from the reaction of 5,4 g Al and 7,3 g diluted HCl at STP.

Facts

Aluminium was for a long time an expensive metal. D. I. Mendeleev had received a precious gift on one of the

anniversaries - the balance made of pure aluminium.

Demonstration

№7. Aluminum alloys

Use aluminum alloy samples in your laboratory. Write main physical properties of aluminum alloys.

Science in context

Корунд (алюминий оксиді Al_2O_3) табиғи өте қатты қосылыс. Корунд көбіне табиғи түрде хроммен араласып, қызыл түсті кристалды құрылымға ие болады. Бұл қызыл кристалдар - рубин деп танылған қымбат тастар. Егер корунд құрамында кобальт қосылыстары болса, қымбат тас - сапфир алынады.



Ring with diamonds and large sapphire



Ruby gemstone

Laboratory work

№9. Алюминийдің қышқылмен, негіздермен әрекеттесуі.

Алюминий қосылыстары да амфотерлік қасиет көрсетіп, қышқылдармен де, негіздермен де әрекеттеседі, өйткені алюминий амфотерлі металл болып табылады.

Құрал-жабдықтар:

алюминий фольгасы, 1 М HCl тұз қышқылы, 1 М натрий гидроксиді NaOH ерітінділері, дистилденген су, стақандар.

Procedure:

Орындау тәртібі:

- I.
1. 50 мл тұз қышқылын өлшеп стақанға құйыңыз. Біраз қыздырыңыз.
2. Қышқылы бар стаканды алып, үстелге қойыңыз.
3. Стақанға алюминийдің екі кесегін салыңыз.
4. Егер алюминий қышқылда толық еріп кетсе, тағы екеуін салыңыз. Көпіршіктер пайда болуы тоқтағанға дейін қосымша алюминий салыңыз.
5. Артық алюминийді сүзгімен сүзіп, сүзіндіні буландыратын ыдысқа құйыңыз.
6. Сүзіндіні мұқият қыздырыңыз. Шыны таяқшаны батырыңыз және оны салқындату үшін көтеріңіз. Шыны таяқшада шағын кристалдар пайда болғанда қыздыруды тоқтатыңыз.
7. Ерітіндіні кристалдауға арналған ыдысқа құйыңыз. Ыдысыңызды белгілеп, келесі сабаққа кристаллизация жасау үшін қалдырыңыз.
8. Байқауларыңызды жазыңыз.

II.

1. 50 мл концентрілі натрий гидроксидін стақанға құйыңыз.
2. Үстіне алюминий фольгасын салыңыз.
3. Реакцияны қадағалап, нәтижені жазыңыз.

Ескерту: Алюминий негізбен белсенді әрекеттеседі.

Натрий гидроксидінің иісінен абай болыңыз.

Қауіпсіздік: Көзді қорғайтын көзілдірік пайдаланыңыз.

Қышқыл және негізбен жұмыс жасағанда абай болыңыз.

Қолға қорғағыш қолғап киіңіз. Теріге реактив тиюден аулақ болыңыз. Тәжірибден кейін кейін қолыңызды жуыңыз.

Қорытынды:

1. Тәжірибе бойынша кестені толтырыңыз.
2. Экспериментте шыққан өнімдердің формулалары мен атауларын жазыңыз.

	Base, NaOH	Products	Acid, HCl	Products
Aluminium				

Terminology

- affinity - ұқсастық / сходство;
- bauxite - боксит / боксит;
- transparent - әйнектей / прозрачный;
- irritant - тітіркендіргіш / раздражитель.

7.4 SOLVING EXPERIMENTAL PROBLEMS RELATED TO METALS

How dangerous is to conduct experiments with 1st, 2nd, and 13th group metals in the laboratory?

You will:

- plan and conduct experiments with 1st, 2nd, and 13th group metals.

Practice work

№4. «Металдар» тақырыбына байланысты экспериментті есептерді шешу.

Experiment 1. Ас содасының ыдырауы

Орындалу тәртібі:

1. Отбақырашты алып, оның массасын өлшеп алыңыз. Кестеге жазып қойыңыз.
2. Отбақырашқа ас содасын салып, жалпы массаны өлшеп, кестеге жазып алыңыз.

3. Ас содасы салынған отбақырашты штативте қыздырғышқа бағыттап, темір сақинаға орналастырыңыз.

4. Қыздырғышты тұтатып, ас содасын 8-10 мин бойы қыздырыңыз. Ас содасының ыдырау реакциясын жазып, бөлінген өнімдердің массасын есептеңіз

5. Отбақырашты қыздыруды тоқтатып, қыздырғышты сөндіріп, 5-6 мин суытыңыз.

6. Суыған отбақырашты шыққан өніммен бірге қайта массасын өлшеңіз. Барлық мәліметтерді кестеге жазыңыз.

Data Table:

Mass of crucible	m = g
Mass of crucible with baking soda	m = g
Mass of baking soda	m = g
Mass of crucible with product	m = g
Mass of product	m = g



Сұрақтар:

- Ас содасының формуласын жазыңыз.
- Отбақырашты қыздырғанда жүрген ас содасының ыдырау реакциясын жазыңыз.
- Шыққан өнімнің массасын стехиометриялық есептеулер мен реакция теңдеуін қолданып

теориялық түрде есептеңіз.

- Ас содасының массасы арқылы бөлінген судың массасын табыңыз. Реакция соңында су қандай өзгеріске ұшырайды.
- Ас содасының массасы арқылы бөлінген көмірқышқыл газының массасын есептеңіз.
- Барлық теориялық есептеулер нәтижесін тәжірибеден шыққан нәтижелермен салыстырып, реакцияның шығымын есептеңіз.



Crucibles



Crucible tongs

Experiment 2. Металдардың қышқылмен, сумен реакциясы

Құрал-жабдықтар:

кальций, алюминий, литий металл үлгілері, 1 М күкірт қышқылы ерітіндісі, су, сынауықтар.

Орындалу тәртібі:

I. Металдардың қышқылдармен әрекеттесуі

1. Сұйылтылған күкірт қышқылынан 30 мл-ден 3 сынауыққа құйыңыз.
2. Бірінші сынауыққа кальцийдің кішкене бөлігін салыңыз.
3. Екінші сынауыққа алюминийдің кішкене бөлігін салыңыз.
4. Үшіншісіне литийдің кішкене бөлігін салыңыз.
5. Үш металдың белсенділігін салыстырып, қорытынды жасаңыз.

Сұрақтар:

1. Қай металл сумен белсенді әрекеттеседі?
2. Реакция теңдеулерін жазыңыз.

II. Металдардың сумен әрекеттесуі

1. Сынауықтың үштен бірін сумен толтырыңыз.
2. Кальций кесегін сынауыққа салыңыз.
3. Фенолфталеин индикаторының 2-3 тамшысын қосу арқылы рН тексеріңіз.
4. Осы экспериментті алюминий мен литийді қолданып қайталаңыз.
5. Үш металдың белсенділігін салыстырыңыз.

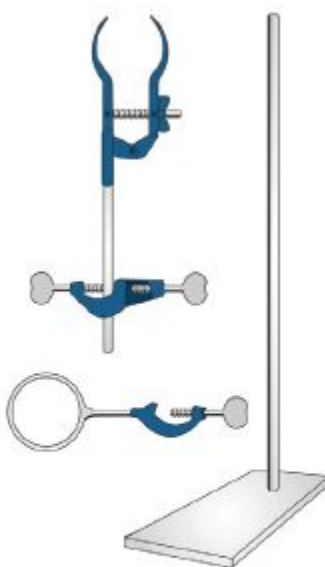
Сұрақтар:

1. Осы реакцияларға арналған сөз теңдеулерін жазыңыз.

2. Реакция теңдеулерін жазыңыз.



Aluminum ingots



Laboratory instruments: stand, clamps and an iron ring

Terminology

- conduct experiment - тәжірибе өткізу / проводить эксперимент;
- crucible - отбақыраш / тигель;
- crucible tongs - отбақырашты ұстағыш / тигельные щипцы;
- spatula - қалақша / шпатель;
- iron ring - темір сақина / кольцо;
- stand - тұрғы / штатив.

Problems: 1, 2, 13 group elements and their compounds

1. Why are alkali metals located in 1st group in the periodic table?
2. What are the common physical and chemical features of alkali metals ?
3. Discuss the general characteristics and gradation in properties of alkaline earth metals.
4. Compare the alkali metals and alkaline earth metals with respect to (i) basicity of oxides and (ii) solubility of hydroxides.
5. Compare the solubility and thermal stability of the following compounds of the alkali metals with those of the alkaline earth metals. (a) Nitrates (b) Carbonates (c) Sulfates.
6. The hydroxides and carbonates of sodium and potassium are easily soluble in water while the corresponding salts of

magnesium and calcium are sparingly soluble in water. Explain.

7. Explain the significance of sodium, potassium, magnesium and calcium in biological fluids.

8. What are the important aluminum ores?

9. Where do we use aluminum in our daily life?

10. Write the common names of ores that are natural sources of alkali metals.

a. Na_2CO_3

b. KCl

c. NaNO_3

d. NaCl

11. Fill in the blanks with the appropriate alkali metal.

a. The characteristic colour of is yellow, is red colour and lilac colour in the flame test.

b. is the most reactive metal.

c. is radioactive element.

12. Find the alkaline earth metal that has given the properties.

a. All its electrons are found in s orbitals.

b. It is radioactive.

c. Its properties are similar to those of aluminum.

d. It is found in chlorophyll.

e. It is very inert to water.

f. Its compounds are widely used in building.

13. What are the common oxidation numbers of alkali, alkaline earth and earth metals?

14. How many liters of H_2 gas can be obtained from the reaction of 30 g Al and excess of diluted HCl at STP.

15. How many grams of hydrogen gas H_2 are produced when 17 g of lithium react with water ?

CHAPTER 8: 16 ,17 GROUP ELEMENTS AND THEIR COMPOUNDS

8.1 HALOGENS

Why halogens exist in a diatomic form?

You will:

- write electron configuration for halogens;
- identify types of chemical bonds, and crystal lattices of halogens;
- understand how the main properties of halogens change in a group;
- know main chemical reactions of chlorine.

The elements of group 17 produce salts with metals, so they are called halogens, from a Greek word halos - genes, meaning “salt-former”. This group contains fluorine (F), chlorine (Cl), bromine (Br), iodine (I) and astatine (At). Astatine is a radioactive element.

The electron configuration of halogens is ns^2np^5 and it means that they have 7 valence electrons. Since their atomic numbers are less than that of the following noble gases by one, they have -1 oxidation state in their stable compounds. Fluorine has only -1 oxidation state in all compounds.

Fluorine is the most electronegative element of the periodic table. Within this group the electronegativity

decreases from fluorine to iodine. Halogens are elements with the highest electronegativity in each period, so halogens are the most active nonmetals of each period.



Chlorine



Bromine



Iodine



Fluoride mineral stone

All halogens are:

- nonmetals, do not conduct electricity;
- poisonous and smelly;
- diatomic molecules: F_2 - pale yellow colour gas, Cl_2 - greenyellow colour gas, Br_2 - reddish-brown colour liquid, I_2 - black colour solid.

Halogens are found as diatomic molecules, such as F_2 , Cl_2 , Br_2 and I_2 . In the diatomic structure of the molecules, each atom shares its single electron that's why the bond between them is nonpolar covalent. The intermolecular attraction between halogen atoms, is one of the factors which affect the state of halogens. For example, in iodine, the intermolecular forces are strong enough to hold the iodine molecules in one place. These type of solids are classified as molecular solids. Other halogens in their solid state (at very low temperatures), are also classified as molecular solids.

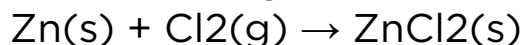
Acids of halogens

Acids - compounds of halogens with hydrogen, turn blue litmus paper into red and their aqueous solutions conduct electricity. There are also halogen oxoacids, represented as HX, HXO, HXO₂, HXO₃, HXO₄ (X denotes halogens).

Chemical properties of chlorine

Chlorine is a very reactive gas. Its most common reactions will be considered.

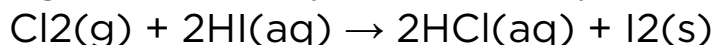
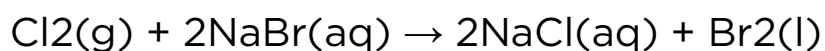
1. Chlorine is a very reactive gas and can react with metals to form the corresponding chlorides:



2. Chlorine has an affinity for hydrogen so it easily reacts with free hydrogen:



3. Chlorine can displace any of the halogens (except F₂) from their salts and acid solutions:



Uses

The silver halides, especially silver bromide, are very sensitive to light. When they are exposed to sunlight, they reduce to give metallic silver. As a result of this property, they are used to produce photographic films.

Chlorine is used in the manufacture of dyes, explosives, bleaching powder and artificial rubber. For its toxic effect, chlorine is also used in the production of insecticides like DDT. Polyvinyl chloride (PVC) is a chlorine-containing plastic used in the production of pipes.



Teflon pan



PVC plastic materials



Photo in old image

Keep in mind

Hydrochloric acid HCl is an aqueous solution of hydrogen chloride.

Facts

Фторид (F^-) ионы адам тісі үшін өте маңызды, бірақ артық мөлшердегі фторид тістердің қараюы мен бұзылуына әкеп соғады.



Toothpaste on the toothbrush

Science in context

Өнеркәсіпте фтордың ең маңызды полимері тефлон (политетрафторэтилен) $(CF_2-CF_2)_n$ болып табылады. Тефлон электр тогын оқшаулағыш, қыздыруға төзімді материал; асханалық табаларды жасау үшін қолданылады. Фтор тоңазытқыштарда кеңінен қолданылатын фреонның (CCl_2F_2) құрамдас бөлігі болып табылады. Осы уақытқа дейін мұндай хлорфторлы көміртек қосылыстары балқу температуралары төмендігінен себебінен аэрозоль еріткіші ретінде пайдаланылды. Қазіргі кезде өнеркәсіпте хлорфторлы көміртек қосылыстарын пайдалану озон қабатына зиянды әсері үшін қолданысы азайтылған.

Literacy

1. Which elements are found in group 17th?
2. What are the physical properties of halogens?
3. Where are fluorine compounds used?
4. Which halogen containing compounds do you use commonly?
5. After the reaction of 7.2 g of H_2 with Br_2 HBr is produced. How many grams of Br_2 are needed?
6. Zinc reacts with hydroiodic acid to produce zinc iodide and hydrogen gas. Find mass of zinc metal that is needed to produce 6.72 L of hydrogen gas at STP?

Terminology

- electronegativity - электртерістік / электроотрицательность;
- to insulate - оқшаулау / изолировать;
- sensitive - сезгіш / чувствительный;
- to restrict - шектеу қою / ограничить;
- refrigerator - тоңазытқыш / холодильник;
- insecticide - инсектицид / инсектицид.

8.2 HYDROCHLORIC ACID

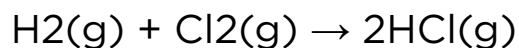
How corrosive properties of hydrochloric acid are used in oil drilling?

You will:

- investigate chemical properties of hydrochloric acid;
- know uses of hydrochloric acid.

Hydrogen chloride

Hydrogen chloride is a gas with an irritating odour. It is formed by the reaction of chlorine with hydrogen:

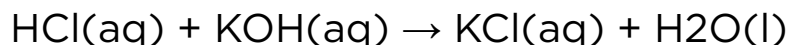


It does not conduct electricity in its liquid and gaseous phases, only in aqueous solutions.

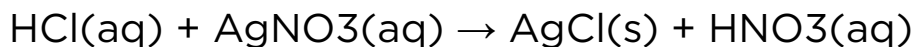
A 40 % HCl solution can be prepared with a density of 1.19 g/ml. The concentrated HCl used in the laboratories is 36 %. It is a colourless acid with a sharp odour. It fumes in moist air and hydrogen chloride, gas is evolved.

Chemical properties

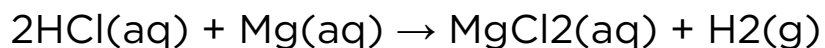
1. It reacts with bases to give neutralization reactions:



2. It reacts with AgNO₃, and a white precipitate is formed:



3. HCl reacts with active metals to produce the chloride salts and H₂ gas.



4. It reacts with oxidizing agents such as KMnO₄ to produce Cl₂(g):

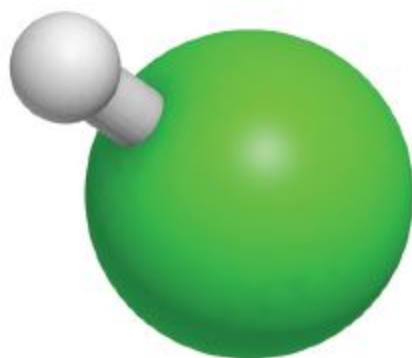




HCl acid is found in our stomach for digestion



Hydrochloric acid solution



Hydrogen chloride



HCl acid is highly corrosive

Keep in mind

Hydrogen chloride is a colourless gas with an irritating smell. It is highly soluble in water. An aqueous solution of HCl is called hydrochloric acid.

Science in context

Хлорсутек газы HCl тұз қыш-қылы мен поливинилхлоридті (ПВХ) өндіруде қолданылады. Ол, сондай-ақ, бояғыштар, резеңке және дәрі-дәрмектер өндірісінде де қолданылады.



The rolls of PVC

Laboratory work

№10. Тұз қышқылының химиялық қасиеттері

Құрал-жабдықтар:

Тұз қышқылы HCl , кальций карбонаты CaCO_3 , мыс (II) оксиді CuO , конустық колба, стақандар 250 мл, 100 мл, шпатель, штатив, қыздырғыш.

Орындау тәртібі:

I.

1. 250 мл стақанға 50 мл қышқыл ерітіндісін құйыңыз.

2. Кальций карбонатынан шпательмен қышқыл үстіне қосыңыз. Өзгерісті жазып алыңыз.

II.

1. 100 мл стақанға 30 мл тұз қышқылы ерітіндісін құйыңыз. Қышқыл ерітіндісін мұқият қыздырыңыз.

2. Қышқыл жеткілікті қызған кезде стақанға мыс (II) оксидінің біраз бөлігін қосыңыз. Әр қосқаннан кейін қоспаны 0,5 минуттай абайлап араластырыңыз.

3. Барлық мыс (II) оксиді қосылып біткенге дейін 1-2 минут қыздыруды жалғастырыңыз. Қышқыл мыс (II) оксидімен реакцияға түсіп, жасыл түсті CuCl_2 ерітіндісін түзеді. Қорытынды жасаңыз.

Қауіпсіздік: Қышқылмен жұмыс істегенде абай болыңдар. Қауіпсіздік қолғабын, көзілдірік киіңдер.

Literacy

1. What are the physical properties of HCl acid?
2. Write the reactions of hydrochloric acid with iron and $\text{Mg}(\text{OH})_2$.
3. What is the number of moles of Cl_2 required to produce 146 g HCl?
4. A 30 g sample of iron reacts with 200 g of 14.6% HCl solution by mass, in order to produce iron (II) chloride and hydrogen gas. What is the percentage of iron in the sample?

Terminology

- gently - ақырын / осторожно;
- to fume - түтеу / дымить;
- moist - ылғалды / влажный;
- manufacture - өндіріс / производство.

8.3 SULFUR

Is it true that sulfur is the main component of earwax?

You will:

- know main properties of 16th group elements;
-
- know allotropic forms of sulfur;
- know chemical properties of sulfur.

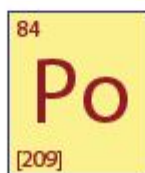
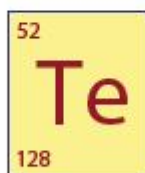
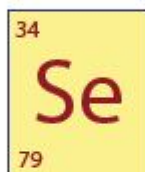
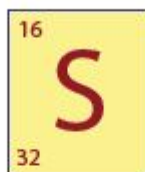
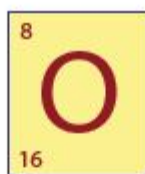
The members of 16th group are oxygen (O), sulfur (S), selenium (Se), tellurium (Te) and polonium (Po). Group 16 is also known as the oxygen group, oxygen family, or chalcogens. Chalcogen means “ore former”.



Selenium was one of the first semiconductors used in the production of photovoltaic cells



Natural sulfur



Group 16th is known as the oxygen group, oxygen family, or chalcogens.

They show nonmetallic properties. Nonmetallic character is the strongest in oxygen and sulfur, weaker in selenium and tellurium, while polonium is distinctly metallic. The elements of group 16th have 6 electrons in their valence shell. Their electron configurations end with ns^2np^4 . They try to gain 2 electrons or share electrons to complete the number of electrons in the valence shell. Selenium and tellurium are semiconductors used in the electronics industry. Polonium is a radioactive element formed by the decay of radium.

Sulfur has been known for its medicinal value and its germicidal effect since prehistoric times. However, its

chemical nature remained unknown until 1787 when A.Lavoisier recognized it is an element. Sulfur is a yellow solid in crystal or powder form. Sulfur is a nonmetal and a poor conductor of heat and electricity. There are three common allotropes of sulfur: rhombic, monoclinic and plastic sulfur.

Rhombic sulfur is a crystal. It is stable below 96°C. The crystals are bright yellow in colour and octahedral in shape, which is why it is called “rhombic”. They are made up of S₈ molecules. Its density is 2.07 g/cm³. It is odourless, colourless and solid at room temperature.

Monoclinic sulfur is another crystalline allotrope of sulfur. It is a stable allotrope at temperatures between 96°C and 119°C. The crystals are long, thin and needle-shaped. At room temperature it reverts to rhombic sulfur. Its density is 1.96 g/cm³. It is dissolved in CS₂ but can not be dissolved in water.

Plastic sulfur is obtained by heating sulfur to its boiling point. It is insoluble in carbon sulfide. When it is poured into cold water, it gives dark-brown strings of plastic sulfur. In nature, sulfur exists both in free form and in compounds.



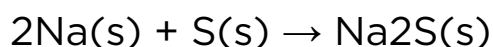
Sulfur miners extracting sulfur inside the crater, Indonesia.

Chemical properties of sulfur

The sulfur has -2, +4, +6 oxidation states in its compounds. It reacts violently with the metals in the s-block of the Periodic table. It may form compounds with all metals and nonmetals except Au, Pt and noble gases.

1. Reaction with metals

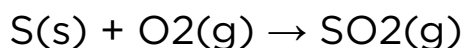
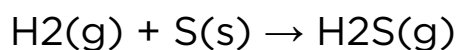
It reacts with active metals at room temperature:



It reacts with other metals when heated:



2. It also reacts with nonmetals:



Sulfur is used in the vulcanization process of rubber. It is also used in dyes, paper and medicine. Some compounds of sulfur are used as fertilizers. The manufacture of sulfuric acid (H_2SO_4) accounts for 80% of sulfur use.



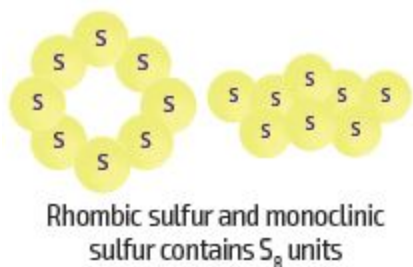
The car tire



Burning match

Keep in mind

Allotropes are different forms of the same element.



Literacy

1. How many elements are there in 16th group?
2. How many allotropic forms are there for sulfur?
3. How many electrons are there on outer shell of sulfur atom?
4. What is the percentage by mass of oxygen in H_2SO_4 ?
5. How many liters of oxygen (at STP) are required for complete burning 25.6 g of sulfur?

Demonstration

№8. Күкірттің аллотропиялық түрөзгерістері

Құрал-жабдықтар:

күкірт ұнтағы, сынауық, сынауық ұстағыш, қыздырғыш, салқын су, 250 мл-лік стақан.

Орындалу тәртібі:

1. 250 мл стақанға салқын суды құйыңыз.
2. Сынауықтың 1/4 бөлігін күкіртпен толтырыңыз.
3. Күкіртті жалында баяу қыздырыңыз. Өзгерісті мына ретте көруге болады:
 - алдымен, сары сұйықтыққа айналып балқиды (S8 атомдары)
 - қызыл сұйықтық (S8 атомдарының қысқа тізбегі пайда болады)
 - қою қызыл-қоңыр сироп
 - қою қара-қоңыр сұйықтық
4. Ыстық балқыған пластикалық күкіртті салқын су құйылған стақанға абайлап құйыңыз.

Қауіпсіздік: Көзді қорғайтын көзілдірікті пайдаланыңыз. Күкіртті ашық жалында абайлап қыздырыңыз. Осы жұмыс барысында күкірт отта жанып, сынауықтың аузында жануы мүмкін. Экспериментті тартпа шкафта жасаңыз.

Terminology

- ore - кен / руда;
-
- rubber - резеңке / резина;
- runny - ақпа / текучий;
- lip - шет / край;
- needle-shaped - ине тәріздес / иглообразный;
- to revert - қайту / возвращаться;
- germicidal - бактерициді / бактерицидный.

8.4 COMPOUNDS OF SULFUR

Why silver jewellery tarnishes?

You will:

- know oxides of sulfur;
- know effects of acid rain;
- know properties of hydrogen sulfide.

Oxides of sulfur

Sulfur dioxide (SO₂) is a toxic, colourless gas with a sharp, bad odour.

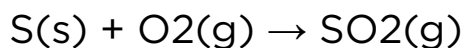


sulfur dioxide molecule



Sulfur trioxide molecule

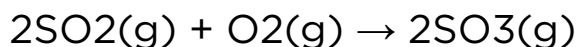
It is formed by the combustion reaction of sulfur:



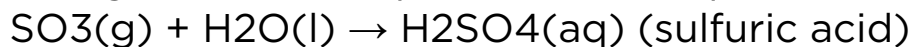
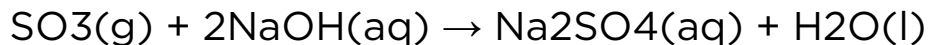
It is an acidic oxide, so it reacts with basic substances and dissolve in water:



Sulfur trioxide (SO₃) is a very active and volatile substance. It is formed by the reaction of SO₂ with excess oxygen:



It reacts with basic compounds and dissolve in water:



Both sulfur dioxide and sulfur trioxide play major roles in producing acid rain.

Acid rain

Regular rain is slightly acidic. It absorbs some carbon dioxide from the air. However, acid rain is more acidic because of certain pollutants in the air.

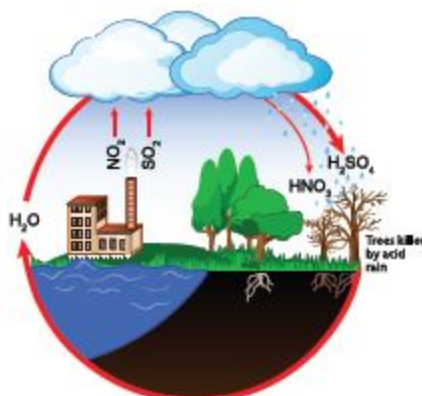
It results when sulfur dioxide (SO₂) and nitrogen oxides (NO_x) are emitted into the atmosphere and transported by wind and air currents. Rainwater is naturally weakly acidic, with a pH of 5.4. pH of acid rain gets between 2.4 and 5.0. Acid rain can have terrible effects on what it falls on: trees, lakes, buildings and farmland.

The primary sources of SO₂ and NO_x in the atmosphere are:

- Burning of fossil fuels to generate electricity.
- Vehicles and heavy equipment.
- Manufacturing, oil refineries and other industries.



Factories generating toxic air pollution and acid rain



Forming of acid rain

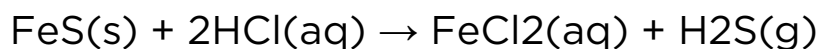


Volcanic crater lake and toxic sulfur fume

Hydrogen sulfide (H_2S)

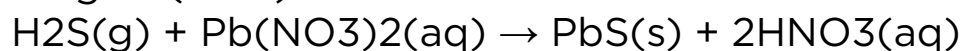
It is very poisonous, corrosive, flammable and colourless gas. It smells like rotten eggs.

In laboratories it is formed by the reaction of iron sulfide (FeS) with acids:

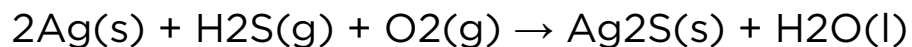


Qualitative reactions:

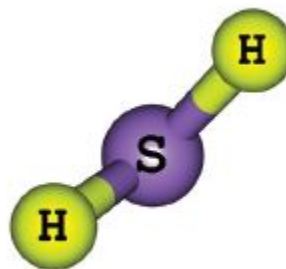
1. By adding $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$:



2. H₂S in air causes the formation of a black sulfide layer on silver metal:



H₂S smells like rotten egg.



Hydrogen sulfide molecule

Science in context

Күкірт диоксиді заттарды ағарту мен дезинфекциялауда пайдаланылады.



Facts

Күкірт диоксидімен тыныс алу адам денсаулығына зиянды әсер етеді. Ол мұрын, тамақ және тыныс алу жолдарын тітіркендіріп, жөтелу, елтігу және тыныс алудың қысқаруына әкеліп соғады. Ол, сондай-ақ, астма не созылмалы бронхитке де әкеп соқтыруы мүмкін.



Oxides of sulfur are toxic

Literacy

1. How some compounds of sulfur affect human health?
2. Explain how acid rain affects the environment.
3. What are main sources of sulfur oxides and nitrogen oxides in the air?
4. How many grams of sulfur trioxide should be dissolved in water to produce 9.8 g of sulfuric acid?

Facts

Күкіртсутек өте улы газ. Ол адам денесіне тыныс алу жолдары арқылы өтуі мүмкін. Ауада күкіртсутектің

концентрациясы жоғары болса, адамда бас ауруы, есте сақтау қабілетінің нашарлауы, шаршау мен талып қалуға әкелуі мүмкін.

Terminology

- acid rain - қышқыл жаңбыр / кислотный дождь;
- environment - қоршаған орта / окружающая среда;
- sharp - өткір / резкий;
- volatile - ұшқыш / летучий;
- poisonous - улы / ядовитый;
- flammable - тез жанғыш / легковоспламеняющийся;
- layer - қабат / слой;
- cough - жөтел / кашель;
- wheez - қырыл / хрип;
- chronic bronchitis - созылмалы бронхит / хронический бронхит;
- heavy equipment - ауыр техника / землеройно-транспортные машины.

8.5 SULFURIC ACID AND SULFATES

How can we use harmful acid as a fertilizer?

You will:

- investigate physical and chemical properties of sulfuric acid and its salts.

Sulfuric acid, H₂SO₄

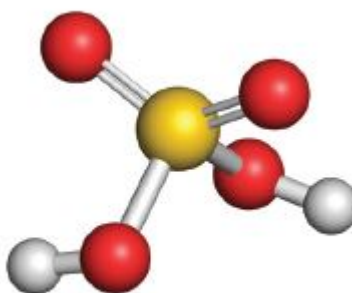
Sulfuric acid is a colourless, nonvolatile and hygroscopic liquid. Its melting point is 10.4°C and boiling point is 340°C. In laboratories, a 98% sulfuric acid solution is used. The density of that solution is 1.84 g/ml, and it is 18 M. Sulfuric acid is one of the most important chemical compounds known. It is a strong acid.



H_2SO_4 (oil of vitriol)



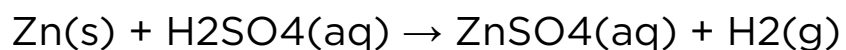
H_2SO_4 is toxic substance



Structural formula of H_2SO_4

Chemical properties

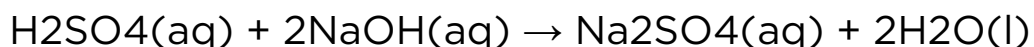
1. It reacts with metals and produces H_2 gas:



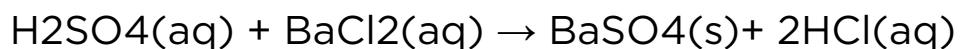
2. It may react with inert metals too:



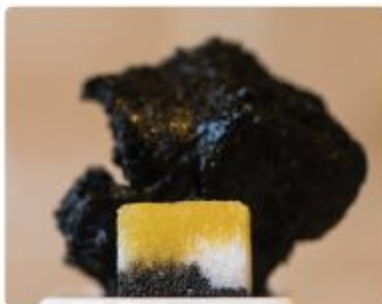
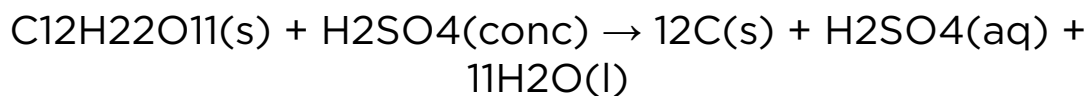
3. It reacts with bases, basic oxides and amphoteric oxides:



4. Sulfuric acid reacts with some salts to produce other acids and insoluble sulfate salts form:



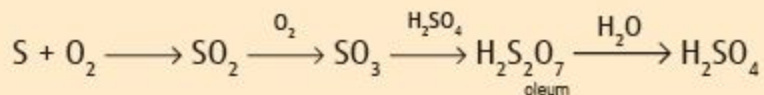
5. Concentrated sulfuric acid is capable of removing hydrogen and oxygen as water from organic compounds:



Reaction between sucrose and concentrated sulphuric acid.

Preparation (Contact process)

This method was developed by Knietzsch in Germany. In principal, it involves the catalytic combination of SO_2 and O_2 in the form of SO_3 , which is then dissolved to form sulfuric acid (H_2SO_4):



Sulfuric acid plant

Sulfates

Important sulfates salts:

$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ - Glauber salt,

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - Epsom salt,

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - gypsum,

BaSO_4 - barite,

$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ - potassium alum,

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ - copper (II) sulfate pentahydrate,

$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - iron (II) sulfate heptahydrate.

Keep in mind

Sulfuric acid is one of the most important chemical. It is a strong, corrosive acid.

Science in context

Күкірт қышқылы бояғыштар, қағаз, сабын және жуғыш құралдар өндірісінде, қорғасын аккумуляторларында және батареяларда электролит, тұздары - сульфаттар тыңайтқыш ретінде пайдаланылады. Сонымен қатар, қышқыл жарылғыш заттар жасалатын қосылыстарды нитрленуде сусыздандыратын қоспа ретінде қолданылады. Күкірт қышқылы пигменттер өндірісінде де қолданыс тапқан.



Paints and pigments



Detergent with washing powder

Practice work

№5. Күкірт қышқылы мен оның тұздарының химиялық қасиеттері

Құрал-жабдықтар:

күкірт қышқылы, мыс (II) сульфаты, темір (II) сульфаты, алюминий сульфаты, натрий гидроксиді, барий нитраты ерітінділері, сынауықтар.

I нұсқа

1. Үш сынауықта мыс сульфаты, темір (II) сульфаты және алюминий сульфаты бар. Әр сынауықта қай қосылыс бар екендігін анықтаңыз.

2. Берілген реагенттер арасында жүретін реакцияларды жазыңыз:

- CuSO_4 мен натрий гидроксиді
- FeSO_4 мен натрий гидроксиді
- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ мен натрий гидроксиді

II нұсқа

1. Үш сынауықта күкірт қышқылы, темір (II) сульфаты, алюминий сульфаты ерітінділері берілген. Әр сынауықта қай қосылыс бар екендігін анықтаңыз.

2. Келесі реагенттер арасындағы реакцияларды жазыңыз:

- H_2SO_4 мен барий нитраты
- FeSO_4 мен натрий гидроксиді
- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ мен барий нитраты

Қауіпсіздік: Барий қосылыстары улы болып келеді, сондықтан эксперимент соңында қолыңызды мұқият жуыңыз.



BaSO_4 precipitate

Activity

Органикалық қосылыстардың дегидратациясы.

Құрал-жабдықтар:

ұнтақ қант, концентрлі күкірт қышқылы H_2SO_4 , стақан, шыны таяқша.

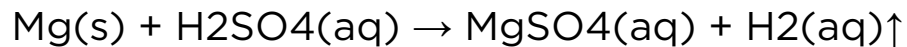
Орындау тәртібі:

1. Стақанға 50 г ұнтақ қантты салыңыз.
2. Қанттың ортасына шыны таяқшаны қойып, үстіне 50 мл концентрлі күкірт қышқылын қосып, араластырыңыз. Қоспа түсі, алдымен, ақтан сарыға, сосын қараға дейін өзгереді. Осы сәтте қоспа көлемі өсіп, стақан сыртына төгіле бастайды. Қандай өзгеріс болғандығына қорытынды жасаңыз.

Қауіпсіздік: Концентрлі күкірт қышқылы өте күшті қышқыл, теріні, матаны күйдіреді. Эксперимент кезінде қолғап пен қауіпсіздік көзілдіріктерін киіңіз.

Literacy

1. Write main properties of sulfuric acid
2. Where is sulfuric acid used?
3. How is sulfuric acid prepared in a chemical plant?
4. How many grams of sulfuric acid should be dissolved in 150 g of water to prepare 30% solution?
5. How many grams of $MgSO_4$ can be produced from 7.2 g of magnesium react with concentrated sulfuric acid?



Terminology

- capable - қабілетті /способен;
- thoroughly - мұқият / тщательно;
- fertilizer - тыңайтқыш / удобрение;
- stir - араластыру / перемешивать;
- expand - ұлғаю / расширяться;
- hydroscopic - сужұтқыш / водопоглощающий.

8.6 SOLVING PROBLEMS: PERCENT YIELD

How can we reach efficiency and yield to 100% in production of sulfuric acid or any other production?

You will:

- understand the meaning of percent yield;
-
- solve problems related with percent yield.

The percent yield (η) is used to relate the amount of product that is actually obtained (the practical amount) to the theoretical amount.

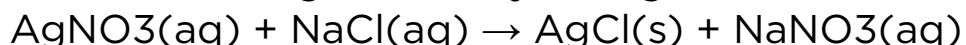
$$\% \text{ Yield} = \frac{\text{Actual Yield}}{\text{Theoretical Yield}} \times 100\%$$

$$\text{Yield} = \frac{n \text{ (practical)}}{n \text{ (theoretical)}} \quad \text{Yield} = \frac{V \text{ (practical)}}{V \text{ (theoretical)}} \quad \text{Yield} = \frac{m \text{ (practical)}}{m \text{ (theoretical)}}$$

In the following problems, assume that the yield is 100% unless stated otherwise.

Silver chloride, AgCl, is a white crystalline solid that is used to make photographic film.

Consider the following reaction yielding silver chloride:





Silver chloride

According to this equation, when one mole of silver nitrate reacts with one mole of sodium chloride, one mole of silver chloride is produced. Theoretically this is correct, but if you perform this experiment in the laboratory and calculate the mole number of silver chloride produced, you will find it smaller than one mole. The reason for this might be that the portions of the reactants do not react or that not all of the product is recovered. In some other reactions, materials may stick to glassware, or an amount of a volatile product may evaporate.

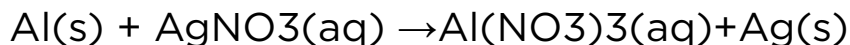
Keep in mind

Reasons for a yield of less than 100% are impurities or personal and instrumental errors.

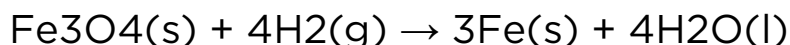
Literacy

1. A sample of magnesium carbonate is heated and the mass of magnesium oxide produced found to be 80 g. Calculate the mass of decomposed magnesium carbonate if the yield of the reaction is 80%.

2. What is the percent yield if 121.5 g of silver is produced when 13.5 g of aluminum is reacted with excess silver nitrate solution. The unbalanced reaction equation is:



3. For the balanced equation shown below, if the reaction of 0.112 grams of H₂ produces 0.745 grams of H₂O, what is the percent yield?



Example 1

When heated, the carbonates of many metals decompose to give oxides of the metals and carbon dioxide gas. Calculate the volume of carbon dioxide gas (at STP) produced from the decomposition of 25 g of calcium carbonate. The yield of the reaction is 75 %.

Solution

We know that calcium carbonate decomposes to give calcium oxide and carbon dioxide:



Step 1.

Here, we need to calculate the practical volume of CO₂. First, we need to calculate the theoretical volume:

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

$$n(\text{CaCO}_3) = m / M_r = 25 \text{ g} / 100 \text{ g/mol} = 0.25 \text{ mol}$$

Step 2.

According to chemical equation above, proportion between CO₂ and CaCO₃ is 1 to 1. Then:

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) = 0.25 \text{ mol}$$

$$V(\text{CO}_2) = n \cdot V_m = 0.25 \text{ mol} \cdot 22.4 \text{ L/mol} = 5.6 \text{ L}$$

Step 3.

5.6 L is the theoretical volume, of CO₂

$$\text{Yield} = \frac{V(\text{practical})}{V(\text{theoretical})}$$

$$V_{\text{practical}} = \text{yield} \cdot V_{\text{theoretical}} = 5.6 \text{ L} \cdot (75\% / 100\%) = 4.2 \text{ L}$$

Example 2

Oxygen gas can be obtained from the decomposition of potassium chlorate, KClO₃. In a laboratory experiment, the decomposition of 2.45 g of potassium chlorate produces 0.48 g of oxygen. Calculate the percent yield of this reaction.

Solution

The balanced equation for this reaction is



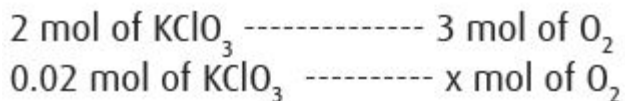
In order to find the percent yield of the reaction, we need to have both the practical and theoretical amounts of oxygen. It is stated that the mass of produced oxygen is 0.48 g. This is the practical mass.

Step 1.

Let us calculate the theoretical mass of oxygen:

$$M_r(\text{KClO}_3) = 39 + 35.5 + 3 \cdot 16 = 122.5 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{KClO}_3) = m / M_r = 2.45 \text{ g} / 122.5 \text{ g/mol} = 0.02 \text{ mol}$$



$$x = (3 \cdot 0.02) / 2 = 0.03 \text{ mol of O}_2$$

$m(\text{O}_2) = n \cdot M_r = 0.03 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} = 0.96 \text{ g}$ (the theoretical mass of oxygen)

$$\text{Yield} = \frac{m(\text{practical})}{m(\text{theoretical})} \times 100\% = \frac{0.48 \text{ g}}{0.96 \text{ g}} \times 100\% = 50\%$$

Terminology

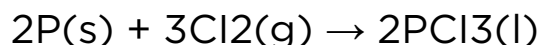
- percent yield - өнім шығымы / выход продукта реакции;
- volatile - ұшқыш / летучий;
- merely - тек / только.

Problems: 16, 17 group elements and their compounds

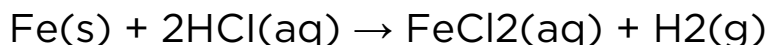
1. What is the formula of the compound that contains 23.35% K, 47.90% Br and 28.75% O?

2. When 16.8 g of Fe and the excess amount of F₂ react to form FeF₃, how many grams of the compound is formed?

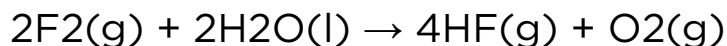
3. How many grams of Cl₂ is needed to form 27.5 g of PCl₃?



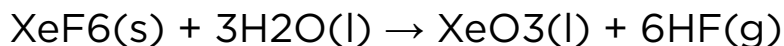
4. How many liters of H₂ is produced by the reaction of 39.2 g of iron and sufficient HCl?



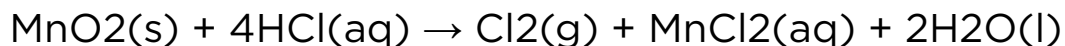
5. How many liters of fluorine is needed to produce 4.48 liters of O₂?



6. How many grams of HF is produced at the end of the reaction of 2.45 g of XeF₆ with excess water?



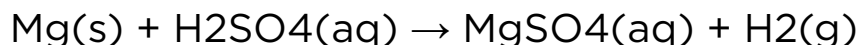
7. How many grams of Cl₂ is produced if 164.25 g of HCl react with MnO₂?



8. Sulfuric acid H₂SO₄ can be made from sulfur dioxide SO₂, oxygen, and water in high temperature. Suppose you mix 22.4 g of sulfur dioxide with an excess of water and obtain 30 g of sulfuric acid. Calculate the percent yield of sulfuric acid in this reaction.

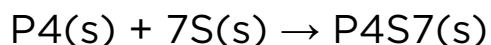


9. In an experiment, 150 g of magnesium reacted with excess sulfuric acid forming magnesium sulfate.

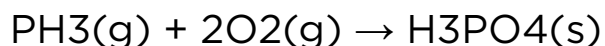


At the completion of the reaction, 711 g of magnesium sulfate was produced. Calculate the theoretical yield and the percent yield.

10. For the balanced equation shown below, if the reaction of 107.88 grams of white phosphorus produces an 81.3 % yield, how many grams of P₄S₇ would be produced?



11. For the balanced equation shown below, if the reaction of 112 grams of PH₃ produced 300 grams of H₃PO₄, what is the percent yield?



12. Astatine, the fifth halogen, is little studied because its isotopes are radioactive and short-lived. From your knowledge of the physical and chemical properties of the halogens, predict the physical and chemical properties of the element. Include:

- the colour of the element
- its state at room temperature
- the stability of hydrogen astatide
- its strength as an oxidizing agent
- the nature of the bonding present in its silver salt
- the colour of AgAt.

Element	Colour	Melting and boiling points	Stability of hydrides	Colour of silver salt	Oxidizing ability
F	getting darker ↓	increasing ↓	decreasing ↓	white cream	decreases ↓
Cl				cream	
Br				pale yellow	
I					

13. Why is oxygen a gas but sulfur a solid?

14. Write balanced equations for the following:

- NaCl is heated with sulphuric acid in the presence of MnO₂.
- Chlorine gas is passed into a solution of NaI in water.

CHAPTER 9: ELEMENTS AND COMPOUNDS OF 14 AND 15 GROUPS

9.1 NITROGEN

Why nitrogen while being an essential element for all living organisms is called “azot” meaning “dead”?

You will:

- learn properties of nitrogen;
- learn nitrogen cycle.

This element has two names. One of them, “azot”, meaning “dead” in Greek, was given by A.Lavoisier. The other, “nitrogen”, means “nitrate former”. The atomic number of nitrogen is 7. Its electron configuration is $1s^2 2s^2 2p^3$.

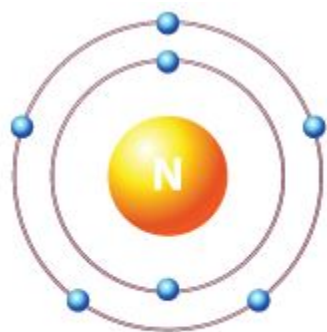
Nitrogen has 5 valence electrons. Thus, the element shows oxidation states, such as, -3, +1, +2, +3, +4 and +5. Sometimes it takes three more electrons and sometimes it loses its valence electrons to gain a noble gas electron configuration.

Nitrogen in elemental form (N_2) hardly reacts because of strong triple covalent bonds between the N atoms.



As shown above the bonds between nitrogen atoms (:N ≡ N:) are very strong. Therefore, nitrogen gas does not react with acids, bases, water or halogens at STP.

Nitrogen is a colourless, odourless and tasteless gas that exists as free diatomic molecules in the atmosphere. Nitrogen is an essential element of living organisms.



Nitrogen atom



Liquid nitrogen

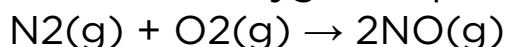


DNA molecules contain nitrogen
in their structure

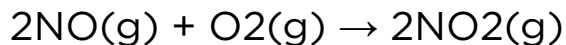
Chemical properties of nitrogen

Under proper conditions, nitrogen gas undergoes the following reactions.

1. At high temperatures (2500°C) or in a high electrical current, nitrogen reacts with oxygen to produce NO gas.



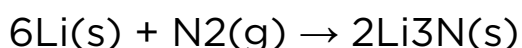
The produced NO gas reacts with O₂ to give other oxides.



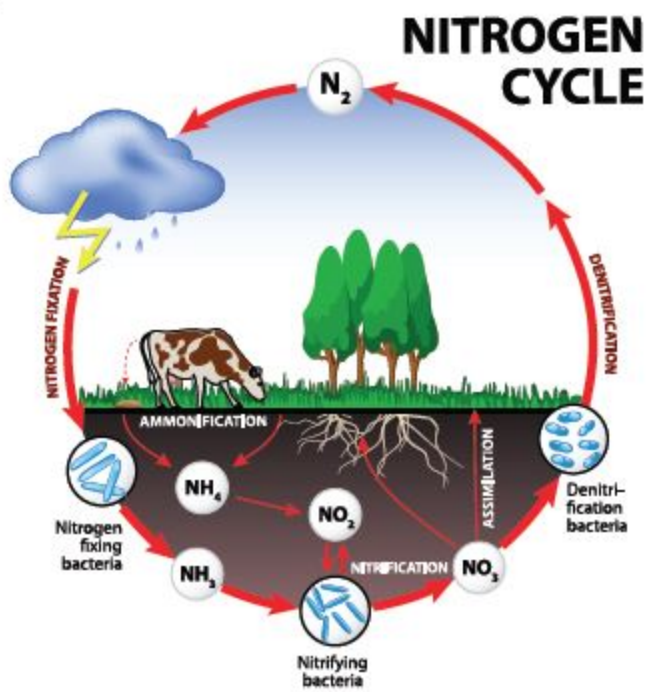
These reactions may be caused by lightning in the atmosphere. 2. At 300 atm pressure and 500°C temperature, nitrogen gas reacts with H₂ in the presence of Al₂O₃ or Fe catalysts (Haber method). Ammonia is obtained as a product.



3. At high temperatures, it reacts with metals to produce ionic nitride (N³⁻) compounds. These compounds are often white crystals. The heat is needed to start the reaction.



Nitrogen is an essential element for all living organisms. There is a plenty of nitrogen in the atmosphere but it is inert and it is difficult to get it into the soil. So, some plants have nitrogenfixing bacteria which lives in roots and "fix" gaseous nitrogen. The balance of processes which put nitrogen into the air and processes which remove nitrogen from the air is called the nitrogen cycle.



Azotobacter has beneficial effects on crop growth

Nitrogen oxides

NO gas produced during the ignition of car motors, has very harmful effects. When NO gas is inhaled, it forms NO₂ gas by combining with O₂ in the lungs. The NO₂ gas formed attaches to water molecules in the lungs and causes the formation of nitric acid HNO₃.



NO₂ very toxic poisonous gas

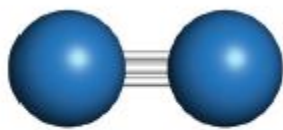
Laboratory work

№11. Азот молекуласының 3D моделі

3D молекулалық модельдер жиынтығын қолдану арқылы оқушылар азот молекуласы құрылысы мен қасиеттерін түсінеді.

Құрал-жабдақтар:

молекулалық моделдер



Nitrogen molecule



Literacy

1. How can you explain that nitrogen has got so many different oxidation states?
2. Why is nitrogen is an inert element?
3. If the percentage of nitrogen gas in the air is 78% by volume and 75% by mass, what will be the average molecular weight of air?
4. How plants get nitrogen from the atmosphere?

Terminology

- nitrogen cycle - азот айналымы / азотный цикл;
- ignition - жану / зажигание;
- inhale - жұту / вдыхать;
- inert - инертті / инертный.

9.2 AMMONIA

How can ammonia be responsible for both killing millions of people and saving millions of people's lives?

You will:

- explain molecular and structural formula of ammonia
- explain preparation methods, properties and uses of ammonia
- prepare ammonia in laboratory
- describe industrial preparation process of ammonia.

Properties of ammonia

Ammonia is a colourless gas with a characteristic sharp smell. The density of ammonia is less than air. Its boiling point and freezing point are -33.4°C and -77.8°C (at 1 atm) respectively. The chemical formula for ammonia is NH_3 and chemical bonds in molecule are covalent. Bonds are made up by sharing three electrons of nitrogen with three atoms of hydrogen. The solubility of ammonia is high: 700 L of ammonia may be dissolved in 1 L of water at 20°C . Ammonia is the most important base in the gaseous phase.



Ammonia is weak base



Ammonia has sharp, unpleasant smell

Preparation of ammonia

I. In the Laboratory

Small amounts of ammonia can be prepared in the laboratory by heating a solution of an ammonium salt with a strong base, such as NaOH or Ca(OH)₂:

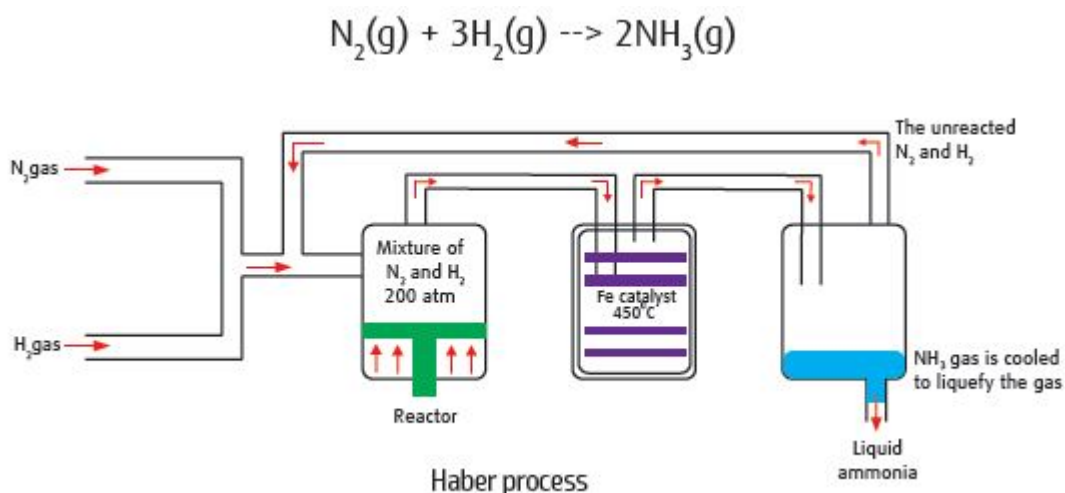


Ammonia gas, formed in the reaction, turns wet litmus paper to a blue.

II. In Industry

In industry, ammonia is obtained directly by the Haber process:

Reaction undergoes at 200 atm and 450°C, Al₂O₃ or Fe is used as catalysts (Shown in picture).



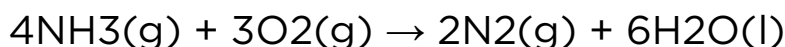
This method is widely used to produce nitrogen fertilizers, so it has a great impact on the food production for half of the world's population. However, ammonia produced by use of this method, also, found its application as a base for production of explosives.

Chemical properties

1. Reactions of ammonia with acids give ammonia salts with durable crystal structures:



2. It reacts with pure oxygen:



3. Ammonia is a good reducing agent:



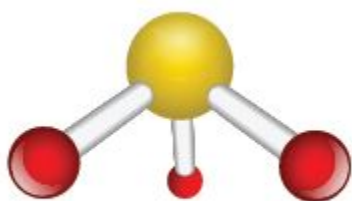
Laboratory work

№12. Аммиак молекуласының 3D моделі

3D молекулалық моделдер жиынтығын қолдану арқылы оқушылар аммиак құрылысы жасап, қасиеттерін түсінеді.

Құрал-жабдықтар:

молекула моделдері.



Structure of ammonia molecule



Practice work

№6. Аммиактың алынуы және оның қасиеттері

Құрал-жабдықтар:

аммоний хлориді NH_4Cl , аммоний нитраты NH_4NO_3 , кальций гидроксиді $\text{Ca}(\text{OH})_2$, натрий гидроксиді NaOH , сынауықтар, қыздырғыш, сынауық ұстағыш, лакмус қағазы.

Орындалу тәртібі:

I нұсқа:

1. Аммиак хлоридіне кальций гидроксидін қосу арқылы аммиак газын алыңыз.
2. Ылғал лакмус қағазын пайдаланып газды тексеріңіз.
3. NH_4Cl және $\text{Ca}(\text{OH})_2$ арасындағы химиялық реакцияны жазыңыз.

II нұсқа:

1. Аммоний нитраты мен натрий гидроксидін пайдаланып аммиак газын алыңыз.
2. Ылғал лакмус қағазын пайдаланып газды тексеріңіз.
3. NH_4NO_3 және NaOH арасындағы химиялық реакцияларды жазыңыз.

Facts

Юпитердің атмосфера-сында 89,8% сутегі, 10,2% гелий, аз мөлшерде метан мен аммиак кездеседі.



Science in context

Аммиак өнеркәсіпте азот қышқылын өндіру үшін қолданылады. Азот қышқылының кейбір органикалық қосылыстармен реакциясы арқылы нитроглицерин және тринитротолуол (ТНТ) сияқты кейбір жарылғыш заттар шығарылады. Аммиак және аммоний тұздары ауыл шаруашылығында тыңайтқыш ретінде қолданылады.

Азоттың тағы бір сутекті қосылысы - гидразин N_2H_4 зымыран отыны мен несепнәр өндіруде қолданылады.

Аммиак резеңке, қағаз, тоқыма, бояғыштар, медициналық және жарылғыш заттарды өндіруде де қолданыс тапқан.



Ammonia is used in medicine

Literacy

1. Write main physical properties of ammonia.
2. Write the reaction of nitric acid with ammonia and name the product.
3. Calculate the mass percentages of nitrogen in the following compounds: NH_3 , NH_4Cl .
4. 13.6 g of compound XH_3 has volume 8.96 L at STP conditions. What is the atomic mass of element X?

5. How many liters of ammonia can be obtained if 33.6 g of nitrogen reacts with the excess amount of hydrogen?

Terminology

- impact - әсер /влияние;
- responsible - жауапты /ответственный;
- sharp - өткір /резкий;
- undergo - жүру /проходить;
- population - халық /население;
- application - қолданыс аясы /применение;
- durable - мықты /прочный.

9.3 NITRIC ACID

Why nitrogen gas is not used as a fertilizer?

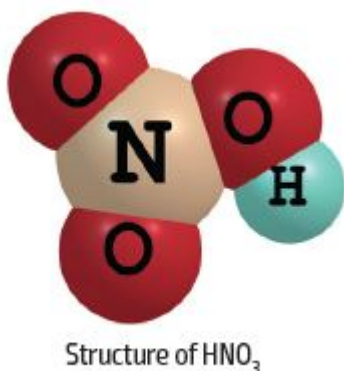
You will:

- know molecular and structural formulas of nitric acid;
- explain the formation of chemical bonds in the molecule of nitric acid;
- write preparation reactions of nitric acid;
- learn chemical properties of nitric acid.

The chemical formula for nitric acid is HNO_3 . It is a toxic substance.

Physical properties

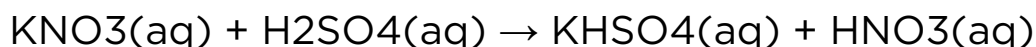
Nitric acid is a colourless, fuming liquid, whose density is 1.35 g/mL. The melting point of nitric acid is -42°C and the boiling point is 82.6°C .



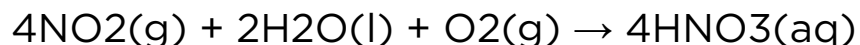
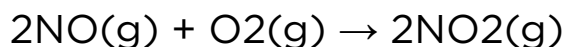
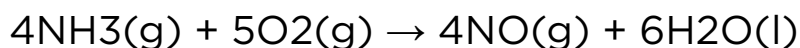
A bottle of nitric acid

Preparation

Nitric acid was originally prepared by heating a mixture of potassium nitrate and concentrated sulfuric acid:

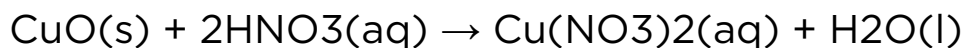


Nitric acid is commercially produced by the Ostwald process, which is an industrial preparation of nitric acid starting from the catalytic oxidation of ammonia to nitric oxide:

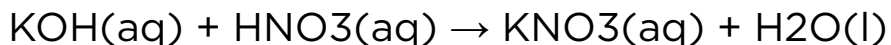


Chemical properties

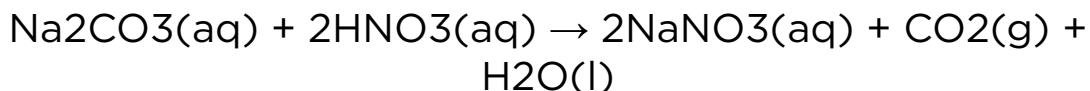
1. It reacts with metallic oxides:



2. Nitric acid reacts with bases and salts:



3. The reaction of the acid with salt:



Chemical structure of nitric acid

Nitrogen atom can have maximum of 4 bonds. It is because of electron structure of nitrogen. Its electron configuration is $1s^2 2s^2 2p^3$. There are no 2d orbitals. So there are only four orbitals: one s-orbital and three p-orbitals. Therefore, nitrogen has maximum of four bonds. Three ordinary covalent bonds formed by sharing of three unpaired electrons of nitrogen and one is formed by donor-acceptor mechanism. So we have single bond between nitrogen N and O-H group, double bond between N and one oxygen atom O and there remains only one single bond for nitrogen and its between N and another atom oxygen O. But that oxygen atom is differ from first oxygen atom. It has negative charge and also nitrogen with four bonds of course will be positively charged.

Laboratory work

№13. Азот қышқылының химиялық қасиеттері

Құрал-жабдықтар:

концентрлі азот қышқылы HNO_3 , мыс оксиді CuO , мыс тиыны, конусты колба, қысқыш, стақан.

Орындалу тәртібі:

I.

1. 30 мл концентрлі азот қышқылын 250 мл стақанға құйыңыз.
2. Мыс оксидінің аздап қышқылға қосыңыз. Мыс оксиді азот қышқылында еріп, көк түсті ерітінді түзеді.

II.

1. 30 мл концентрлі азот қышқылын 250 мл стаканға құйыңыз.
2. Қышқылға мыс тиынды қысқышпен қысып ұстап, абайлап салыңыз. Тиын концентрлі азот қышқылымен әрекеттесіп, көк түсті тұз ерітіндісі мен қызғылт-қоңыр түсті NO_2 газын түзеді.

Қауіпсіздік: Реагенттердің иістері улы болғандықтан, түтінімен тыныс алуға болмайды. Концентрлі азот қышқылы өте улы. Теріні күйдірмеу үшін қолға қолғап киіңіз. Эксперимент соңында қолыңызды жуыңыз.

Қорытынды:

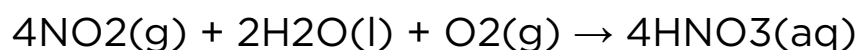
Өзгерістерді бақылап, жүрген барлық химиялық реакцияларды жазыңыз.

Keep in mind

The density of concentrated nitric acid (68.4% solution) is 1.41 g/mL and its boiling point is 121°C.

Literacy

1. Write the physical properties of the nitric acid.
2. Write reactions for the production of nitric acid.
3. What is a chemical formula of ammonium nitrate, calcium nitrate?
4. How many grams of nitric acid should be dissolved in 400 g of water to prepare 22% solution?
5. How many grams of nitric acid can be obtained from 161 g of NO₂ from the following sequence of transformation?



Science in context

Азот қышқылы HNO₃ маңызды өнеркәсіптік қышқыл (күкірт қышқылы мен фосфор қышқылынан кейін) болып табылады. Ол тыңайтқыштарды, жарылғыш заттарды, бояуларды, медицинада және нейлон және полиуретан полимерлерін синтездеу үшін қолданылады.



Nitric acid production on fertilizer plant



Nylon wire roll



Shooting explosives in a stone quarry

Terminology

- nitric acid - азот қышқылы /азотная кислота;
- fuming - түіндеген /дымящий;
- industrial - өнеркәсіптік /промышленные;
- explosives - жарылғыш заттар/ взрывчатые вещества;
- nylon - нейлон / нейлон;
- coin - монета / монета;
- sequence - жүйелілік /последовательность.

9.4 SPECIFIC PROPERTIES OF NITRIC ACID AND NITRATES

Why hydrogen gas is not produced when nitric acid reacts with metals?

You will:

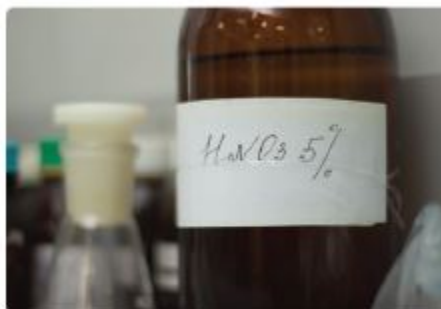
- know how metals react with nitric acid;
- know products of thermal decomposition of nitrates.

Nitric acid reacts with most metals but the products depend on the concentration of the acid and the nature of the metal. Dilute nitric acid behaves as a typical acid in its reaction with most metals. However, reactions with some metals give products as metal nitrates and nitrogen oxides. Let's consider reactions of copper with dilute nitric acid:





Reaction of nitric acid with copper

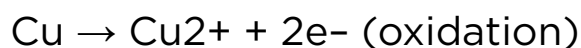


Nitric acid solution

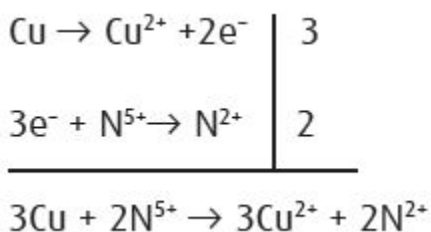
As you can see, products are not usual for the reaction of the diluted acid with metal. Now let's balance the reaction by using the change in oxidation state method.

First, the oxidation number of each atom in the reactants and products is indicated to find the total number of transferred electrons.

The half reactions are:



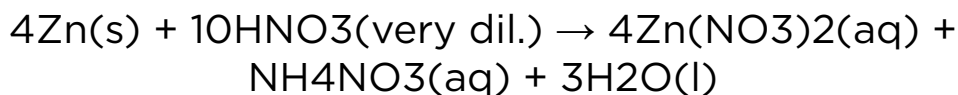
The final equation is obtained by summing up the two halfreactions, as follows:



So, the balanced equation should be:



When very dilute nitric acid reacts with zinc, products will be metal nitrate and ammonium nitrate:



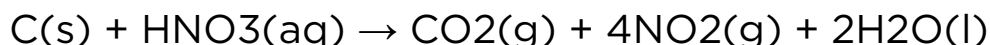
When concentrated nitric acid is used nitrogen dioxide, metal nitrate and water are produced:



As you can see, nitric has got special chemical properties those depends on the concentration of acid.

Oxidizing properties of nitric acid

Carbon is oxidized to carbon dioxide on heating, as for sulfur, it is oxidized to sulfuric acid:



Nitrates

The salts of nitric acid are called nitrates. The nitrates of alkali metals like sodium, potassium, and ammonium have the common name saltpeter. For example, NH_4NO_3 is ammonium saltpeter, and NaNO_3 is sodium saltpeter.

All nitrates are solid crystal compounds, which are highly soluble in water. Like nitric acid, the nitrates are also decomposed with the emitting of oxygen on heating.

Depending on the chemical activity of the metal, which is in the structure of the salt, the decomposition of nitrates occurs differently. The properties of the nitrates vary according to the position of the metal in the reactivity series. This is summarized in the table below.

K	$2\text{KNO}_3 \xrightarrow{\text{heat}} 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2$	All nitrates are well soluble in water
Na	Nitrates of these metals are decomposed to nitrite and oxygen by heating.	
Li Ca Mg Al Zn Fe Pb Cu	$2\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{\text{heat}} 2\text{MgO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$ Nitrates of these metals are decomposed to the oxide of the metal, nitrogen dioxide and oxygen by heating.	
Hg Ag	$2\text{AgNO}_3 \xrightarrow{\text{heat}} 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$ Nitrates of these metals are decomposed to the metal, nitrogen dioxide and oxygen, because the oxides of these metals are unstable in heat.	

Decomposition reactions of nitrates



KNO_3 used in food industry
(conservation)



Silver nitrate used in medicine



Cannon gunpowder (NaNO_3)

Science in context

Gold and platinum are not dissolved by HNO_3 . However, they can be dissolved in a mixture of concentrated $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ in the ratio of 1:3. The mixture is consequently called "Aqua regia" (King water).



"King water"

Literacy

1. Write reaction of silver with conc. nitric acid.
2. Write decomposition reaction of copper nitrate.
3. Where are ammonium and potassium nitrates used?
4. Find the mass percentage of nitrogen in NH_4NO_3 , AgNO_3 .

Terminology

- behave - көрсетеді / вести себя;
- depend - байланысты / зависеть;
- indicate - анықтау / определять;
- emit - шығару / выделять.

9.5 PHOSPHORUS AND ITS COMPOUNDS

Have you ever seen green lights from a cemetery at night?

You will:

- know properties of phosphorus and phosphoric acid;
- compare allotropes of phosphorus;
- know some deposits of phosphorus in Kazakhstan.

Phosphorus

The atomic number of phosphorus is 15. So, electron configuration is $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ and common oxidation states are -3, +3 and +5.

Phosphorus is a highly reactive nonmetal, so it can not be found in nature in elemental form. Mainly found in a mineral called apatite.

Phosphorus is solid with three allotropes: white, red and black phosphorus. White and red ones are the more important and common forms.



Dark blue apatite gemstone



White P is highly flammable



White phosphorus

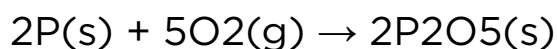


Burning of red phosphorus

Differences between two phosphorus allotropes

White phosphorus	Red phosphorus
whitish-yellow waxy solid	red powder
stored under water	stored dry
poisonous, unstable	not poisonous
illuminates at night	no illumination
garlic smell	no smell

Reactions of phosphorus:

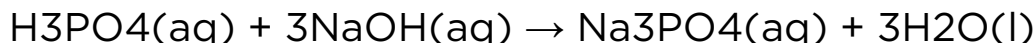
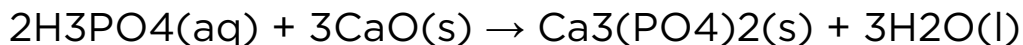




Phosphoric acid H_3PO_4

Phosphoric acid is a colourless solid. It is one of the most industrially consumed acids in the world. It is mainly used in the production of fertilizers.

It reacts with bases and basic oxides as acid:



Deposits of phosphorus in Kazakhstan

As it was mentioned before, phosphorus can be found in nature only in forms of minerals. Our country also has some phosphorus deposits. In Zhambyl region, there is Karatau basin where "Zhanatas concentrating mill" works and Shilisai deposit in Aktobe region. On the basis of these deposits, there are factories located in Taraz, Shymkent and Aktobe.

Facts

Фосфор қышқылы газды суларға дәмдік хош иісін беру үшін қышқылдандырғыш ретінде қосылады.



Facts

Қараңғыда жарқырауық қасиеті үшін элемент «фосфор» деп аталған, яғни грек тілінде «жарық шашқыш» деген мағынаны білдіреді.

Activity

Фосфат ионына сапалық реакциялар

Құрал-жабдықтар:

натрий гидрофосфаты Na_2HPO_4 , кальций хлориді CaCl_2 , күміс нитраты AgNO_3 ерітінділері, сынауықтар.

Орындалу тәртібі:

1. Әртүрлі стақанға Na_2HPO_4 , AgNO_3 және CaCl_2 тұздарының сулы ерітінділерін дайындаңыз.
2. Na_2HPO_4 ерітіндісіне күміс нитратының 5 тамшысын қосыңыз.
3. Na_2HPO_4 ерітіндісіне кальций хлоридінің 5 тамшысын қосыңыз.

Қорытынды:

1. Ерітінділер арасындағы реакцияларды жазыңыз.

2. Күміс фосфатының түсі қандай?

3. Кальций фосфатының түсі

Science in context

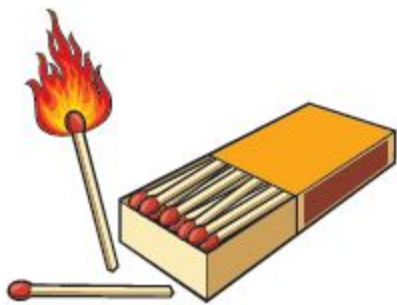
Фосфор тірі ағзаларда маңызды құрамдас химиялық элемент болып табылады. Фосфор сүйек пен тісте кальций фосфаты $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ күйінде кездеседі. Ақуыздардың, жүйке жүйесінде, ми жасушаларының құрамында да фосфор бар.



Spine of human skeleton

Science in context

Red phosphorus is used on match boxes where the match is struck



Literacy

1. What are the group and period numbers of phosphorus in the periodic table?
2. How many allotropes of phosphorus are there?
3. Write the formula of apatite mineral.
4. What are the oxidation states of phosphorus in the given compounds respectively: Ca_3P_2 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_3)_2$?
5. How many liters of oxygen at STP is required for complete burning 31 g of phosphorus?
6. What is the empirical formula of phosphorus oxide that contains 43.66% by mass of phosphorus?

Terminology

- light-spreader - жарық шығарғыш / несущий свет;
- apatite - апатит / апатит;
- phosphoric acid - фосфор қышқылы / фосфорная кислота;
- nerve tissues - жүйке ұлпасы / нервные ткани;
- illuminate - жарқырау / освещать;
- tangy - өткір / острый;
- garlic smell - сарымсақ иісті / чесночный запах.

9.6 FERTILIZERS

How Chile became one of the high-income countries in South America by the 19th century?

You will:

- know the classification of fertilizers;
- know production of phosphorus fertilizers in Kazakhstan;
- understand the effects of nitrogen, phosphorus fertilizers to the environment.

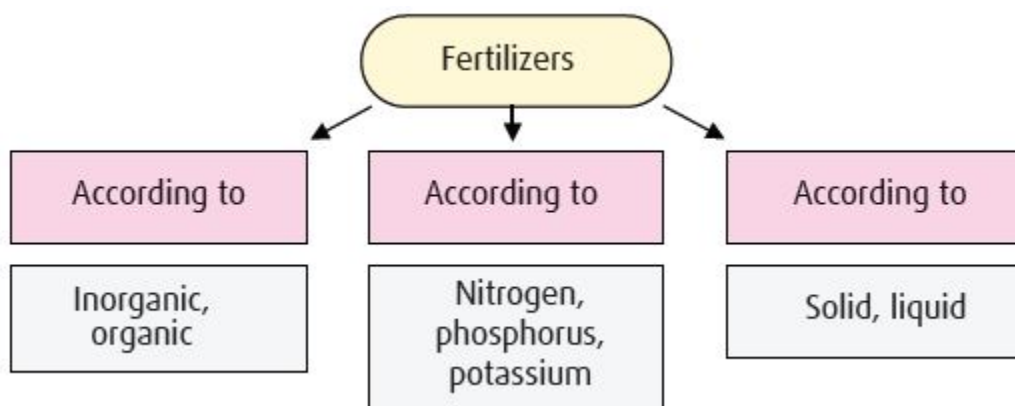
Recent studies have shown that more than 70 elements make up plants. Most of these elements are found in trace amounts, whereas carbon, oxygen, hydrogen, nitrogen, phosphorus, sulfur, magnesium, potassium and calcium are the most abundant and significant ones. Plants can obtain the elements, except nitrogen, phosphorus and potassium (NPK), from air or soil. However, these three elements, NPK, should be applied to plants externally to get a higher yield. To enrich the soil by means of NPK, fertilizers are used.



Tractor fertilizes crops corn in spring

The most important chemicals for plant grows are:

- Carbon, hydrogen and oxygen - available from air and water;
- Nitrogen, phosphorus, potassium - the three macronutrients and the three elements that plants can take from fertilizers;
- Sulfur, calcium, and magnesium - secondary nutrients;
- Boron, cobalt, copper, iron, manganese, molybdenum and zinc - micronutrients.



Nitrogen fertilizers

Nitrogen fertilizer is a compound that stimulates the growth of plants. The nitrogen is required for normal chloroplast formation in plants, which is responsible for the process of photosynthesis. Plants that lack nitrogen will turn yellow and finally perish. Important N fertilizers: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, KNO_3 , NH_4NO_3 , urea.

Phosphorus fertilizers

Synthetic phosphorus fertilizer is made by chemically processing rock phosphate from the ground. Phosphorus is responsible for photosynthesis, cell division, and the plant's

ability to use sugars and starches. Many phosphorus fertilizers are produced in Taraz and Shymkent. Chemicals for phosphorus fertilizers come from Karatau, the richest deposit of phosphorus. Important P fertilizers: $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCO}_3$, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, etc.

Phosphorus compounds and phosphorus fertilizers have been studied by the academician Bekturov and his students.

Potassium fertilizers

Inorganic salts used as a source of potassium for plants. Potassium chloride, sulfate and carbonate often combined with other compounds containing potassium in a form accessible to plants. Potassium responsible for the quality of products: there is an increase in the sugar content of the whole plant when potassium fertilizers are used. Important K fertilizers: KNO_3 , KCl , $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$.



Karatau mountains

Keep in mind

Natural or chemical substances put on the land to make crops grow better are called fertilizers. Fertilizers make up an

important branch of agricultural chemistry. Due to the increasing demand for fertilizers, the production of NPK and NPK compounds has increased dramatically.



Sawdust fertilizer in the white plastic bags

Science in context



Әбікен Бектұров
(1901-1985)

Техника ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ КСРО ҒА академигі. Оның ғылыми жұмыстары химия

өнеркәсібіндегі фосфор тыңайтқыштары және фосфор тұздарын қайта өңдеуге арналған. Ол Қаратаудағы фосфор тыңайтқыштарын дайындау туралы базалық білім құрды.

Literacy

1. Write the names of the fertilizers that contain phosphorus.
2. Write the names of the fertilizers that contain nitrogen.
3. Prove that use of fertilizers is required for normal plant grows.
4. What fertilizers are more commonly used? Organic or inorganic?
5. Where can we buy fertilizers?

Demonstration

№8. Минералды тыңайтқыштар

Өз зертханаңыздағы тыңайтқыш үлгілерін пайдаланыңыз. Минералды тыңайтқыштарды зерттеп, оларды азотты, фосфорлы, калийлі деп топтарға жіктеңіз. Кестені толтырыңыз.

N fertilizers	P fertilizers	K fertilizers



Colourful of fertilizer in wooden box

Terminology

- high-income - үлкен кіріс / высокий доход;
- fertilizer - тыңайтқыш / удобрение;
- thrive - гүлдену / процветать;
- enrich - байыту / обогащать;
- external - сыртқы / внешний;
- recent - жақында, жуырда / недавний;
- recycling - қайта өңдеу / переработка;
- crop - өнім / урожай.

9.7 SILICON AND ITS COMPOUNDS

How did Silicon Valley get its name?

You will:

- know properties of silicon and its compounds;
- know uses of silicon.

The electron configuration of silicon ends with $3s^23p^2$. So it has -4, +2 and +4 oxidation states. Silicon is metalloid. Silicon is the most important element in the world of minerals.

Silicon is the 2nd most abundant element in the Earth's crust (27.6% by mass). Silicon is a metal-like solid with greyish-blue colour. It is a quite hard and brittle substance. Silicon is not found in elemental form in nature. It is found in compounds such as silica (SiO_2) and silicates, which form 95% of the rocks in the earth. Also, it can be found in granite, sand, clay, etc. Silicon is a component of many different compounds that are used for civil engineering, production of concrete, cement, ceramics, pottery. Silicone rubber can be used in bathrooms and around windows, pipes and roofs as a waterproof sealant.

Compounds of silicon

Silicon dioxide (SiO_2) is a very hard substance. It is used to make laboratory glassware, various lenses, ultraviolet light-passing glass, fluorescent lamps, and light-sensitive

electrical measurement instruments. Coloured amorphous SiO₂ is used to make jewellery. It is found in quartz mineral.



Pure silicon



Contact lens



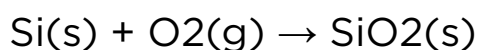
Camera lens



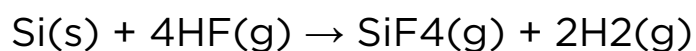
Quartz mineral

Chemical properties of silicon

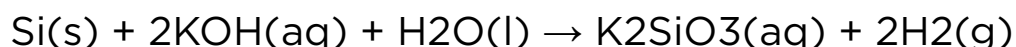
1. Silicon reacts with nonmetals (carbon, oxygen, sulfur and nitrogen) at high temperatures:



2. Silicon does not react with acids, except HF:



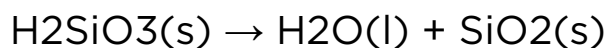
3. Silicon reacts with strong base solutions by forming silicates and releasing hydrogen gas H₂:



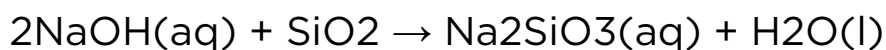
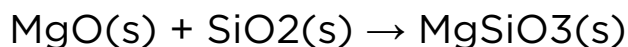
Chemical properties of silicon compounds:

1. Silicic acid, H_2SiO_3

H_2SiO_3 is a very weak acid and insoluble in water. It is immediately decomposed into SiO_2 and H_2O when heated:



2. Silicon dioxide forms silicates by reacting with metal oxides, hydroxides, carbonates and sulfates at high temperatures.



Science in context

Кремний силиконды полимерлерін дайындауда қолданылады. Кремний жартылай өткізгіш элемент, сондықтан компьютерлік чиптер мен транзистор сияқты электрондық құрылғыларды дайындау үшін қолданылады. Таза кремний күн батареяларын жасауда пайдаланылады.



Electronic circuit



Solar cells

Facts

Кремний карбиді алмаздан кейін SiC қаттылығы өте жоғары зат. Ол қатты керамикалық заттар өндірісі мен лазер жасауда қолданылады.



Silicon carbide crystals

Facts

Оқ өтпейтін шыны мөлдір резинаны қаптап тұратын екі шыны материалдарынан тұрады (әйнек пен поликарбонаттың көпқабатты қосындысы). Оқ дарымайтын бұл шыны түрі ауыр соққыға төтеп береді.



Bulletproof glass

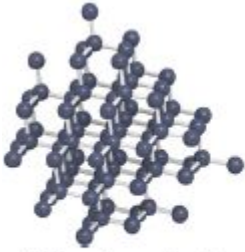
Literacy

1. How many electrons and protons are there in silicon atom?
2. What are common oxidation states of silicon?
3. What is the empirical formula of silicon oxide that contains 46.67% by mass of silicon?
4. Where are silicon compounds used?
5. When 10 g mixture of silicon and carbon is dissolved in KOH amount of hydrogen produced was 11.2 L at STP. What is the percentage by mass of silicon in the mixture?

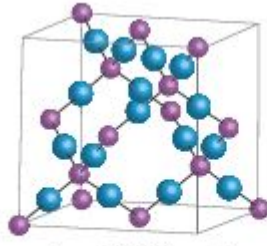
Demonstration

№10. Кремний қосылыстары мен алмаздың кристалдық торларын салыстыру

Кремний диоксидінің және карборундтың кристалдық торының құрылысы алмаздың құрылысына ұқсас. Осы себепті, карборундтың қаттылық қасиеті алмазға ұқсас. Кремний диоксиді, алмаз және карборундтің 3D молекулалық моделдерін жасап және оларды салыстырыңыз.



Silicon has atomic crystalline structure



Crystal lattice of silicon dioxide



3D model of a crystal lattice of diamond



Crystal lattice of silicon carbide

Terminology

- silica - кремнезем;
- semiconductor - жартылай өткізгіш / полупроводник;
- sealant - оқшаулағыш / герметик;
- crystal lattice - кристалдық тор / кристаллическая решетка;
- bulletproof - оқ өтпейтін / пуленепробиваемый;
- transparent - мөлдір / прозрачный;
- solar cell - күн сәулелік батарея / солнечные батарея;
- glassware - шыны ыдыс / стеклянная посуда.

9.8 SILICATES. SILICATE INDUSTRY

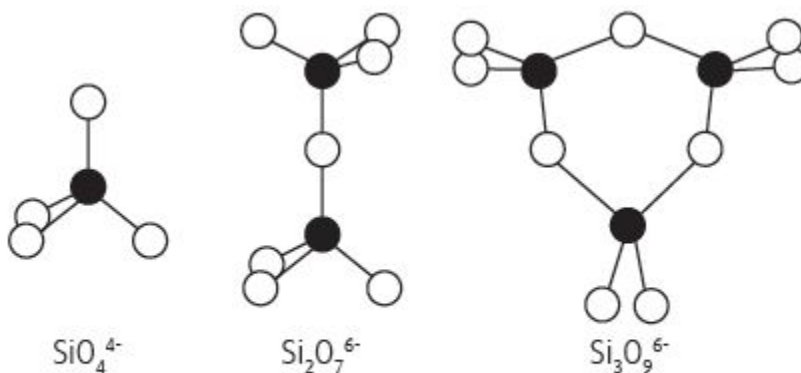
What is cement made of?

You will:

- know qualitative analysis for silicate ion;
- know silicate industry in Kazakhstan.

Silicates

Silicon forms various types of anions with oxygen. Salts containing these anions are called silicates. The main structure of a silicate ion is a regular tetrahedral, as in SiO_4^{4-} ion. The other silicate anions contain more than one SiO_4^{4-} tetrahedral ions which are joined together by a bridge of oxygen atoms. Silicates are classified according to bonding variations of these regular tetrahedral:



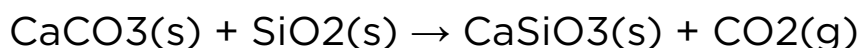
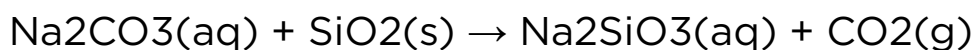
Schematic representation of the arrangement of atoms in the silicate ions

Clay

Clays occur naturally as alumina silicate, $H_4Al_2SiO_9$. They are found as a plastic paste or can be converted to a paste by grinding or mixing with water. They can easily be shaped when they are wet. But, if they are dried in a furnace, they have a very hard structure. Clays are used in the manufacture of cement, ceramics, rubber and paint.

Glass

The main compounds of glass are sodium silicate (Na_2SiO_3) and calcium silicate ($CaSiO_3$), which are prepared according to the following reactions at high temperature ($1500^\circ C$):



Glass is a supercooled liquid which forms a noncrystalline solid. It is hard, brittle, amorphous and is usually transparent. The formula of ordinary glass is



Major glass manufacturers are placed in Aktobe, Almaty and Taraz. The glass can have many different colours. It can have a transition or rare earth metal ions added. This table shows some of the typical chemical elements that are used to colour glass:



Girl sculpts in clay pot



Ceramics (Astana. National Museum)

Typical colours of glasses

The element	Fe^{2+}	Cu^{2+}	Cr^{3+}	Ni^{2+}	Au^{3+}	Mn^{3+}	Co^{2+}	Er^{3+}	Fe-S
Colour of glass	green	blue	pale green	brown	red-violet	purple	blue	pink	orange

Cement

The most commonly used cement in the world is Portland cement. Portland cement is essentially powdered calcium aluminosilicate, which sets to a hard mass when treated with water. It is made by pulverizing a mixture of limestone (CaCO_3) and clay (an aluminosilicate). Today, there are many cement manufacturers in Kazakhstan. They are placed in Semey, Karaganda, Almaty, Taraz, Shymkent and Oskemen.



Cement plant



Cement mix

Silicones

They are organic compounds which have some of the properties of both hydrocarbons and siliconoxygen compounds. Some of them have very good resistance to thermal decomposition and chemicals.

Silicones are used in greases, sealing compounds, enamels, varnishes, resins and synthetic rubber.



Gun with silicon

Science in context

Асбест - талшықты силикат минералдарының бір түрі. Ол отқа жанбайтын, икемді, химиялық тұрақты, механикалық күшті мен инерттілігі себебінен кеңінен қолданылады.



Asbestos roofs

Facts

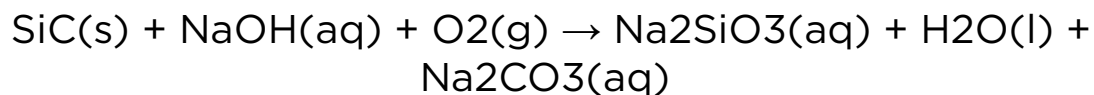
Силикоз - бұл құм-тастармен жұмыс істейтін жұмысшылардың кремнезем минералының өте майда бөлшектерімен тыныс алу нәтижесінде туындайтын өкпе ауруы.



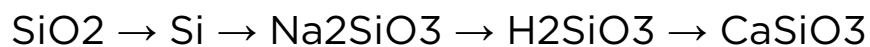
Silicate dust

Literacy

1. Where cement factories located in Kazakhstan?
2. What is the mass percentage of silicon in the Earth's crust?
3. What are chemical formulas of silica and clay?
4. What is the sum of all coefficients in the following reaction?



5. Which reagents are required for the following transformations?

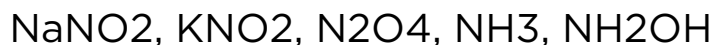


Terminology

- silicates - силикаттар / силикаты;
- fibrous - талшықты / волокнистый;
- flexibility - икемділік / гибкость ;
- clay - балшық / глина;
- grinding - өңдеу / шлифовка;
- pulverizing - сепкіш / распылительный;
- grease - жаққыш / смазка.

Problems: Elements and compounds of 14 and 15 groups

1. What is the oxidation state of nitrogen in each of the following compounds?



2. Which of the nitrogen oxides is used in medicine as an anesthetic?

3. Write the reactions with nitrogen dioxide and water? How does the oxidation state of nitrogen change? Write the oxidizing and reducing agents in this reaction?

4. Write the production reactions of nitric acid in industry.

5. Find mole number of nitric acid which reacts with 10 grams of iron (III) oxide.

6. How many moles of NO_2 are produced by the reaction at high temperature of 1.5 mol of O_2 with sufficient amount of N_2 ?

7. How many grams of $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ can be prepared by treatment of 12.0 g CaO with 102 g HNO_3 ? How many grams of excess reactant remains after the reaction?

8. Nitric acid reacts with iron (II) hydroxide to produce iron (II) nitrate and water.

a. Write a balanced chemical equation for the reaction.

b. Determine the mole number of 50 g of nitric acid.

c. How many moles of iron (II) nitrate will produce in a reaction with 50 g of HNO_3 ?

d. What is the mass of produced iron (II) nitrate?

e. How many moles of iron (II) hydroxide is needed to react with this quantity of nitric acid?

f. How many grams of iron (II) hydroxide will be used?

9. Write the electron configurations of the following elements: Si, N.

10. Find the following pairs of elements in the periodic table. Name them. Then compare them in terms of group number and number of valence electrons. Identify each element as a metal, nonmetal or metalloid. List uses of the elements.

- C and Pb

- Si and P
- Ga and N

11. Name the following silicon compounds:

SiH_4 , H_2SiO_3 , SiO_2 , Mg_2Si , Na_2SiO_3 , CaSiO_3

12. Calculate the number of molecules in 15.7 mol of silicon dioxide.

13. Silicon reacts with chlorine to produce silicon tetrachloride.

a. Balance the equation: $\text{Si(s)} + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SiCl}_4(\text{g})$.

b. If you begin with 3.2 g of silicon and 5.4 g of chlorine, which one is the limiting reactant?

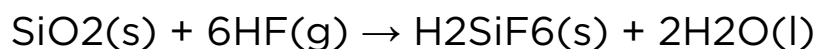
c. How many grams of silicon tetrachloride can be produced from the amount of limiting reactant available?

d. Calculate the mass of excess reactant that remains after the reaction.

14. What is the percent by mass of sodium silicate in a water solution containing 0.497 g Na_2SiO_3 in 58.3 g of the solution?

15. Write three applications of silicon in industry. Identify some devices, containing silicon found in your home.

16. How many grams of H_2SiF_6 could be obtained by dissolving 50 g of pure sand (silicon dioxide) dissolves in enough amount of dilute HF?



17. Why silicon can have maximum of four bonds and phosphorus has five bonds? Explain.

CHAPTER 10: MACRO- AND MICROELEMENTS IN HUMAN BODY AND ENVIRONMENT

10.1 THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE HUMAN BODY. MACRO AND MICRONUTRIENTS

How many chemical elements does human body contain?

You will:

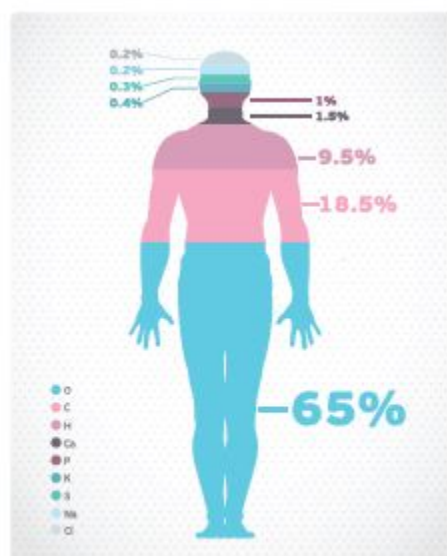
- name the elements which present in human body and explain their functions;
- study a typical diet of residents in Kazakhstan and make up a balanced diet.

Chemical composition of human body

Six chemical elements make almost 99% of the human body. They are oxygen, carbon, hydrogen, nitrogen, calcium and phosphorus. About 0.85% belong to other five elements: potassium, sulfur, sodium, chlorine and magnesium. The remaining elements present in trace amounts.

Micronutrients are chemicals needed in small amounts, generally less than 0.005% of body mass. Because of very small amounts, they are usually measured in mg or μg per day. These substances help the body to produce enzymes, hormones and other substances essential for health. Micronutrients include the vitamins and many trace minerals such as Fe, Cu, Zn, I, Se, Mn, Mo, Cr, Co, B.

Macronutrients are those needed in relatively large amounts. They are used to provide energy in the body and build its structure. They include macromolecules like carbohydrates, lipids and proteins as well as some minerals needed in large amounts such as Na, Mg, K, Ca, P, S, and Cl.



Mass percentages of elements in a human body

1. Oxygen (O) - 65%. Oxygen is not only the component of water, but it is also the main block of almost all organic compounds in our body such as carbohydrates, proteins, fats, and others.
2. Carbon (C) - 18%. Carbon is the main element for all living things because there is no any organic compound without

carbon element. We can say that organic compounds are carbon compounds.

3. Hydrogen (H) - 10%. Hydrogen is also found in water and all organic compounds.

4. Nitrogen (N) - 3%. Nitrogen is found in all proteins and nucleic acids that make up DNA.

5. Calcium (Ca) - 1.5%. Calcium is one of the main building blocks for our bones and teeth.

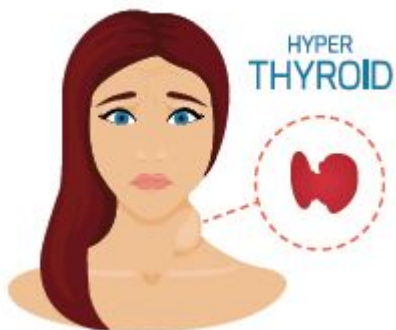
6. Phosphorus (P) - 1%. Phosphorus is another building block of our bones and teeth. It is also found in ATP molecule, which is the source of energy in a body.

7. Potassium (K) - 0.3%. Potassium plays the main role in carrying of nerve impulses and in keeping blood pressure.

Iron deficiency is one of the most prevalent micronutrient deficiency in the world. Because iron is an essential part of red blood cells. A lack of iron leads to a serious condition known as anemia.

Facts

Iodine is needed for the synthesis of the hormone thyroxine, which regulates the metabolic rate. It is present in most types of seafood and in some vegetables. A lack of iodine causes a swelling of the thyroid gland in the neck known as goiter.



Facts

Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы денсаулыққа ең маңызды микроэлементтер ретінде йод, А дәрумені мен темір қосылыстарын ұсынады.



Sources of vitamin A

Activity

You need to research typical diet of residents of Kazakhstan.

Your aim is to find out what people eat during a day and analyze their menu. Work in groups. You can do it in several

ways. We recommend using three-day diary method or questionnaire.

I. Three-Day Diary

1. Agree with some students of your school that they will keep a diary of what they eat during three days.
2. Notify them to write honestly, even if they eat not healthy food, so your research will be done on real data.
3. More students involved in writing a diary, more accurate your assessment will be.
4. After students finished with diaries, try to make an "average" breakfast, lunch and dinner out of your data.
5. Calculate the amount of energy gained by eating the "average" breakfast, lunch and dinner. Also, calculate the mass of fats gained during the "average" diet. You can use tables with energy, fats data in meals provided by health organizations. Also you can use calorific value on the wrapper of any food product and beverages.
6. Analyze whether the "average" diet fulfills the amount of macro- and micronutrients needed per a day. Compare your results with data of health organizations.

II. Questionnaire

1. Prepare questions for your interviews. Think about questions that will help you to understand what interviewee eats during his/her day.
2. You can conduct your interviews at food courts, fast food outlets, cafes, etc.

3. Use steps 2 to 6 from Three-Day Diary.

Note: Do not forget that you will interview people with different age groups. So, try to divide your data into different age groups - teenagers and adults. Compare results to data of health organizations for same age groups.

Questions:

1. Is an average daily diet of students from your school healthy?
2. Does the diet supply body with a recommended value of macro and micronutrients?
3. Can you suggest your healthy daily diet for students of your school/people that you interviewed? Use data tables provided by health organizations.

Literacy

1. What are the main elements found in the human body?
2. Calculate the mass in grams of C, H, O, Ca, Na, S elements in the body of a 50 kg person.
3. What are micronutrients? Give their names.
4. Which foods contain carbohydrates?

Science in context

Таңғы асты өзің же, түскі асті досыңмен бөліс, кешкі асты жауыңа бер! (Қытай мақалы).

Terminology

- nutrients - қоректік заттар / питательные вещества;
- essential - қажетті / необходимый, существенный;
- trace - аз / мало;
- swelling - ісік / опухоль;
- prevalent - көп таралған / распространенный;
- diet - тамақтану режимі/ режим питания;
- average - орташа/ усредненный.

10.2 IMPORTANT NUTRITION IN YOUR FOOD

How does E338 (phosphoric acid) lead to the removal of calcium ions from human body?

You will:

- know the importance of calcium and iron for human body;
- determine calcium in the human bones;
- determine carbon and iron in food.

Importance of calcium

Calcium is one of the most important minerals in the human body. It takes about 1-1.5% of the human body. Calcium helps your body by building strong bones and teeth, clotting blood, sending and receiving nerve signals, muscle contraction, releasing hormones and keeping a normal heartbeat. Dairy products are the best source of calcium.

Importance of iron

Iron is a mineral found in every cell of the body. One of the main roles of iron is to help our red blood cells transport oxygen to all parts of the body. Iron helps in the conversion of blood sugar to energy. The best sources of iron are dried beans, dried fruits, eggs, liver, seafood, greens (all kinds).



Sparkling white teeth

Laboratory work

№14. The determination of calcium ions in bones.

Materials:

animal bones, 10 % hydrochloric acid HCl, beaker 1 L, conical flask, sodium carbonate solution.

Procedure:

1. Pour 300 ml of a 10% hydrochloric acid solution into a beaker.

2. Add some piece of animal bones into the beaker and dissolve it.
3. Filter the solution into a conical flask.
4. Add 5-6 drop of sodium carbonate solution to a filtrate. Record your observations.

Conclusion:

Record your observations. Write all chemical reactions.



Old bone

Laboratory work

№15.1. The determination of carbon in food products.

Materials:

lime water $\text{Ca}(\text{OH})_2$, copper (II) oxide, sugar, wood shavings, test tubes, test tube rack, spatula, burner.

Procedure:

1. Place a test tube in the test tube rack and fill 1/3 of it with lime water.
2. Place another two test tubes in the test tube rack and number them as 1 and 2.
3. Put a half spatula of copper (II) oxide into each numbered test tube.
4. Then put
 - A half spatula of sugar in the test tube 1

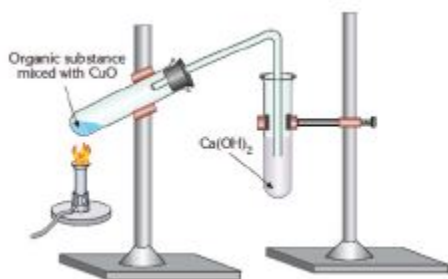
- A half spatula of wood shavings in the test tube 2
5. Then put another a half spatula of copper (II) oxide on top of the organic material in the each numbered test tube.
 6. Heat the test tube 1 with a small hot flame for about 3 minutes.
 7. Observe the lime water and observe the cooler part of the test tube 1 for any drops of moisture. Record your observations in the table.
 8. Stop heating and repeat the procedure for the material in test tube 2 with fresh lime water.

Conclusion:

1. Note your observations in the table.
2. Which other elements can be found in organic compounds? Give examples.
3. Write the reactions that take place in the lime water.

Organic material	Drops of moisture	Lime-water
Sugar
Wood shavings

SAFETY: Wear protective glasses.



Carbon is an essential element in organic molecules

Laboratory work

№15.2. Тамақ өнімдері құрамындағы темірді анықтау

Құрал-жабдықтар:

тұз қышқылы HCl , калий тиоционаты KSCN (немесе NH_4SCN) ерітінділері, буландырғыш ыдыс, стақандар, сынауықтар, қыздырғыш, тамшуырлар.

Орындау тәртібі:

1. Калий тиоционаты KSCN (немесе NH_4SCN) ерітіндісін дайындаңыз.
2. 3 г жүгеріні өлшеп сынауыққа салыңыз.
3. Қыздырғышпен жалында сынауықты ішіндегі жүгері күлге айналғанша қыздырыңыз (5-15 мин).
4. Қыздырғышты бөлек алып, күлді суытыңыз. Салқындаған күлді кішкене стақанға салыңыз.
5. Күл үстіне тұз қышқылы мен 10 мл дистильденген су қосып араластырыңыз.
6. KSCN (немесе NH_4SCN) ерітіндісінің 3-4 тамшысын қосыңыз.

Қорытынды:

Өзгерістерді жазыңыз. Қорытынды жасаңыз

Terminology

- dairy - сүтті өнімдер / молочный;
- clotting - / свертывание;
- wood shavings - ағаш қиқымдары / древесная стружка;
- spatula - шпатель.

10.3 HEAVY METALS

How do heavy metals denature proteins?

You will:

- learn toxicity of heavy metals using lead and mercury as an example;
- know what the sources of heavy metals are.

Lead toxicity

Lead comes from the Latin word “plumbus”, which means heavy. It is highly toxic and cumulative poison. It can affect every organ system because heavy metals are deposited easily in the body. Even small amounts of lead can cause serious health problems. Children are especially vulnerable to lead poisoning.

Lead poisoning occurs when a lead is ingested. Inhaling dust that contains lead can also cause it.



*Contains Lead" warning sign



Lead air-gun pellets



Leaded gasoline gives toxic effects

Mercury toxicity

Mercury is a naturally occurring element that is found in air, water, and soil. It has three forms: elemental mercury, inorganic mercury salts, and organic mercury compounds. Any form is poisonous. It has toxic effects on the nervous, digestive and immune systems, skin, lungs, kidneys, and eyes. Mercury has a very low excretion rate.

Mercury is toxic, so is now only used with great care. Mercury easily forms alloys, called amalgams, with other metals such as gold, silver, and tin.



Shiny mercury metal drops



"Hazardous to environment" symbol

Science in context

Most of the lead produced is used in lead-acid batteries. Also, it is used in solder, paintings, pipes, pottery, roofing materials and some cosmetics.



Old battery leak

Science in context

Mercury is contained in many products, including batteries, measuring, thermometers, barometers, electric switches, lamps, dental fillings, skin-lightening products and pharmaceuticals.



Fluorescent light tubes contains mercury

Facts

Mercury is the only metal that is liquid at room temperature.



Broken glass thermometer with mercury

Facts

Despite the fact of being toxic, lead is beneficial element because of highly industry-friendly properties, like excellent malleability and corrosion resistance.

Keep in mind

Heavy metals are defined as metals with a density of more than 5 g/cm³. Alloy of metal with mercury is called amalgam.

Activity

Effects of some heavy metals on protein denaturation

At almost every meal, we look forward especially to the proteins: ham and eggs for breakfast, hamburgers for lunch, steak or chicken for dinner. We drink milk mostly for the sake of its proteins. Even many our desserts are protein products. Crack an egg, separate white from yolk by letting white flow into a cup while retaining yolk in the eggshell. Beat white with a fork.

Shake 5 ml beaten egg white with 5 ml water. Add 5 ml lead (II) nitrate. The $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ causes the albumin to coagulate out in white flecks.



Half of broken egg

Activity

Heavy metal pollution

Discuss followings topics:

1. Heavy metal pollution is a problem not only for areas of intensive industry, automobiles, and roadways.
2. Use of mercury and lead metals should be withdrawn.
3. Coal burning must be replaced with cleaner sources of fuel for energy production.

Literacy

1. Which metals are called heavy metals?
2. Which toxic elements do you know?
3. How to avoid uses of toxic metals?

Terminology

- denature - денатурация / денатурация;
- cumulative - кумулятивті / накапливающийся;
- deposited - жиналу / накапливающийся;
- vulnerable - осал / уязвимые;
- excretion - экскреция / выведение;
- withdrawn - алынып тасталған/ исключать;
- yolk - саруыз / желток.

Problems: Macro- and microelements in human body and environment

1. What are heavy metals? How they affect human health?

2. Define role of calcium and its compounds like calcium carbonate, calcium phosphate, calcium sulphate in body.

3. Is cow's milk a good source of calcium for the human body?

4. What is the elemental composition of main nutrients such as carbohydrates, fats, and proteins?

5. Why is the mass percentage of oxygen the highest in a human body?

6. Avocado contains mostly nutrient.

7. Much of our bodies' dry weight is nutrient.

8. Which nutrient is the main energy source in a body?

9. What is the main function of hemoglobin?

10. Why do we need oxygen for respiration?

11. Deficiency of iron in the blood can lead to

12. Dairy products are the main source for
element.

13. Carbohydrates are also known as

14.

a) Look at the wrapper of any chocolate and compare its composition and calorific value for 100 g of product with cucumber.

b) Which of the main nutrients are in a major amount in chocolate and cucumber?

c) It is known that human needs for about 1000 mg of calcium per day. Calculate how many cucumbers with the

mass of 150 g you need to eat in a day if you do not have another food.

d) Is it enough amount of cucumbers that you need to eat in a previous question for the iron source? A daily dose of iron is about 12 mg.

15. Calculate how many grams of chocolate you need to eat for energy if you do not have any other food. A human needs about 2500 kcal every day (kilocalories).

16. Calculate how many milliliters of milk with two percent fat you need to drink for energy if you do not have any other food.

CHAPTER 11: INTRODUCTION TO ORGANIC CHEMISTRY

11.1 INTRODUCTION TO ORGANIC CHEMISTRY. CLASSIFICATION OF ORGANIC COMPOUNDS

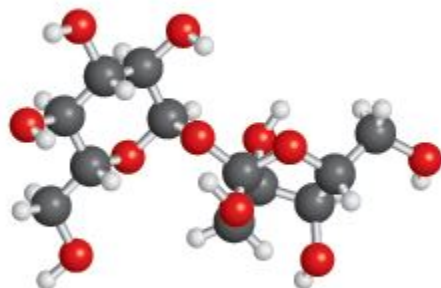
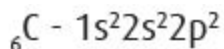
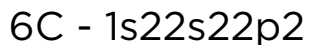
Why do we call that branch of chemistry as “organic”?

You will:

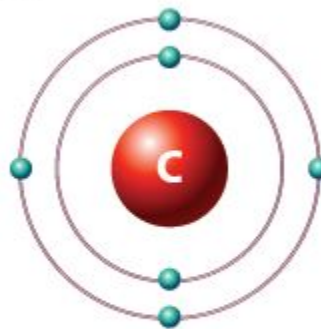
- learn what organic chemistry is;
- know why carbon can make so many different compounds;
- know the classification of organic compounds.

Introduction

Everybody might know “C” as the symbol of carbon. However, it is not only a symbol but a special key for about 30.000.000 known compounds! Organic chemistry, carbon chemistry, is a huge branch of the chemistry science and actually, it can be said that we live in an Organic Chemistry Age in the 21st century. What does make carbon so unique? Let’s consider electron configuration of carbon in ground state:



Sucrose $C_{12}H_{22}O_{11}$ (sugar) molecule



Atomic mass: 12.011

Electron configuration: 2, 4

Carbon atom structure

Sometimes organic chemistry is called chemistry of carbon. Why? Carbon atoms can easily bond with other carbon atoms to form long chains or rings. So, carbon itself can make many different compounds. Therefore, we can say that organic chemistry is a branch of chemistry which studies compounds of carbon.

The substances studied in organic chemistry are called organic compounds and they are vital for all living things on this planet. Petroleum, natural gas and coal are the main sources of organic compounds.



Petroleum



Motor oil



Medical drugs



Soccer ball polymer

These sources are formed by the decay of living organisms over time. Organic chemistry is the chemistry of paints, plastics, drugs, dyes, paper, ink, gasoline and rubbers. Most of the medicines that we use are also organic. Almost all our food and many food additives are organic and all polymers we use in our life like polyethylene, polypropylene, Teflon, polystyrene etc. are organic.



Clothes made up of organic compounds


It can be said that organic chemistry is related to every part of our lives and understanding properties organic compounds have led to a complete change in our lives.

Organic	Inorganic
1. There are about 30.000.000 known organic compounds.	1. A smaller number of compounds. There are about 500.000 compounds.
2. Compounds include a few elements: C, O, H, N, S, P and the halogens.	2. Compounds may include any of about 100 different elements.
3. Compounds have covalent bonds and may be large molecules with long chains and cycles.	3. Compounds have ionic bonds and small ratios of elements.
4. Generally in liquid or gaseous form.	4. Most of them exist in the solid state. They have high melting and boiling points.
5. Have specific colours and odours.	5. Generally colourless and odourless.

Functional groups

In organic chemistry, functional groups are specific groups of atoms that are responsible for the characteristic chemical reactions of the whole molecule.

Important families of organic compounds

Family	Structural formula	Name	General formula (functional groups)
Alkane C_2H_6	CH_3-CH_3	ethane	$R-H$
Alkene C_2H_4	$CH_2=CH_2$	ethylene	$RCH=CH_2$
Alkyne C_2H_2	$HC\equiv CH$	acetylene	$RC\equiv CH$
Arene C_6H_6		benzene	$Ar-H$
Alcohol C_2H_5OH	CH_3-CH_2-OH	ethyl alcohol	$R-OH$
Aldehyde CH_3CHO	CH_3-CHO	acetaldehyde	$R-CHO$
Carboxylic acid CH_3COOH	CH_3-COOH	acetic acid	$R-COOH$
Amine CH_3NH_2	CH_3-NH_2	methylamine	$R-NH_2$

Literacy

1. What are the differences between organic and inorganic compounds?

2. Give five examples of organic and inorganic substances you use at home.
3. What are the most common elements found in organic compounds?
4. An organic compound was found to contain 10% hydrogen and 90% carbon by mass. Find its empirical formula.
5. An organic compound with a molar mass of 88 g/mol contains 55% C, 36% O and 9% H by mass. Find its molecular formula.

Demonstration

№11. Molecular models of compounds



Molecular models

Use the following information to create your lab report in the classwork section of your notebook. Include the following sections.

Element	Symbol	Colour	Bonds to Get Stable State
Hydrogen	H	white	1
Oxygen	O	red	2
Nitrogen	N	blue	3
Carbon	C	black	4

Procedure:

Build the following molecules using the ball-and-stick models and predict the formula for the molecule and draw a structure of the molecule.

Name of molecule	Atoms in molecule	Predicted formula	Sketch of Molecule
Methane	4 hydrogen 1 carbon		
Ethane	6 hydrogen 2 carbon		
Ethene	4 hydrogen 2 carbon		
Acetylene	2 hydrogen 2 carbon		
Ethyl alcohol	6 hydrogen 2 carbon 1 oxygen		
Acetic acid	4 hydrogen 2 carbon 2 oxygen		
Aminoacetic acid (glycine)	5 hydrogen 2 carbon 2 oxygen 1 nitrogen		

Terminology

- vital - өмірлік маңызды / жизненно важно;
- petroleum - мұнай / нефть;
- gasoline - жанармай / бензин;
- polymers - полимерлер / полимеры;
- food additives - тамақ қосындылары / пищевые добавки;
- functional group - функционалды топ / функциональная группа;
- ball and stick models - шар-таяқшалы моделдер / шаро-стержневые модели.

11.2 HOMOLOGOUS SERIES OF ORGANIC COMPOUNDS. NOMENCLATURE OF ORGANIC COMPOUNDS

Why CH_4 is called “methane” but not “monane”, while C_5H_{12} is called as “pentane” (mono - 1, penta - 5)?

You will:

- know what a homologous series is;
- give names for organic compounds.

Homologous series

There are first four members of alkanes and alcohols in a table. There is a (- CH_2 -) difference between members of consecutive alkanes. For example, between C_3H_6 and C_4H_{10} the atoms increase by 1C and 2H (- CH_2 -). A series of compounds in which the members are built up in this way is called a homologous series. The alkanes are a homologous series. Compounds that form a homologous series show similar properties.

Alkanes, alkyl groups and alcohols naming

Name	Molecular Formula	Name	Molecular Formula	Name	Molecular Formula
Methane	CH ₄	Methyl (Me)	CH ₃ -	Methyl alcohol	CH ₃ -OH

Ethane	C ₂ H ₆	Ethyl (Et)	C ₂ H ₅ -	Ethyl alcohol	C ₂ H ₅ -OH
Propane	C ₃ H ₈	Propyl (Pr)	C ₃ H ₇ -	Propyl alcohol	C ₃ H ₇ -OH
Butane	C ₄ H ₁₀	Butyl (Bu)	C ₄ H ₉ -	Butyl alcohol	C ₄ H ₉ -OH



Methanol molecule



Ethanol molecule

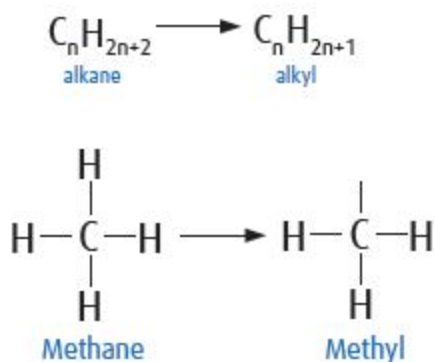
Keep in mind

1	mono
2	di
3	tri
4	tetra
5	penta
6	hexa
7	hepta
8	octa

Latin numbers

Nomenclature

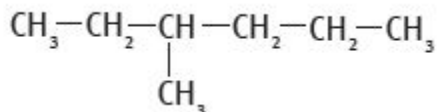
IUPAC developed a standard naming of organic compounds. According to the IUPAC system, there is only one name for a compound. If one hydrogen is removed from an alkane, an alkyl group is formed. The general formula for an alkyl group is C_nH_{2n+1} . Instead of the -ane suffix in alkanes, “-yl” is used for naming alkyl groups. They can also be shown by “R”. R represents “radical”.



To name the alkanes according to the IUPAC the following rules can be used.

Rule 1.

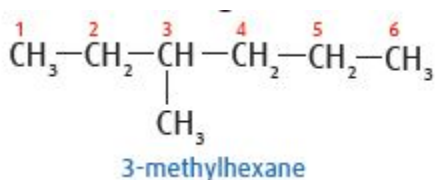
Determine the chain with the longest continuous number of carbon atoms. This gives the starting name (often called the parent name) of the alkane.



There are six carbon atoms in the longest chain in the example. So the parent name of the compound is hexane.

Rule 2.

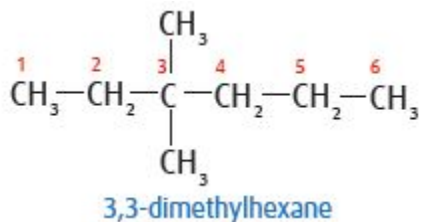
Number the carbon atoms in the longest chain, starting from the end closest to the branching.



Rule 3.

If there is more than one identical a substituent the number of a substituent is indicated by using prefixes -di, -tri, -tetra and so on. Some important substituents other than alkyl groups are the halogens like fluoro (-F), chloro (-Cl), bromo (-Br), iodo (-I) and

hydroxyl (-OH), nitro (-NO₂) and amino (-NH₂) groups.

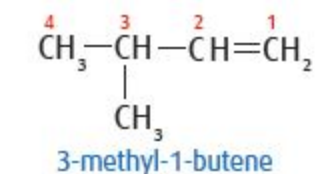


Rule 4.

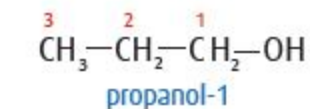
When two or more different substituents are bonded to the carbon chain, they are ordered alphabetically.



In cases, when carbon chain contains the double or triple bond, the carbon atoms are numbered starting from the end nearest to the double bond. A number indicates the location of the double bond before the parent name of the alkene.

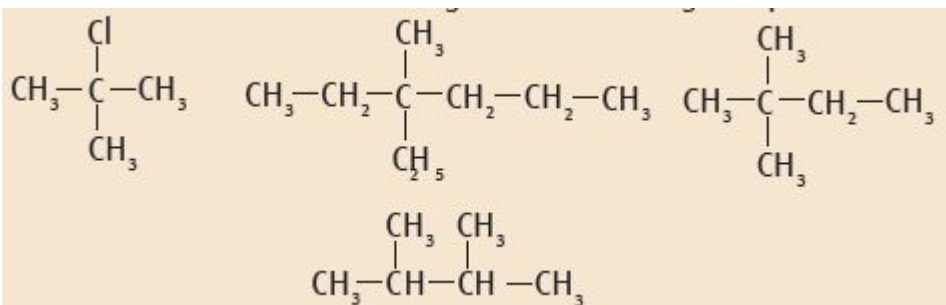


When the hydroxyl group is attached to the carbon chain you need to change the name of the alkane corresponding to this chain by replacing the final -e and adding the suffix -ol.



Literacy

1. Write four homologues of methyl alcohol (CH₃-OH).
2. Write down the IUPAC naming of the following compounds:



3. Draw the structural formulas of the following compounds:

a- 2,3-dimethylpentane

b- 3,4-dimethyl-4-ethylheptane

c- 2,4-dimethyl-4-ethylheptane

Demonstration

№12. Molecular models of alkanes and alcohol molecules



Molecular models

Use the following information to create your lab report in the classwork section of your notebook. Include the following sections.

Element	Symbol	Colour	Bonds to Get Stable
Hydrogen	H	white	1
Oxygen	O	red	2
Nitrogen	N	blue	3
Carbon	C	black	4

Procedure:

Build the following molecules using the ball-and-stick models and predict the formulas for the molecules and draw their structures.

Name of molecule	Atoms in molecule	Predicted formula	Sketch of Molecule
Methane	4 hydrogen 1 carbon		
Ethane	6 hydrogen 2 carbon		
Propane	8 hydrogen 3 carbon		
Methyl alcohol	4 hydrogen 1 carbon 1 oxygen		
Ethyl alcohol	6 hydrogen 2 carbon 1 oxygen		
Propyl alcohol	8 hydrogen 3 carbon 1 oxygen		

Terminology

- homologous series - гомологтық қатар / гомологический ряд;
- consecutive - кезекті / последовательный;
- biofuel - биоотын / биотопливо;
- identical substituent - жеке орынбасушы / идентичный заместитель;
- attached - ұсынылған / прилагаемый;
- corresponding - сәйкес келетін / соответствующий.

11.3 ISOMERISM

Are left- and right-hand gloves superimposable?

You will:

- know what an isomerism is;
- write isomers for alkanes.

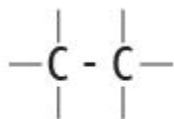
An understanding of how elements are connected in organic compounds can be gained from the structural theory of organic compounds. This theory is a result of the independent studies of Butlerov, Kekule and Couper between 1857-1861. Briefly, the theory explains that:

1. All atoms form a certain number of bonds in organic compounds. The valency concept can explain this. E.g. carbon has a valency of four, (it is tetravalent);

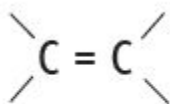
oxygen has a valency of two (divalent): $-O-$

hydrogen and halogens have a valency of one, and they are monovalent: $H-$, $X-$

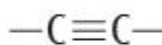
2. A carbon atom can form single, double or triple bonds with other carbon atoms.



single

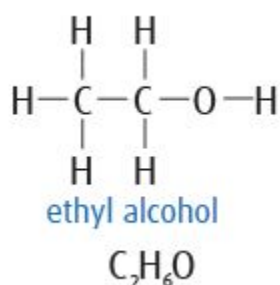
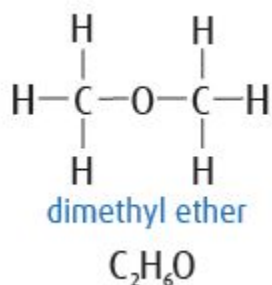


double



triple

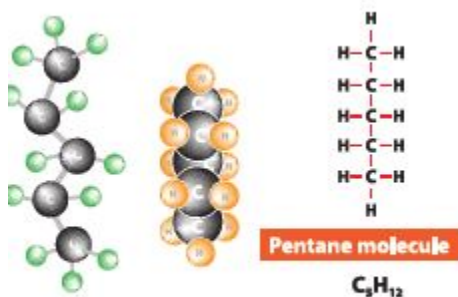
3. Two compounds with the same molecular formula can be different in the connection of their elements. Properties of organic compounds are not only related to the number and type of elements found in them but also with the order of bonding of the elements to each other. These compounds are called as isomers.



Ethyl alcohol in medicine



Diethyl ether solvent



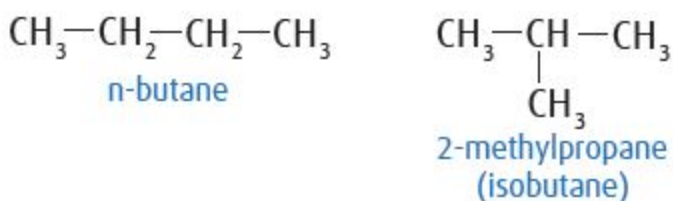
n-pentane structure



Isopentane or methylbutane

Isomerism of alkanes

Isomers are different compounds that have the same molecular formula. The atoms are just arranged in a different order. The first three members of the alkanes (methane, ethane, and propane) do not have isomers. However, butane has isomers and they are shown below. The first compound (1) has the longest chain of four carbons and is called n-butane (normal butane) but the second compound (2) has the longest chain of three carbons. But both compounds have the same molecular formula C₄H₁₀.



The first isomer, n-butane has an unbranched four-carbon chain, but the second isomer isobutane has a methyl group on the second carbon atom. In this case, there are two different possible structures for C₄H₁₀. These two compounds have the same molecular weight and number of atoms but different chemical and physical properties. It is called structural isomerism. In general, as the number of “C” atoms increases, the number of isomers increases, too.

Facts



Aleksandr Butlerov(1828 - 1886)

Химиялық құрылыс теориясының дамуына үлес қосқан орыс химигі. 1861 жылы Бутлеров өзінің химиялық құрылыс теориясын жариялады. Ол теория бойынша молекуланың химиялық табиғаты атомдардың саны мен түріне ғана емес, сонымен бірге олардың құрылысына байланысты болады. Ол бутанның екі және пентанның үш изомерлері (бірдей атомнан тұратын, бірақ құрылымдары әртүрлі) бола алатынын да болжап көрсетті.

Facts

Изомерлердің саны молекулада көміртек санының артуымен бірге артады. Мысалы, C_30H_62 және $C_{40}H_{82}$ қосылыстарда болуы мүмкін изомерлер саны 4 111 846 763 және 62 491 178 805 831 сандарына тең!

Literacy

1. What is isomerism? Give the structural formulas of two compounds that are isomers.

2. Hexane, C_6H_{14} , has five isomers. Write the structural formulas and the IUPAC names of these isomers.
3. Write isomers of the $C_2H_4O_2$ compound.
4. How many isomers have the compound with the formula $C_6H_4Br_2$?
5. Ethers and alcohols are isomeric. How many alcohol and ether isomers can you find for the molecular formula C_3H_8O ?

Terminology

- isomerism - изомерлену / изомеризация;
- isomers - изомерлер / изомеры;
- structural theory - құрылыс теориясы / структурная теория;
- valency concept - валенттілік қағидасы / концепция валентности;
- to foresaw - болжай білу / предвидеть;
- existence - бар болу / существование;
- branched - тармақталған / разветвленный;
- superimposable - қиыстырылған / совмещенный.

11.4 CHEMICAL CALCULATIONS: DETERMINING MOLECULAR AND EMPIRICAL FORMULAS OF ORGANIC COMPOUNDS

Carbonic acid H_2CO_3 is an inorganic compound. Is there any organic compound with the same empirical formula?

You will:

- determine empirical and molecular formulas of compounds by using mass percentages;
- determine molecular formulas of gases by using relative density.

Example 1

Analysis of a gas gave: C-85.7% and H-14.3%. If the molecular mass of this gas is 42 g/mol, what are the empirical formula and the molecular formula?

Solution

Step 1

Determine the mass of each element in a 100 g sample:
C = 85.7 g; H = 14.3 g

Step 2

Find mole numbers of elements:

$$n(\text{C}) = m/M = (85.7 \text{ g}) / (12 \text{ g/mol}) = 7.14 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = m/M = (14.3 \text{ g}) / (1 \text{ g/mol}) = 14.3 \text{ mol}$$

Step 3

Find mole ratio by dividing to the smallest number:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) = 7.14 : 14.3 = (7.14/7.14) : (14.3/7.14) = 1 : 2;$$

The empirical formula: C_1H_2 .

Step 4

Determine the molecular formula:

$$\text{Factor} = \frac{\text{Molar Mass}}{\text{Empirical Formula Mass}} = \frac{42 \text{ g/mol}}{(12 + 2) \text{ g/mol}} = 3$$

The molecular formula is $(\text{C}_1\text{H}_2)_3 = \text{C}_3\text{H}_6$ (propene)

Example 2

0.3 grams of an organic compound contains C, H and O atoms. If the masses of C and H are 0.12 g and 0.02 g respectively, what is the empirical formula of this compound?

Solution**Step 1**

Find the mass of oxygen in the organic compound. We know that

$$m(\text{C}) + m(\text{H}) + m(\text{O}) = 0.3 \text{ g} \quad 0.12 \text{ g} + 0.02 \text{ g} + m(\text{O}) = 0.3 \text{ g}$$

$$m(\text{O}) = 0.16 \text{ g}$$

Step 2

Now we find mole numbers of each atom:

for C: $0.12 \text{ g} / 12 \text{ g/mol} = 0.01 \text{ mol}$

for H: $0.02 \text{ g} / 1 \text{ g/mol} = 0.02 \text{ mol}$

for O: $0.16 \text{ g} / 16 \text{ g/mol} = 0.01 \text{ mol}$

Step 3

The mole ratio of elements in the compound is $0.01 : 0.02 : 0.01 = 1 : 2 : 1$.

So the empirical formula is $\text{C}_1\text{H}_2\text{O}_1$.

Example 3

The relative density of X_4H_{10} according to helium is 14.5. Determine the atomic mass of element X?

Solution

Step 1

Calculate the molecular mass by using relative density:

$$D_{\text{He}}(\text{alkane}) = 14.5 = \frac{M_r(\text{X})}{M_r(\text{He})} = \frac{M_r(\text{X})}{4 \text{ g/mol}}; \quad M_r(\text{X}) = 4 \cdot 14.5 = 58 \text{ g/mol}$$

Step 2

Find atomic mass of unknown element :

$$58 \text{ g/mol} = M_r(\text{X}_4\text{H}_{10}) = x \cdot 4 + 1 \cdot 10 \quad 4x + 10 = 58$$

$$4x = 48 \quad x = 12$$

Chemical formula of compound is C_4H_{10} .

Literacy

1. A compound contains 12% carbon, 16% oxygen and 72% chlorine and weighs 198 g. What is the empirical formula of this compound?
2. An organic compound was found to contain 10% hydrogen and 90% carbon by mass. Find its empirical formula.
3. The empirical formula of an organic compound is CH_2O . Find its molecular formula if its molar mass is 180 g/mol.
4. An organic compound with the molar mass of 88 g/mol contains 55% C, 36% O and 9% H by mass. Find its molecular formula.
5. An organic compound contains 1.5 g hydrogen and 9 g carbon by mass. Find its molecular formula if its molar mass is 210 g/mol.
6. The relative density of gas X_2 according to methane CH_4 is 1.75. Determine the atomic mass of X.
7. Unknown gas X has relative density 1.517 according to air. What will be relative density of gas X according to helium?

Terminology

- empirical formula -эмпирикалық формула / эмпирическая формула;
- relative density - салыстырмалы тығыздық / относительная плотность;
- ratio - қатынас / соотношение;

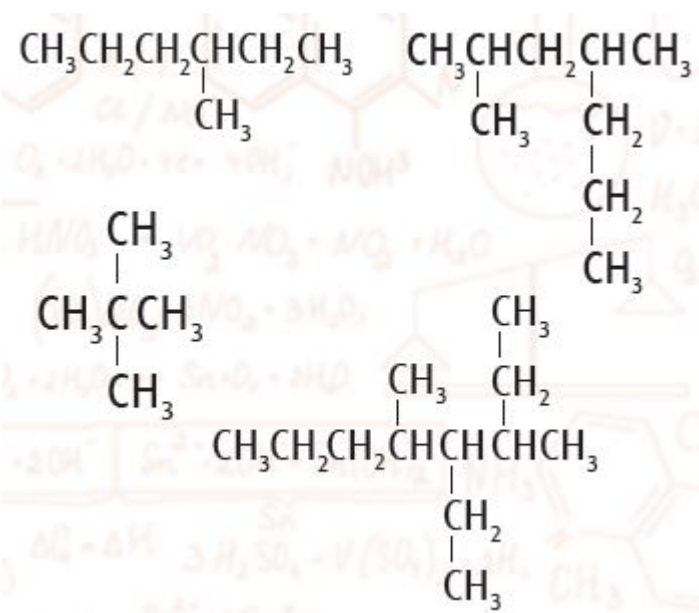
Problems: Introduction to Organic Chemistry

1. Using data in the following table, plot a graph of the number of carbon atoms contained in the straight chain alkane (x-axis) against the boiling point of the alkane (y-axis). Draw a curve to join up the points.

Alkane	Number of carbon atoms	Boiling point, °C
methane	1	-161
ethane	2	-89
propane	3	-42
n-butane	4	-0.5
n-pentane	5	+36
n-hexane	6	+69
n-heptane	7	+98
n-octane	8	?
n-nonane	9	+151
n-decane	10	+174

- Which alkane with the most number of carbon atoms is a gas at room temperature?
- Estimate the boiling point of n-octane.

2. Name the compounds:



3. Write the structural formulas for the following compounds:

- 3-methylpentane
- 4-ethyl-2-methylheptane
- 2,2,5-trimethyloctane
- 2,3,4-trimethylheptane

4. There are two methyls, one ethyl and one propyl group attached to a carbon atom. What is the IUPAC name of this compound?

5. Draw the three-dimensional structure of ethane (C_2H_6).

6. Draw the structures of the three isomers of pentane C_5H_{12} . It may help to make models of the isomers. If you do not

have a molecular modelling kit, use straws to represent bonds and plasticine balls of different colours to represent atoms of hydrogen and carbon.

7. The hydrocarbon anthracene has the composition 94.38% C and 5.62% H by mass. What is its empirical formula?

8. Caffeine is a compound with the composition 49.5% C, 5.2% H, 28.8% N and 16.6% O by mass. What is the empirical formula for caffeine?

9. The molecular weight of saccharin is 183 g/mol and the compound is 45.9% carbon, 2.73% hydrogen, 26.23% oxygen, 17.5% sulfur and 7.65% nitrogen by mass. What is the molecular formula of saccharin?

10. One of the most powerful poisons, strychnine, has a weight of 334 g/mol and the composition 75.45% C, 6.59% H, 8.38% N; the remainder is oxygen. Calculate the empirical and molecular formulas of strychnine, arranging the atomic symbols in alphabetical order.

CHAPTER 12: HYDROCARBONS. FUELS

12.1 ALKANES

The Earth has natural resources like oil and natural gas. Do other planets and the Moon have those natural resources?

You will:

- describe chemical properties of alkanes and write their chemical reactions;
- explain the importance of chlorination reactions for production of solvents;
- explain harmful effects of chloroalkanes.

Alkanes

Alkanes are very common organic compounds. The general formula of the alkanes is C_nH_{2n+2} , where n is an integer number. The first four members (methane, ethane, propane, and butane) of them are gases. Alkanes with 5-17 carbons are liquids, and the rest are solids. Alkanes are named by using suffix “-ane”.

Alkanes are relatively unreactive saturated hydrocarbons. They are also known as paraffin which means “inert”. In our

daily lives, we meet alkanes in almost every place, for example, gasoline, candle wax and natural gas.

Methane (CH₄)

Methane, the first member of the alkanes. It is the main component of natural gas.

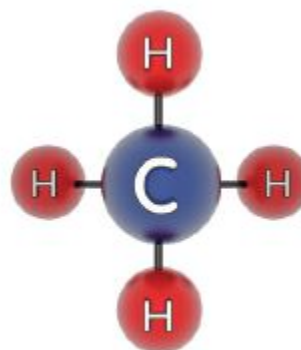
Methane is a colourless and odourless gas. It is highly flammable, and in the proper mixture percentages mixed within the air, it is highly explosive. A 10-15% mixture of methane in air may cause an explosion. Explosions in mines are known as "firedamp explosions".



Paraffin is used in candles



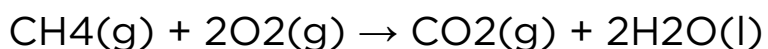
Methane is flammable gas



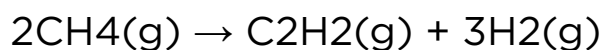
Methane molecule

Chemical properties

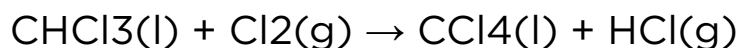
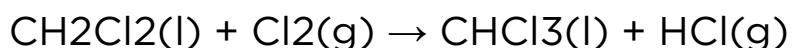
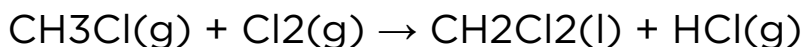
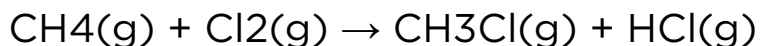
1. Alkanes produce CO₂ and H₂O when they are burnt. This reaction is called combustion reaction:



2. They decompose at high temperatures:



3. Alkanes react with chlorine to produce chloroalkanes (at light):



Halogenalkanes are formed by replacing the hydrogen atom of a hydrocarbon by a halogen (F, Cl, Br or I) and have the general formula R-X where X = a halogen. Halogenoalkanes are insoluble in water.

Chloroalkanes (CH_3Cl , CH_2Cl_2 , CCl_4) were widely used as solvents and refrigerants. CCl_4 is the most important compound of carbon and halogens.

Trichloromethane (or chloroform, CHCl_3) is non-flammable and was used as an anesthetic before it was found to cause liver damage. Tetrachloromethane (or carbon tetrachloride, CCl_4) also has anesthetic properties, but it is even more toxic. Some haloalkanes have negative effects on the environment such as ozone depletion. The most widely known family within this group are the chlorofluorocarbons (CFCs). CFCs have damaging effects on the ozone layer.



Aerosol sprays contain CFCs

Science in context

Табиғи газ - пайдалы отын.



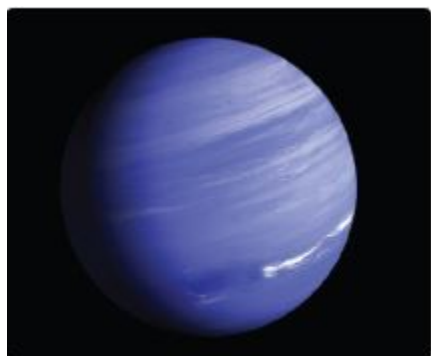
Natural gas tank



Natural gas burns in the kitchen

Facts

Нептун планетасының көк түсті болып көрінуі атмосферасындағы метан газының қызыл жарықты сіңіріп, көк жарықты шағылдыруының нәтижесі болып табылады



Facts

Метанды кейде “батпақ газы” деп те атайды, ол оттексіз ортада өсімдіктердің, әр түрлі органикалық заттардың ыдырауынан пайда болады.



Lush green marshes

Science in context

Метан мұнай-химия зауыттарында шикізат ретінде пластиктік-полимерлік материалдар жасау үшін қолданылады.

Demonstration

№13. Fuels

Use coal, oil, natural gas samples in your laboratory. Classify the fuels.

Literacy

1. What is the general formula of alkanes?

2. What is ozone layer?

3. Write the molecular and structural formula of the alkane that containing 4 carbon atoms.

4. 0.25 mole of an alkane weighs 35.5 g. Find its molecular formula.

5. Complete the equations and name the products:

- $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{l})$
- Propane + oxygen

6. When 4.8 g of an alkane is burned completely, 13.2 g of carbon dioxide and 10.8 g of water are produced. What is the molecular formula of the alkane?

Terminology

- alkanes - алкандар / алканы;
- saturated - қаныққан / насыщенный;
- paraffi ns - парафиндер / парафины;
- firedamp explosion - жарылғыштың жарылуы / взрыв взрывчатого вещества;
- refrigerants - салқындатқыштар / хладагенты;
- feedstock - бастапқы материал / исходный материал;
- marsh gas - батпақ газы / болотный газ.

12.2 ALKENES

Why do plastic bags pose a threat to marine life?

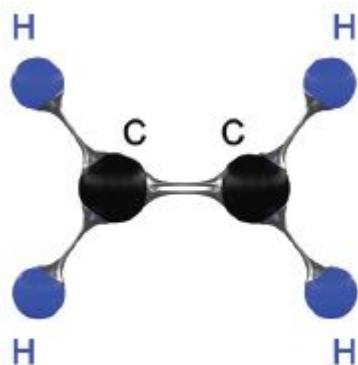
How to determine unsaturated hydrocarbons?

You will:

- understand why organic compounds can be unsaturated;
- study chemical reactions of alkenes;
- explain structures of polymers and mechanism of the polymerization reaction;
- explain and study how plastics affect the environment.

Alkenes are unsaturated hydrocarbons whose structure contains a double bond. A double bond is formed because the carbon atoms don't bond to enough hydrogen atoms to complete their octet. For this reason, they are described as unsaturated.

The general formula is C_nH_{2n} and the first member of this homologous series is C_2H_4 . The systematic IUPAC name of this compound is ethene, though it is commonly known as ethylene.



Ethylene molecule



Olefins plant

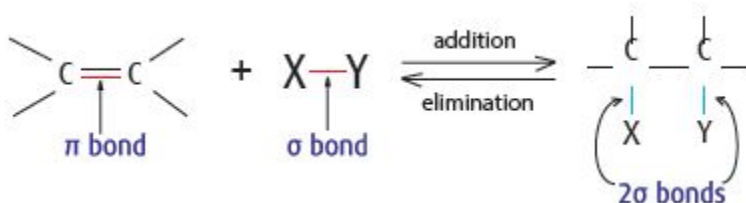
The first four members of alkenes

Name	Molecular Formula	Structural Formula
Ethene (Ethylene)	C_2H_4	$CH_2=CH_2$
Propene (Propylene)	C_3H_6	$CH_2=CH-CH_3$
1-Butene	C_4H_8	$CH_2=CH-CH_2-CH_3$
1-Pentene	C_5H_{10}	$CH_2=CH(CH_2)_2CH_3$

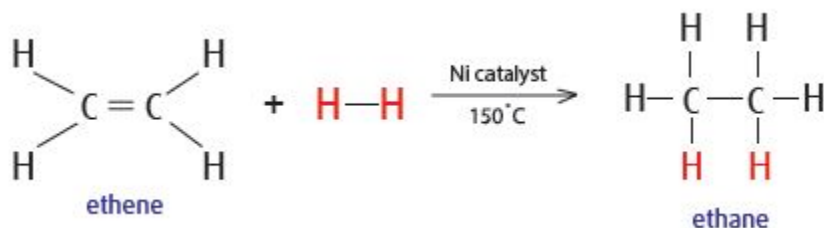
Chemical properties

Addition reactions

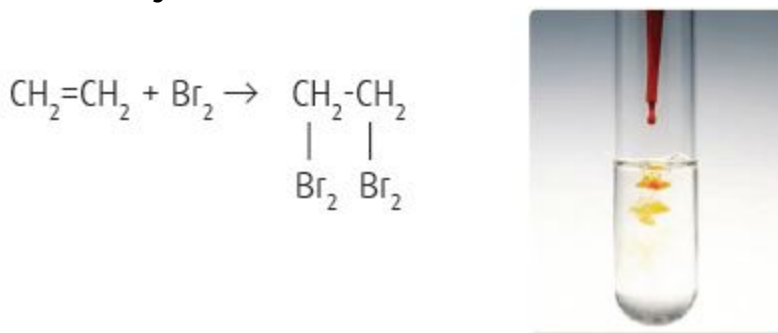
Addition reactions are characteristic of unsaturated compounds. In addition reactions, an unsaturated bond ($-C=C-$) is completely or partially saturated by addition of a molecule across the multiple bonds.



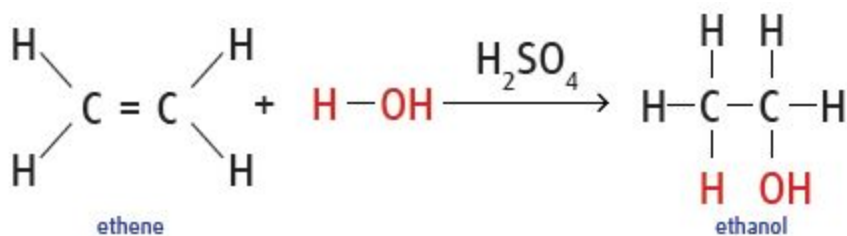
1. Ni, Pt or Pd metals are used as catalysts in addition reactions of hydrogen to alkenes. Addition of H₂ to alkenes, which are unsaturated hydrocarbons, produces alkanes.



2. Addition of Br₂ to alkenes is a useful reaction which shows us if a hydrocarbon is saturated or unsaturated.



3. Hydration is the addition of water to an alkene:



Oxidation of ethylene

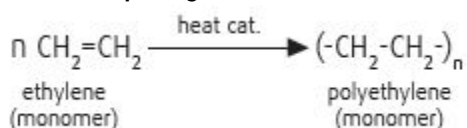
Alkenes undergo oxidation reactions in which the carbons in the double bond are oxidized. This reaction can be used to confirm whether or not a compound is an alkene. When an alkene is treated with cold, alkaline KMnO₄ solution, the violet colour of KMnO₄ solution disappears and turns brown.



To distinguish between alkanes and alkenes, KMnO_4 , an oxidizing agent in a basic solution is used.

Polymerization

A polymer is a long, repeating chain of atoms, formed through the linkage of many identical molecules called monomers. The reaction by which polymers are formed is called polymerization.



HDPE (high-density polyethylene) and LDPE (low-density polyethylene) are common types of polyethylene prepared under different reaction conditions and having different physical properties. HDPE is opaque and rigid and used in milk containers and water jugs. LDPE is less opaque and more flexible and used in plastic bags and electrical insulation.



HDPE pipes



Plastic recycling symbols

Science in context

Алкендер жемістердің тез пісіру үшін қолданылады.



Facts

Алкендерді кейде олефиндер деп те атайды, себебі, олар хлормен қосылып мұнайға ұқсас сұйық заттар түзеді.

Literacy

1. Write general formulas of alkenes.
2. 3 mole of an alkene weighs 84 g. Find its molecular formula.
3. Write the equations for the reactions between propene with hydrogen and bromine.
4. Find the molecular formula of the alkene that contains 85.7% carbon by mass.
5. What is polymer widely used in packaging?

Science in context

Органикалық химияның 80%-ы полимерлі химиямен байланысты. Ең қарапайым полимерлердің бірі - полиэтилен, этилен молекулаларынан синтезделеді. Қоқыс қаптары, тамақты орауыштар, тефлондар, автомобиль шиналары, лактар мен бояулар біздің күнделікті өмірімізде қолданатын полимерлердің мысалдары болып табылады.



Activity

Work in groups. You will need to make a research about polyethylene. Summarize your ideas in the presentation. Talk about utilization methods for polyethylene.

Demonstration

№14. Chemical properties of ethylene.

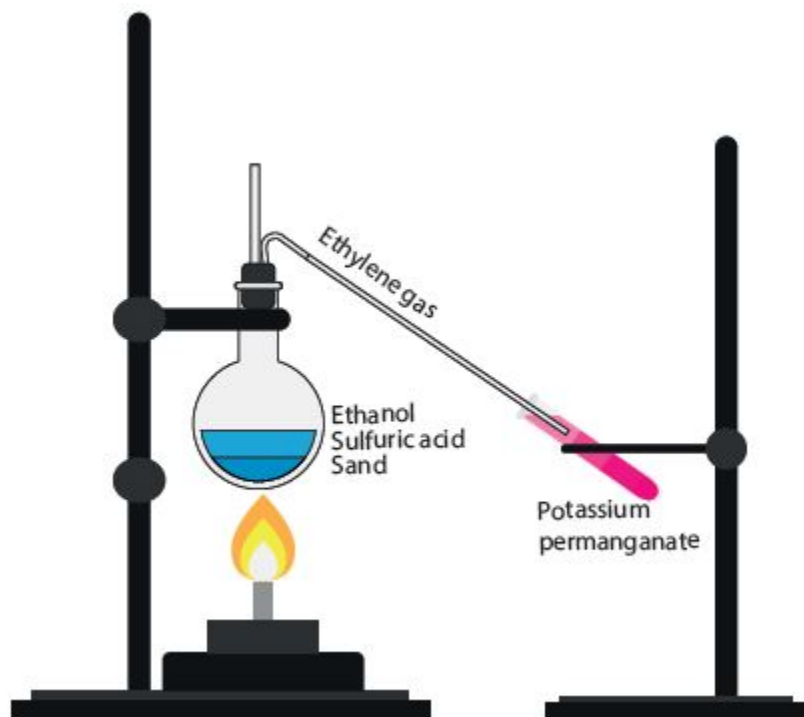
Materials:

ethyl alcohol, Al_2O_3 , dry sand, potassium permanganate solution, test tubes, burner.

Procedure:

1. Take a test tube and fill it with standard sand up to about 3 cm height.
2. Pour ethanol on the sand so that it is completely wet in ethanol.
3. Place 3 spatulas of aluminium oxide in the middle of the test tube.
4. Ignite the burner and heat the front of the test tube then heat the aluminium oxide to a red-glow.
5. After about 30-second slip the tip of the delivery tube to the mouth of the inverted test tube in the water in the crystallizing dish.
6. When the inverted test tube is full of evolved gas. Slip the tip of the delivery tube to the mouth of the second inverted test tube.
7. Close the test tubes with rubber stopper under water, then place them in the test tube rack.
8. Remove the tip of the delivery tube from the water and extinguish the burner.
9. Take one of the test tubes containing collected gas and put a few drops of potassium permanganate solution in the test tube.
10. Shake the test tube vigorously

11. Ignite the burner. Hold the second test tube containing collected gas upside down so that the mouth of the test tube at the flame of the burner, then remove the stopper.



Terminology

- alkenes - алкендер / алкены;
- unsaturated - қанықпаған / ненасыщенный;
- oxidation - тотығу / окисление;
- disappears - жоғалады / исчезает;
- monomer - мономер / мономер;
- polymerization - полимерлену / полимеризация;
- olefins - олефиндер / олефины;
- to pose a threat - қауіп төндіру / представлять угрозу.

12.3 ALKYNES

Why are cylinders with different gases painted in different colours? For example, cylinders with acetylene are painted in maroon colour.



You will:

- study chemical properties of alkynes;
- study properties and preparation method of acetylene.

Unsaturated hydrocarbons that contain carbon-carbon triple bond " $\text{-C}\equiv\text{C-}$ " are called alkynes. The general formula of alkynes is $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ where n is an integer number starting from 2. At room temperature, the first three members of the series (ethyne, propyne, and butyne) are gases, the others are liquids.

Acetylene

Acetylene (ethyne) is the first member of the alkyne series and one of the major chemicals used in industry. Pure acetylene is a colourless gas that has a slight odour. It is

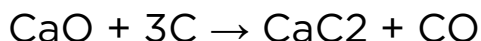
soluble in water and highly soluble in acetone. In industry, it is mixed with PH₃ and H₂S which cause it to smell very bad. It boils at -83°C and can be liquefied at 1°C. When it is liquefied, it becomes extremely explosive, so it is dissolved in acetone.



Acetylene and gas steel storage tanks for welding

Preparation of Acetylene

The preparation of acetylene from calcium carbide is the most important preparation method. When quicklime and coke react with each other at high temperature, calcium carbide is formed. The reaction of calcium carbide with water produces acetylene:





Preparation of acetylene from calcium carbide



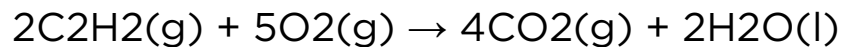
Liquefied acetylene is highly explosive

Chemical properties

Alkynes are unsaturated compounds like alkenes and therefore their chemical properties are similar to those of alkenes.

1. Combustion reaction

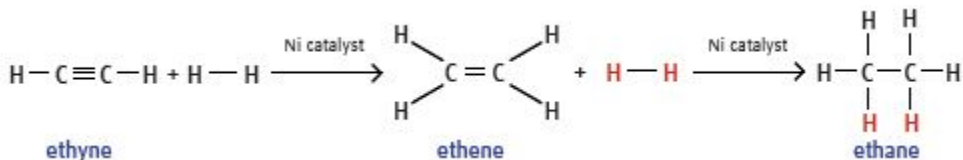
Alkynes produce CO_2 and H_2O when they are burnt in oxygen. Acetylene gas explodes at about 15 atm pressure. Because of this, it is stored under low pressure (less than 10 atm). Acetylene burns with a bright flame:



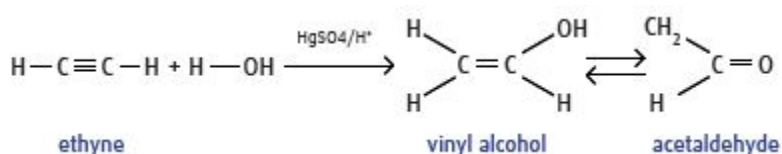
Explosion of acetylene gas

2. Addition of hydrogen.

Two hydrogen molecules are added to one triple bond ($\text{-C}\equiv\text{C-}$) using a nickel, platinum or palladium catalyst:

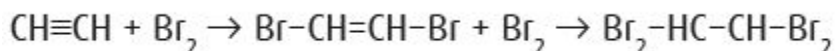


3. A mixture of mercury (II) sulfate, HgSO_4 , and sulfuric acid enables water to add to alkynes.



4. Qualitative reactions

Potassium permanganate (KMnO_4) and bromine (Br_2) water are used to test for alkynes. Acetylene turns them to colourless:



Keep in mind

Acetylene is the simplest member of unsaturated hydrocarbons called alkynes or acetylenes. Most important of all starting materials for organic synthesis.

Demonstration

№15. Fuel types

Use fuel samples in your laboratory. Classify the fuel types

Facts

Газды планеталардың бірі Юпитер атмосферасында ацетилен молекулаларының бар екендігі анықталған.



Science in context

Ацетилен оттеппен қосылып, металдарды дәнекерлеуде қолданылады. Металдарды пісіру нәтижесінде температура 3300°C-қа дейін жетеді.



Literacy

1. Why is acetylene used for welding of metals?
2. Write reactions of acetylene with chlorine gas.
3. When 0.2 moles of an alkyne is burnt, 8.96 L of CO₂ gas is produced at STP. What is the molecular formula of this alkyne?
4. A 30 L of a mixture of C₂H₂ and C₂H₄ is saturated with 50 L of H₂. What is the mole percentage of acetylene in the mixture?
5. When 5 grams of impure CaC₂ is added to water, 1.12 L of acetylene is produced at STP. What is the percentage purity of the CaC₂ sample?

Terminology

- alkynes - алкиндер / алкины;
- acetylene - ацетилен / ацетилен;
- ripening - пісу / созревание;
- maroon - қою қызыл / темно-бордовый;
- welding - дәнекерлеу / сварка.

12.4 AROMATIC HYDROCARBONS

What does asphalt smell like? What compounds cause “new car smell”?

You will:

- describe properties and uses of benzene;
- know preparation method of benzene.

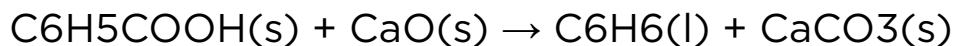
Benzene and compounds having similar chemical properties to benzene are called aromatic compounds. The name “aromatic” is used because of the characteristic and pleasant odours of these compounds. Aromatic hydrocarbons are also known as arenes.

Although aromatic hydrocarbons are unsaturated, they have very different chemical properties to alkenes and alkynes. For example, benzene doesn't undergo an addition reaction with bromine despite having a double bond.

The structure of benzene

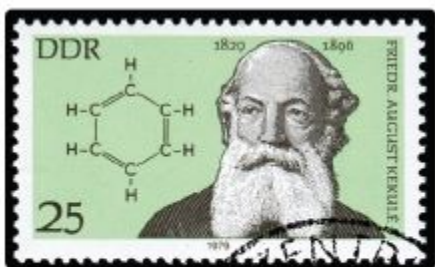
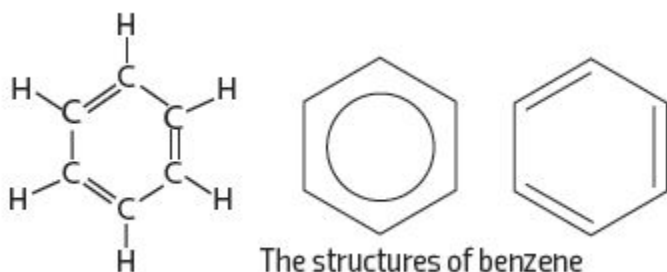
Benzene is the oldest known organic compound, firstly discovered by Michael Faraday in 1825. Later, Eilhardt Mitscherlich heated benzoic acid with limestone and

synthesized benzene. He also found that benzene had the molecular formula C₆H₆:



The structure of benzene was proposed by the German chemist August Kekulé only in 1865. According to the structure, Kekulé proposed, the benzene molecule had a regular hexagonal shape. The six carbon atoms are located at the corners and each bonded to two neighbors with one single and one double bond. The single and double bonds swap with each other around the ring. One hydrogen atom is bonded to each carbon atom.

However, Kekulé's description is not enough to understand the structure of benzene. If the structure proposed by Kekulé was exact, the bond lengths of the C = C and C - C bonds would be different. But researchers show that the benzene ring is a hexagon with equal internal angles of 120°. Accordingly, there has to be another explanation of the benzene ring.



Friedrich August Kekule
(1829-1896),
German organic chemist

Facts

Барлық күннен қорғауыш кремдерде бензол қосылыстары бар. Күн қорғаныс кремдері күн сәулесіндегі ультракүлгін радиациясын сіңіреді және де теріге зиянды әсерінен біраз қорғайды. Осы мақсат үшін п-аминобензой қышқылы крем құрамына қосылады.



Science in context

Бензол және оның туындылары пластмасса, жуғыш заттар, пестицидтер және басқа да химиялық заттарды өндіруде қолданылады.



Polystyrene plastics



Farmer spraying pesticide

Literacy

1. How many double bonds in benzene molecule?
2. What is benzene? Who discovered its stable structure?
3. Where is used benzene derivatives?
4. What volume of oxygen is needed to burn 56 liters of benzene at STP?
5. Find the mass of benzene that is obtained from the acetylene that takes up a volume of 13.44 L at STP. The yield of the reaction is 80%.

Terminology

- aromatic hydrocarbons - ароматты көмірсутектер / ароматические углеводороды;
- benzene - бензол / бензол;
- arenes - арендер / арены;
- sunscreen - күннен қорғайтын крем / солнцезащитный крем.

12.5 HYDROCARBON FUELS. OIL INDUSTRY

Which research octane number (RON) is the best for gasoline: 92, 95, 98 or 102?

You will:

- know that carbon-containing compounds used as fuels;
- investigate the alternative types of fuels;
- name the depositions of coal, oil and natural gas in Kazakhstan;
- name the crude oil fraction products and their uses.

At all stages of the historical development humanity has used energy. Ancient people used wood fuel as a source of energy for cooking and heating housing. Until the middle of XIX century, 90% of energy was obtained from wood. With the development of society and technological progress fuel wood is replaced by fossil fuels as a coal, oil, and gas.

An industry which is engaged in the production of gas, oil, and coal is named as fossil fuel industry. Fuel industry is one of the main sectors of power engineering. High level of economic development shows that the more energy is produced in the country. The national economy of Kazakhstan is provided mainly by its own source of energy. Coal widely used as a cheap source of energy. The energy released during combustion of hydrocarbons, used in the form of heat, or converted to other forms of energy

(electrical, mechanical). But natural sources of hydrocarbons should not be considered as an inexhaustible wealth. According to preliminary calculations, if their production and consumption will continue intensively, the natural gas reserves will suffice for about 50, and oil reserves at 40-50 years. It's important to economize on the use of natural sources of fuel and attract alternative energy: the energy of atoms, water, wind, solar, etc.



Wind turbines



Nuclear power station

Fuel industry and environment

With the development of the fuel industry problems appeared related to production and use of natural resources. One problem is growing demand for fuel. At the same time harmful gases and solid residues (ash and soot), which are formed during the combustion of the fuel consumed by motor vehicles, heating power stations, and waste of various industries are emitted into the atmosphere. Sulfur and nitrogen-containing compounds that make up these emissions are converted into the corresponding oxides and also pollute the environment.

Natural resources of hydrocarbons

The primary source of hydrocarbons here on Earth is through fossil fuels - coal, oil, and natural gas. These are extracted from the ground in quantities of millions of tons per day and are the primary energy source for today's civilization. 85% of

all electricity worldwide is generated by the burning of hydrocarbons, and hydrocarbon fuel is used to propel practically every mobile machine: cars, trucks, trains, planes, and ships.

Natural Gas

Kazakhstan is important to world energy markets because it has significant oil and natural gas reserves. Most of Kazakhstan natural gas reserves are located in the west of Kazakhstan, with roughly 25 percent of proven reserves situated in Karachaganak field. There are other fields like Zhanazhol, Kyzylsokoe, Zhetibay, Kalamkas etc.

In fact, natural gas is really a mixture of gases that formed from the fossil remains of ancient plants and animals buried deep in the earth. The main ingredient in natural gas is methane.



Karachaganak

Oil industry

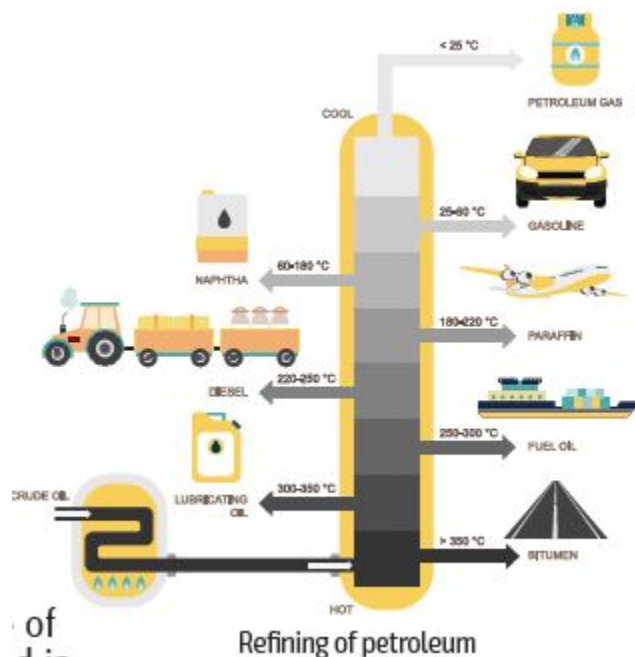
Kazakhstan has the largest oil (petroleum) and gas reserves in the Caspian Sea basin and is producing 1.5 million barrels of oil a day today. Kazakhstan contains significant quantities of gas and oil in particular. Kazakhstan sits near the northeast portion of the Caspian Sea and claims most of the Sea's biggest known oil fields. Oil has been produced in Atyrau, Mangystau, Aktobe and Kyzylorda regions.

Crude oil is a mixture of alkanes and aromatic hydrocarbons which have carbon atom numbers ranging from 1 to 40. In different regions of the world, the composition of oil is different.



Refining

Crude oil in its natural form can only be used as a fuel, and not in any other areas. Because it consists of many different substances with different densities, petroleum can be separated into its components by fractional distillation.



Coal

Coal is the natural source of hydrocarbons which formed in the earth's crust as a result of decomposition of plant residues.

In our country, there are Ekibastuz, Karagandy, Turgay, Nizhneiliysky coal basins and many smaller deposits. At present in Kazakhstan coal is used as the primary source of fuel. There are two reasons for it: first, our country has large reserves of coal and the second, it is possible to obtain low-cost open-pit.



Coal loading

Facts

Қазақстан әлемдік мұнай өндіру қоры бойынша бүгінде 9-шы орынға ие (2011)

Facts

Көмір өндіру қоры бойынша Қазақстан әлемде 8-ші орын алады.

Demonstration

№16. Oil and oil products

Use petroleum products samples in your laboratory. Classify the petroleum products

Literacy

1. Where in Kazakhstan do produce oil?
2. What is oil?
3. What are products from oil refining process?
4. What are the advantages of natural gas?
5. Where is coal found in Kazakhstan? Which fossil fuel is more important? Oil, natural gas or coal?

Terminology

- inexhaustible - таусылмайтын / неисчерпаемый;
- gasoline - бензин / бензин;
- Research Octane Number (RON) - зерттеу әдісімен октан санының өлшенуі (А) / Автомобильное измерение октанового числа по Исследовательскому методу (АИ);
- residues - қалдықтар / остатки;
- corresponding - сәйкес келетін / соответствующий;
- proven reserves - зерттелген қорлар / разведанные запасы;
- refining - өңдеу / переработка
- coal basins - көмір кен орындары / угольные бассейны.

Problems: Hydrocarbons. Fuels

Alkanes

1. Calculate the molar mass of the alkane that has 10 hydrogen atoms.
2. How many single bonds are there in propane and pentane molecules?
3. 0.34 mol of an alkane weighs 19.72 g. Find its molecular formula.
4. An alkane contains 83.33% carbon by mass. Find the molecular formula of this compound.
5. When 35.2 g of an unknown alkane is burned in an excess amount of oxygen 53.76 L of carbon dioxide is formed. What is the molecular formula of alkane?

Alkenes

1. Which following compound reacts with bromine solution? ethane, ethylene, methane.
2. 8.4 g of an alkene occupies 4.48 L at STP conditions. What is the formula of alkane?
3. What amount of hydrogen in liters should be used to saturate 19.6 g of ethylene at STP?

4. 20 g mixture of methane and butene can react with 6.72 L of hydrogen gas at STP. What is the mass of methane in the mixture?

5. What's the difference between polyethylene PE and polypropylene PP used in furniture?

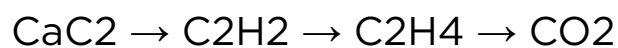
Alkynes

1. Write equations for the following reactions:

- acetylene + $\text{Cl}_2(\text{g})(\text{excess}) \rightarrow$
- 2-butyne + $\text{H}_2(\text{g}) (\text{excess}) \rightarrow$
- 2-butyne + $\text{HCl}(\text{g}) (\text{excess}) \rightarrow$

2. Draw the structural formulas of C_2H_2 , C_3H_4 , C_4H_6 .

3. How would you carry out the following transformations?



4. 10% of the molecular weight of an alkyne is hydrogen. What is the molecular formula of the alkyne?

5. A 2.7 g sample of alkyne can be saturated with 2.24 L of hydrogen at STP. What is the molecular formula and name of the alkyne?

Aromatic hydrocarbons

1. Write the combustion reactions for the following compounds:

- Benzene

- Toluene
- Naphthalene
- Anthracene

2. Draw the structural formulae and give the names of all the possible isomers of the aromatic C_8H_{10} compounds.

3. Find the volume of hydrogen (at STP) necessary to saturate 226.2 grams of benzene.

4. Find the mass of benzene that is obtained from the acetylene that takes up a volume of 17.248 L at STP.

5. Which compounds are aromatic?

Hydrocarbon fuels. Oil and gas

1. Ray's bus is, like most buses, powered by a petrol engine. These buses contribute to environmental pollution. Some cities have trolleybuses: they are powered by an electric engine. The voltage needed for such an electric engine is provided by overhead lines (like electric trains). The electricity is supplied by a power station using fossil fuels. Supporters for the use of trolley buses in a city say that these buses don't contribute to environmental pollution. Are these supporters right? Explain your answer (PISA question)

2. What are fossil fuels? What kinds of fossil fuels are used in Kazakhstan today?

3. When 0.5 g of benzene (C_6H_6) is burnt in a bomb calorimeter, the temperature of the calorimeter rises from

25°C to 55°C. If the molar heat of combustion of benzene is 263.6 J/g, find the heat capacity of the calorimeter?

4. When 26.27 kg of diesel is burnt in a bomb calorimeter, the temperature of the calorimeter rises from 30°C to 550°C. If the heat of combustion of diesel is 42.7 MJ/kg, find the heat capacity of the calorimeter?

CHAPTER 13: OXYGEN AND NITROGEN CONTAINING ORGANIC COMPOUNDS

13.1 ALCOHOLS

Why do we use ethyl alcohol as a disinfectant before injections? Why are not other chemicals?

You will:

- know classification and properties of alcohols;
- know preparation methods of methyl and ethyl alcohols;
- understand influences of methanol, ethanol on the human body;
- know physical properties and uses of glycol and glycerine.

Alcohols are compounds whose molecules have a hydroxyl group (-OH) bonded to a saturated carbon atom. Alcohols can be described as alkyl derivatives of water where one hydrogen in the water molecule has been replaced by an alkyl (R-) group.



The carbon atom having the -OH group can be bonded to another carbon atom by a single bond. The carbon chain of

the alcohol can be saturated or unsaturated. In this lesson, we will learn only saturated alcohols. The general molecular formula of saturated alcohols is $C_nH_{2n+1}OH$ or $C_nH_{2n+2}O$. Alcohols can be classified as monohydric and polyhydric according to the number of $-OH$ groups in the structure.

Methyl Alcohol (Methanol)

Methyl alcohol is colourless, flammable and has a characteristic odour. Its taste is similar to ethanol but it is very toxic. Ingestion of even small quantities of methyl alcohol can cause blindness, large quantities cause death.

As methyl alcohol has a low freezing point (-97°C), it has been used as antifreeze in radiators. Methanol can be converted into formaldehyde which is the initial material for industrial products such as plastics, paints, and solvents.



Methyl alcohol is very toxic substance



In some countries, methyl alcohol is used as fuel

Ethyl Alcohol (Ethanol)

Physical Properties

Pure ethyl alcohol is colourless toxic liquid and has a characteristic smell. It is miscible with water in all proportions.

Ethanol is an important organic solvent. It is used in the preparation of tincture of iodine, brilliant green, paints, perfumes and cosmetics. Ethyl alcohol is the starting substance for most organic compounds.

A solution of 70–85% of ethyl alcohol is commonly used as a disinfectant. It kills organisms by denaturing their proteins and dissolving their liquids. It is effective against most bacteria, fungi and many viruses.

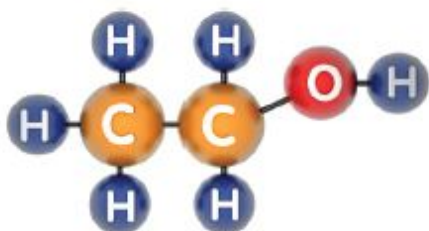
Ethanol taken into the body via alcoholic drinks causes harmful effects.



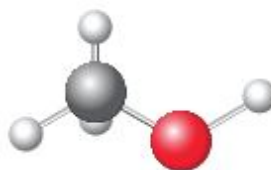
Ethanol in medicine



Purell hand sanitizer (ethanol)



Ethanol structure

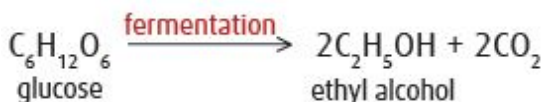


Methanol structure

Preparation of ethyl alcohol

1. *By Fermentation*

Most ethanol is prepared by the fermentation of plants containing sugar. In the fermentation process, glucose and fructose in a presence of yeast are converted into alcohol and carbon dioxide.



2. By hydration from ethene

Ethyl alcohol for industrial purposes is produced by hydrating ethene using a catalyst. This process costs less than fermentation.



Chemical properties of ethyl alcohol

1. Combustion reaction

Burning of ethyl alcohol reaction given as follow:



Ethanol can burn very well, therefore, it can be used in internal combustion engines and in the laboratory for burners.



Burning of methanol and ethanol
(Borax test)

2. Dehydration

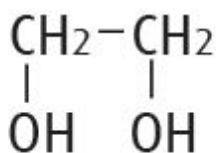
When monohydric alcohol is heated in the presence of an acid catalyst at high temperature, water and alkene are produced.

Ethylene glycol

Ethylene glycol $C_2H_4(OH)_2$, is a colourless, odourless, syrupy liquid. It is completely miscible with water. Since it has a low freezing point it is used as antifreeze in automobiles. A high boiling point ($197^\circ C$) and heat of vaporization also make it useful for this purpose. It is also used in hydraulic brake fluid in cars and as a paint, oil, ink and resin solvent.



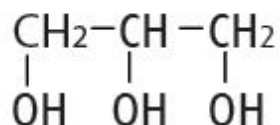
Pouring antifreeze to the 0°C



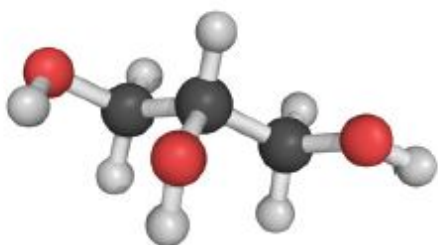
Ethylene glycol structure

Glycerine (propane triol)

Glycerine $C_3H_5(OH)_3$ is the simplest trihydric alcohol, also known as glycerol. The IUPAC name of glycerine is 1, 2, 3-propanetriol. Glycerine is used as a moisturizing substance in tobacco, shaving and toilet soaps, cosmetics and lotions, and in the manufacture of plastics, cellophane, water colours, printing-press ink, ointment, antifreeze and dynamite.



Propane triol structure



Glycerine molecular structure



Glycerine as medical



Toilet soaps



Yellow thin polythene plastic bag

Keep in mind

Nowadays hundreds of alcohols are known. However, when the word alcohol is used, many people connect it only with

ethyl alcohol.

Activity

Look at the picture below and tell where ethyl alcohol is used.



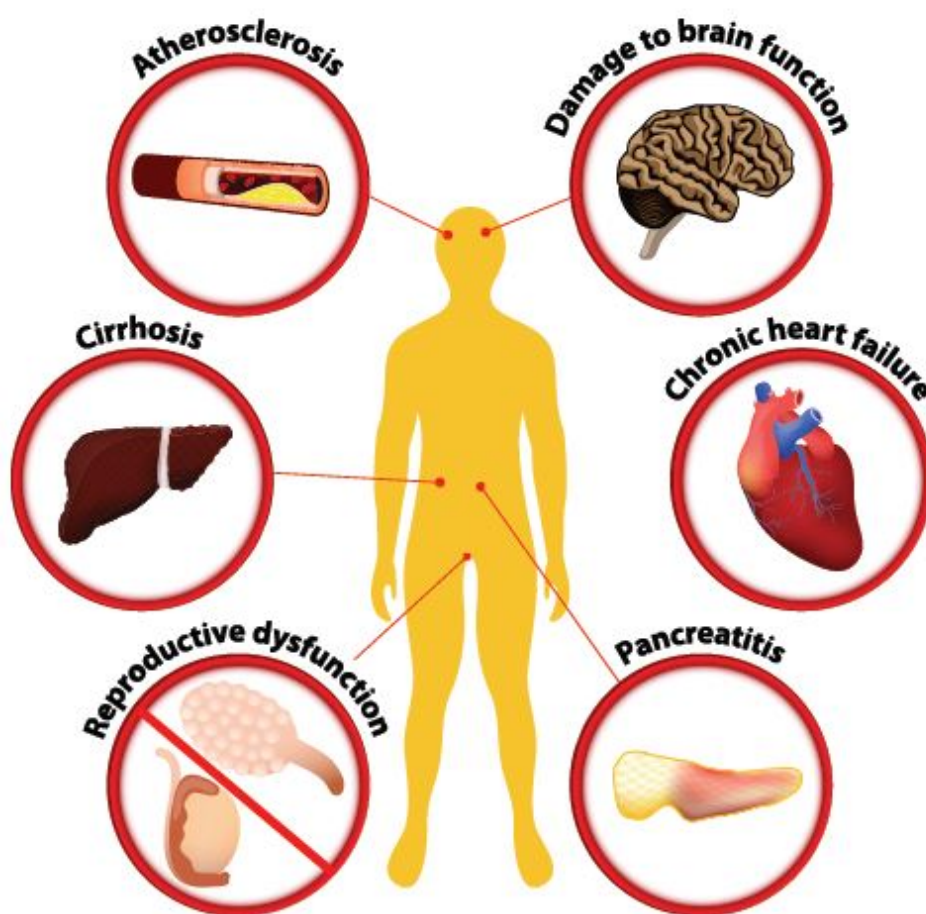
Activity

Name the following alcohols according to the IUPAC rules:

- $\text{CH}_3\text{-OH}$
- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$
- $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$.

Activity

Work in groups and make a small presentation based on a picture below:



Harmful effects of alcohol on the human body

Literacy

1. Which chemical elements are present in alcohol?

2. What are some physical and chemical properties of methyl alcohol?
3. What are some harmful effects of alcohol?
4. How many liters of CO₂ gas is produced by the combustion of 0.5 moles of ethyl alcohol with sufficient amount of oxygen gas?
5. When 4 kg sample of glucose is fermented, 1.84 kg of ethanol is obtained. What was the mass of pure glucose in the sample?
6. Write dehydration reaction for ethyl alcohol.

Terminology

- alcohols - спирттер / спирты;
- injection - ине салу / инъекция;
- ingestion - жұту / проглатывание;
- blindness - соқырлық / слепота;
- antifreeze - антифриз;
- miscible - араласатын / смешивающийся;
- tincture - дайындалған тұнба / настойка;
- perfumes - әтірлер / духи;
- fermentation - ашу / ферментация.

13.2 CARBOXYLIC ACIDS

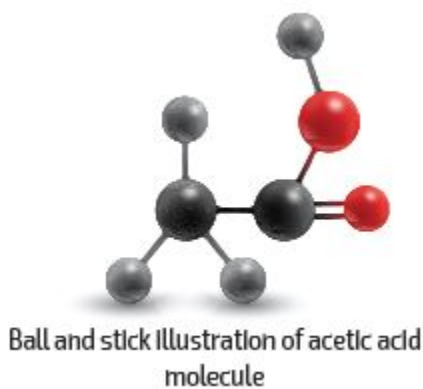
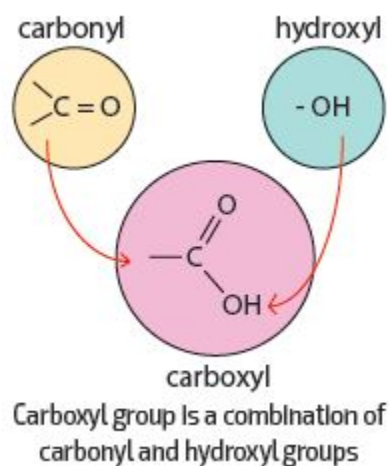
Why vinegar is healthy for washing fruits and vegetables?

You will:

- know the composition of carboxylic acids;
- know chemical properties of acetic acid and its uses.

Composition of carboxylic acids

The group that is formed by the combination of a carbonyl and hydroxyl - OH group is called the carboxyl group -COOH. Compounds that contain the carboxyl group are called carboxylic acids. Most organic acids found in fruits and vegetables are carboxylic acids. Carboxylic acids can be represented by R-COOH. The R- group can be aliphatic or aromatic.



Acetic acid and its properties

Acetic acid CH_3COOH is an important carboxylic acid. It has the characteristic sharp odour and taste of vinegar. Vinegar is 4-8% aqueous solution of acetic acid. Actually, the name acetic acid comes from “acetum” meaning vinegar in Latin. Another name for CH_3COOH is an ethanoic acid. Pure acetic acid is a colourless, crystalline compound that melts at 16.7°C and it boils at 118°C . Acetic acid shows all the general properties of carboxylic acids. It reacts with metals to produce hydrogen gas and acetate salts. CH_3COOH also can be neutralized by the reaction of it with bases and basic salts.

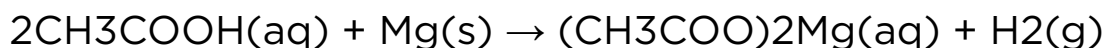


Apple vinegar and fresh apple

Chemical properties of acetic acid

1. Reaction with active metals

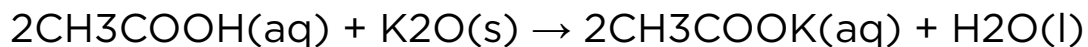
The reaction of acetic acid with active metals produces hydrogen gas and salt.



The salts of acetic acid are called *acetates* (CH_3COO^-).

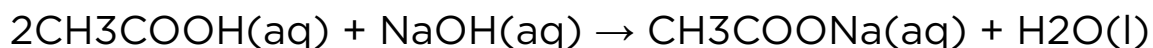
2. Reaction with basic oxides

As an inorganic acid acetic acid reacts with basic oxides to form salt (potassium acetate) and water:



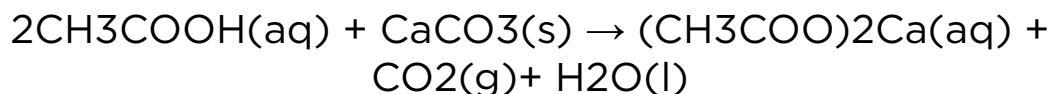
3. Reaction with bases

It reacts with bases to produce salt (sodium acetate) and water:

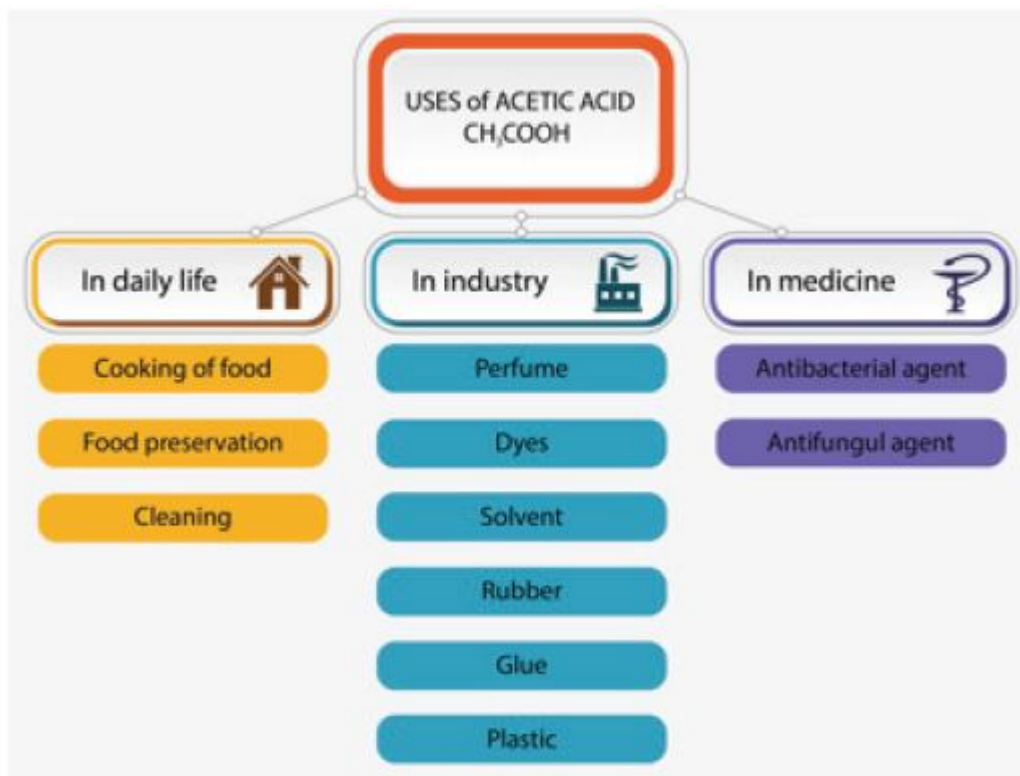


4. Reaction with carbonates

Ethanoic acid reacts with carbonates to produce salt, carbon dioxide, and water:



Acetic acid reacts with egg shell (CaCO_3) to produce CO_2



Laboratory work

№16. Properties of acetic acid

Materials:

1 M acetic acid solution, 1 M sodium carbonate solution, 1 M sodium hydroxide solution, Mg ribbons, beakers, test tube, pipettes.

Procedure:

1. Pour 30 ml of acetic solution into the beaker.
2. Add a few drops of methyl orange (or litmus) indicator to a solution of CH₃COOH.

3. Using a pipette add drop by drop solution of sodium carbonate to acetic acid solution. Observe changes.
4. Repeat the experiment by adding of sodium hydroxide solution.
5. Pour 2-4 ml of acetic acid solution into the beaker.
6. Add a small piece of magnesium ribbon to the solution of acetic acid. Observe changes. Try to confirm the identity of the gas given off.

Safety: Wear eye protection.

Observation & questions:

1. Write chemical equations for the reactions conducted in a lab work.
 - a)
 - b).....
 - c)
2. Explain colour changes, gas formations, metal dissolution.

Facts

Сірке қышқылы өткір иісті зат болғандықтан әлсіздік, талып қалу жағдайында мүсәтір спиртiнiң орнына қолданылады.

Literacy

1. Look at the picture of ball and stick illustration of acetic acid above. Explain and show atoms of carbon, hydrogen and oxygen.
2. Find mass percentages of all elements in butyric acid C_3H_7COOH .
3. How many milliliters of water and 70% solution of acetic acid are needed to get 1400 ml of 4% vinegar? Assume that the density of all solutions is equal to 1 g/ml.
4. What is the mass of calcium acetate produced from reaction of 8 g Ca with excess amount of acetic acid?

Terminology

- acetic acid - сірке қышқылы / уксусная кислота;
- vinegar - сірке суы / уксус;
- preservation - консервілеу / консервирование;
- antifungal - зеңге қарсы / противогрибковый;
- to prevent - алдын алу / предотвратить;
- fainting - талу / обморок;
- consciousness - ес / сознание;
- pipette - тамшуыр / пипетка.

13.3 ESTERS AND FATS

As you know bears hibernate during the winter. How bears can survive whole winter without food?

You will:

- explain features of esters and fats;
- learn functions of fats.

Esters

Esters are derivatives of carboxylic acids formed by replacing the hydroxyl (the -OH) group by an alkoxy (the -OR) group. They can be defined as alkyl salts of carboxylic acids and are represented by the general formula RCOOR' .

Esters are among the most widespread of all naturally occurring compounds. Many simple esters are pleasant-smelling liquids

that are responsible for the fragrant odours of fruits and flowers. They are obtained from natural sources such as plants, flowers, and fruits and are what give them their pleasant smells. So, for example, the smells of mint and thyme are due to esters in their structures.

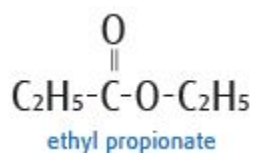
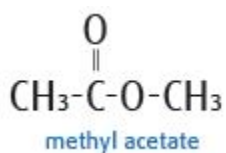
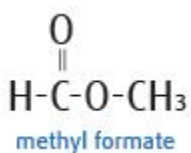
Natural fruit aromas are mixtures of certain organic compounds and esters. Synthetic aromas prepared in laboratories are simple mixtures of these same esters and organic compounds. They are used in perfumes, foods, and drinks to give taste and pleasant smells. Ethyl acetate, for example, is a colourless liquid with an apple flavor; it is

known as apple ester and is used in perfumery as a fruit essence. Propyl acetate has the smell of pears, isopentyl acetate that of bananas and ethyl butyrate smells of pineapples. All are colourless liquids. Higher molar mass esters are odourless.









Nomenclature of esters

The nomenclature of esters is similar to the nomenclature of the carboxylic acid salts. The alkyl group bonded to the oxygen atom is named first, then the -ic acid ending of the corresponding carboxylic acid is changed to -oate.



Some members of esters

Name	Structure	Odour
Isobutyl formate	$\text{HCOOCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	Raspberry 
Ethyl acetate	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	Apple 

Propyl acetate	$\text{CH}_3\text{COOC}_3\text{H}_7$	Pear 
Ethyl butyrate	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOC}_2\text{H}_5$	Pineapple 
Isopentyl acetate	$\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$	Banana 
Pentyl butyrate	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOC}_5\text{H}_9$	Apricot 



Sunflower oil in bottle

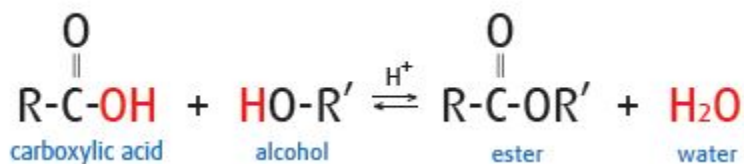


Isoamyl acetate gives pears their pleasant smell



The smell of pineapple is due to butyl butanoate in its structure

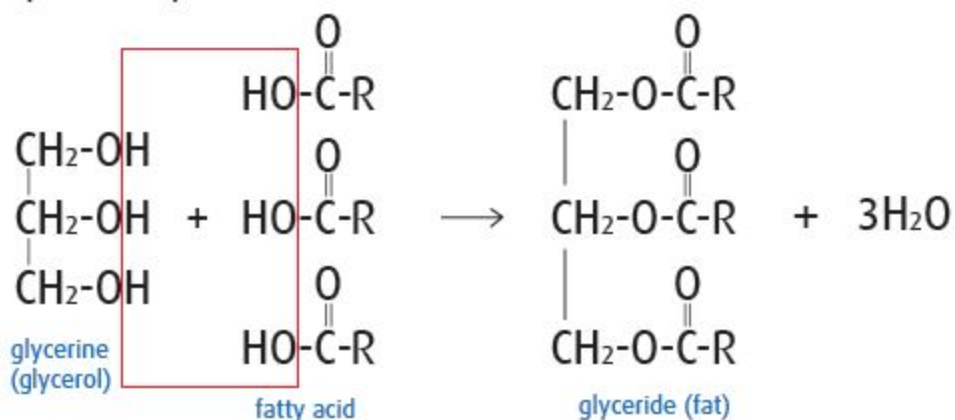
The reaction between an acid and a base is called neutralization and the products are salt and water. The parallel reaction between a carboxylic acid and an alcohol is called esterification and the products are an ester and water.



Fats

Fats are esters of fatty acids and glycerine. They are also known as triglycerides. Fatty acids are long, straight-chained carboxylic acids and glycerine is a trialcohol. Fats are formed

by replacing the hydrogen atoms in the hydroxyl groups of glycerine with acyl groups of fatty acids.

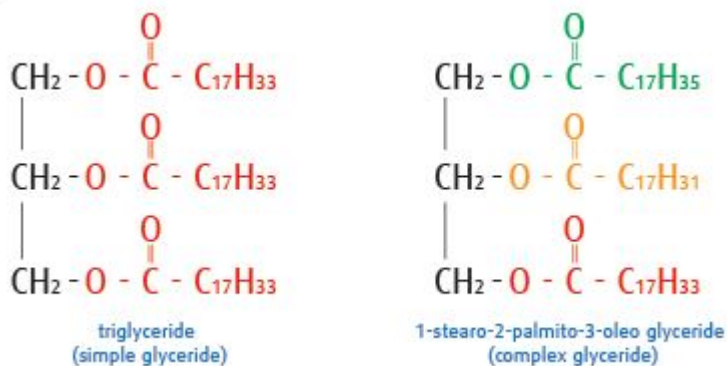


Healthy fats



Corn, a important source of oil

If the connecting fatty acids to glycerine are, all the same, the glyceride known as simple, if the acids are different, it is known as a complex.



Classification of fats

Vegetable fats:

These are largely stored in the seeds of vegetables. Olive, corn, cotton, sunflower, soybean, sesame, peanut, hazelnut, dates, almonds and coconuts are the main sources of vegetable oils.

Animal fats:

Sheep, cow, and fish are the main source of animal fats. Suet and fish oil are the most common animal fats. They may be either solid or liquid, the same as vegetable fats. If the fatty acids that form the fats and oils are unsaturated, the fats tend to be liquids. Liquid oils are unsaturated, numbers of double bonds in the fatty acids decreases the freezing point of the fat or oil.

Literacy

1. Write the molecular formula of the esters produced by the acids and alcohols given below:

- ethyl alcohol and acetic acid
- ethyl alcohol and formic acid
- methyl alcohol and acetic acid

2. How to prepare an ester in the lab using alcohols and carboxylic acids?
3. Why are oil and water immiscible?
4. What are the natural sources of oils?
5. What are the factors affecting the physical states of fats?
6. What are the differences between wax, fat, butter and olive oil?

Facts

Fats play an important role in nutrition. Occurring naturally in foods; fats and oils are a concentrated form of energy for the body. As well as storing energy in the body, fats are used to insulate body tissues and help transport fat-soluble vitamins throughout the blood.

Terminology

- esters - күрделі эфирлер / сложные эфиры;
- fats - майлар / жиры;
- to hibernate - аңдардың қысқы ұйқыға кетуі / впадать в зимнюю спячку;
- widespread - кең таралған / широко распространен;
- pleasant smell - жағымды иіс / приятный запах;
- fragrant - ароматты / ароматный;
- raspberry - таңқурай / малина;
- esterification - эфирлену / этерификация;
- fatty acids - май қышқылдары / жирные кислоты.

13.4 AMINOACIDS. PROTEINS

Why do diabetics use insulin?

You will:

- explain formation of peptide bonds;
- investigate denaturation reaction of proteins;
- explain biological role and functions of proteins.

Aminoacids

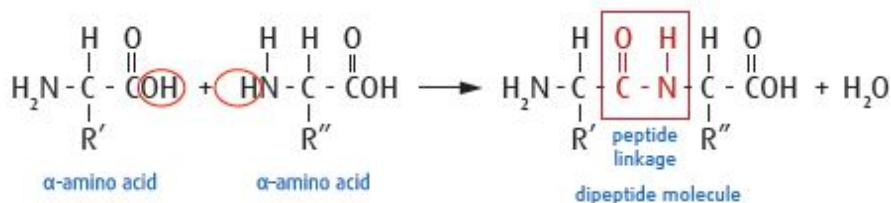
Amino acids contain both amino ($-NH_2$) and carboxyl ($-COOH$) groups in their structure. Aminoacids are the basic building blocks of proteins, which are the basis of living organisms. There are over 700 naturally occurring amino acids. The amino group in amino acids obtained from the proteins of plants and animals is in the position with respect to the carboxyl group.

Because of the existence of both (the $-NH_2$) and (the $-COOH$) groups, aminoacids display amphoteric properties (i.e., have both acidic and basic properties). The first member of aminoacid is glycine (aminoethanoic acid).

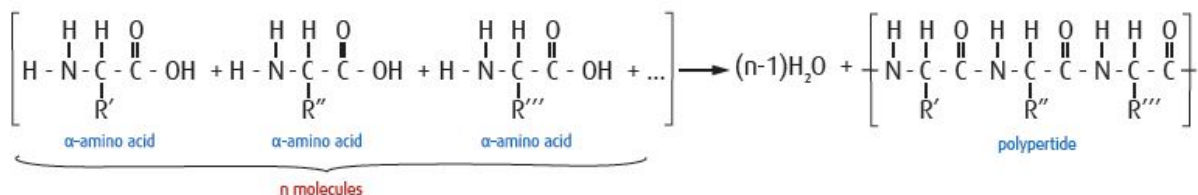
Peptide formation and proteins

Proteins are the largest and most complicated molecules that exist in the cells of living organisms. Proteins are polymers that are formed by many hundreds or even thousands of amino acid units. These units are bonded together by a peptide linkage.

Peptides are amides formed by the reaction of amino groups with the carboxyl groups of amino acids. According to the number of amino acid units they are made up from, they are known as dipeptides, tripeptides or polypeptides.

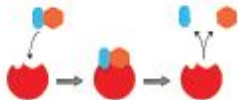


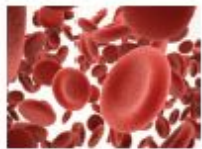






If the number of amino acids forming peptide bonds is “n”, (n-1) molecules of water are produced in the peptide formation.



If the number of amino acids forming polypeptide bonds is more than 12.000, the polypeptides are called proteins. Although proteins contain only 20 kinds of amino acids, they can be arranged in many different sequences. Consequently, a small number of amino acids may form many different types of proteins. Proteins are used for repairing degenerated tissue in living organisms.

Functions of proteins

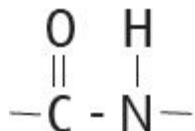
Classification	Function	
Enzymatic proteins	Selective acceleration of chemical reactions	
Defensive proteins	Protection against disease	
Storage proteins	Storage of aminoacids	
Transport proteins	Transport of substances	
Hormonal proteins	Coordination of an organism's activities	
Receptor proteins	Response of cell to chemical stimuli	
Contractile and motor proteins	Movement	
Structural proteins	Support	



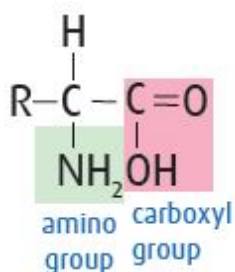
Foods high in proteins

Keep in mind

Amino acids are linked by peptide bonds. These bonds are formed by a dehydration synthesis reaction between the carboxyl group of the first amino acid and the amino group of the second amino acid.

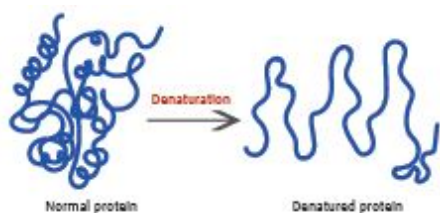


An amino acid molecule contains both the amino and carboxyl group.



Facts

Температура мен түрлі химиялық әсер етулер ақуыздың денатурациясына әкеп соғады, құрылысы өзгеруі әсерінен ақуыздардың белсенділігі де өзгереді.



Laboratory work

№22. Denaturation of protein

Materials:

burner, ring stand, stirring rod, 4 raw eggs, 4 test tubes, 95% ethanol, 1% $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ solution, lemon juice, sodium chloride NaCl

Procedure:

1. Place 100 mL of water in a 250 mL beaker, place on a ring stand and heat to boiling.
2. Label 4 test tubes #1-4.
3. Separate 2 eggs, placing the egg white in a test tube until half filled.
4. Place test tube #1 in the boiling water and allow to “cook” till egg turns white.
5. Add lemon juice to test tube #2 and stir.
6. Add 95% ethanol to test tube #3 and stir.
7. Add 1% $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ solution to test tube #4.
8. Record observations on the table below.

Data table:

Test tube	Added	Observation
1	Heat	
2	Lemon juice	
3	95% ethanol	
4	1% $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ solution	

Conclusion and questions:

1. What common result occurred in all experimental tubes? Why?
2. Why are heat and alcohol used to disinfect medical equipment?

Literacy

1. Explain why amino acids are generally amphoteric compounds.
2. Explain how peptide bonds are formed.
3. What is the difference between an amino acid and a protein?
4. What is the molecular weight of the dipeptide obtained from an amino acid of which 0.1 mole has a mass of 75 grams?
5. How many water molecules are formed when 100 amino acid molecules are bonded together by peptide bonds?
6. What is the importance of proteins in daily life?

Terminology

- amino acid - аминқышқылы / аминокислота;
- protein - нәруыз / белок;
- peptide - пептид;
- cell - жасуша / клетка;
- denaturation - денатурация;
- storage - сақтау орны / место хранения;
- enzyme - фермент;
- receptor - рецептор;
- helix - спираль.

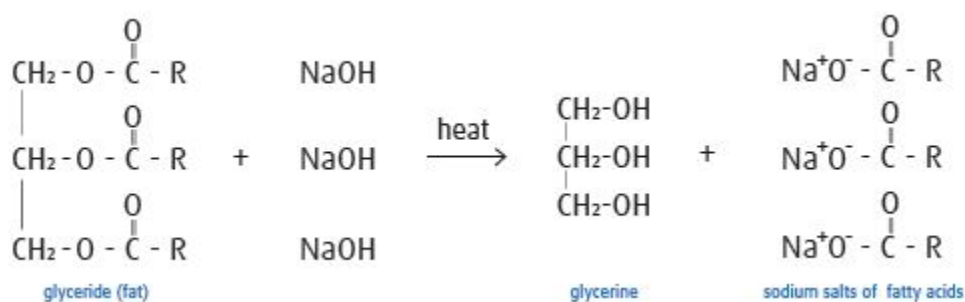
13.5 SOAP AND SYNTHETIC DETERGENTS

Why frequent use of soap can lead to negative effects?

You will:

- know preparation of soap and its uses;
- explain the effects of synthetic detergents on the environment.

Hydrolysis of glycerides (fats) in a basic medium produces glycerol (glycerine) and a mixture of salts of long-chained carboxylic acids (fatty acids).

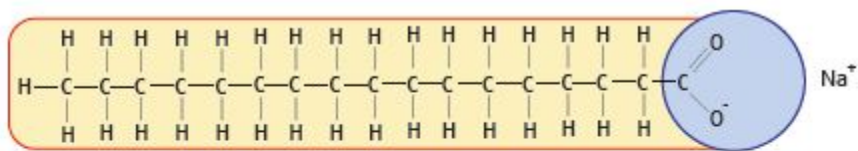


Fats, when heated with a solution of NaOH or KOH are hydrolyzed. After the hydrolysis, glycerine and long chained carboxylic acids salts are left, this mixture is soap and the process is called saponification. Soaps are basic salts which are formed by weak fatty acids and strong bases. For this reason, soap solutions show basic properties. Saponification is the reverse process of esterification. When NaOH is used in

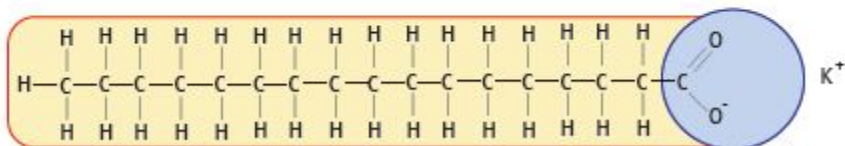
the saponification process, a solid soap is produced but when KOH is used, a molten soft soap is produced.



Handmade soaps



C17H35COONa Sodium stearate

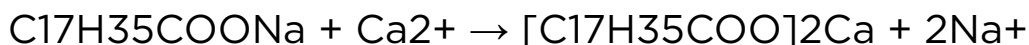


C17H35COOK Potassium stearate

Water soluble stains on the surface of clothes can easily be cleaned using water. If our hands get covered in salt, for example, it is enough to wash them with plenty of water. However, water isn't so effective at getting rid of oily stains. Most dirt particles (on the surface of clothes, on the skin etc.) become surrounded by a layer of oil or fat. Water molecules alone are unable to get rid of this type of dirt because they

cannot penetrate the oily layer. Soap must be used to disperse this type of dirt.

Soap has been used by humankind for some 2,000 years. Historical records describe its manufacture in the first century and document a soap factory in Pompeii. Prior to this time, clothes were cleaned by rubbing them on rocks in the water, or by forming soapy lathers from the roots, bark, and leaves of certain plants. These plants produced natural materials called saponins, which act in much the same way as modern-day soaps. Soaps, however, have their disadvantages, foremost among the fact that they form water-insoluble salts when used in water containing Ca^{2+} , Mg^{2+} , or Fe^{3+} ions (hard water):



This water-insoluble calcium, magnesium, and iron salts of fatty acids create problems, including rings around the bathtub, films that spoil the luster of hair, and grayness and roughness that build upon textiles after repeated washings.

Synthetic detergents

Detergents are artificial soaps. Their structure is similar to soaps; any molecule having nonpolar and polar sections similar to those in soap molecules may disperse oily stains on clothes, hence detergents too have a hydrophobic and hydrophilic end. Detergents in which the hydrophilic group is an anion are called anionic detergents. The most common of these are the alkyl benzene sulfonates (ABS) and alkyl sulfates.

Synthetic detergents are more active cleaners than soaps. They don't form precipitates with Ca^{2+} and Mg^{2+} ions in

hard water and are therefore more effective cleaners in hard water than soaps.



Liquid detergent



Washing powder

Keep in mind

Soaps are salts of carboxylic acids that have many carbon atoms in a long hydrocarbon chain.

Facts

Синтетикалық жуғыш заттар табиғатта микроорганизмдер арқылы ыдырамайды, сол себепті, олар өзендерге, көлдерге, жер асты суларына түскенде табиғатты ластап, экологиялық проблемелар тудырады.



Activity

You can visit local water sources and observe if the river / lake / tank / pond are unpolluted / slightly polluted / moderately polluted or severely polluted by looking at water or by checking pH of water. Document the name of the river and the nearby urban or industrial site from where the pollution is generated. Inform about this to Pollution Control Board's office set up by Government to measure pollution levels. Ensure that appropriate action is taken. You can write to the press also. Do not dump waste into a household or industrial drain which can enter directly into any water body, like, river, pond, stream or lake. Use compost instead of chemical fertilizers in gardens. Avoid using pesticides like DDT, malathion etc.

Literacy

1. Explain how to make soaps.
2. What colour does soap solution change to when adding indicator? Why does soap have a pH above 7?
3. Why is detergent more effective in hard water than soaps?
4. What are the advantages of soap over detergents?

5. Which brand of soap and detergents do you use in daily life?

Terminology

- soap - сабын / мыло;
- detergent - жуғыш заттар / моющее средство;
- saponification - сабындану / омыление;
- hydrophobic - гидрофобты (“судан қорқатын”) / гидрофобный;
- hydrophilic - гидрофилді (“суды жақсы көретін”) / гидрофильный.

13.6 CARBOHYDRATES

Honey is generally composed of carbohydrates. Why does honey not spoil for centuries?

You will:

- know classification of carbohydrates;
- know biological role of carbohydrates and their functions.

Glucose

Glucose $C_6H_{12}O_6$ is a well-known monosaccharide. It is the energy source of living organisms, stored in liver and muscles, found in grape and honey. Glucose is white crystalline, soluble in water, and the sweet substance.



Glucose, one of the most important members of monosaccharides, is found in grapes



Honey is an important source of glucose



Refined sugar

Sucrose (sugar)

Sucrose $C_{12}H_{22}O_{11}$ is formed by linking of one molecule of glucose to a fructose molecule. It occurs widely in plants and is particularly abundant in sugar cane and sugar beet from which it is extracted and refined for use as table sugar.



Sugar candies



Sugar is produced from sugar beets

Starch

Starch ($C_6H_{10}O_5$)_n is the most important polysaccharide and is formed by combining glucose molecules with a glycosidic linkage. Corn, potatoes, rice and the roots of plants and seeds are the main sources of starch. Starch is an essential nutritional resource.



Potato starch



Starch is an essential food for humans.
Bread is composed of 50–75% starch



Round bundles of dry grass in the field

Cellulose

Cellulose ($C_6H_{10}O_5$)_n is the most abundant organic substance in nature. The walls of plant cells are made of cellulose. The main cellulose sources in nature are wood, grass, hay, cotton, linen, and hemp.



Cellulose is the main component of wood and its derivatives. 60–70% of wood is cellulose.



Cotton balls on the plant

Literacy

1. What products are formed when glucose is completely burnt?
2. Which materials in your house contain carbohydrates?
Research.
3. What is the primary product of the photosynthesis process?
4. What are the most important polysaccharides in nature?
5. A sugar contains 42.1% C, 6.433% H and 51.462% O by mass. What is the molecular formula of this compound?
6. Write the names and formulae of all isomers of the sugar with the general formula $C_6H_{12}O_6$.

Terminology

- carbohydrate - көмірсу / углевод;
- monosaccharide - моносахарид / моносахарид;
- glucose - глюкоза / глюкоза;
- sucrose - сахароза / сахароза;
- sugar beets - қант қызылшасы / сахарная свекла;
- starch - крахмал / крахмал;
- cellulose - целлюлоза / целлюлоза.

Problems: Oxygen and nitrogen containing organic compounds

ALCOHOLS

1. Draw structures for the following compounds:

- 2-pentanol
- 3-methyl-2-butanol
- 2-chloroethanol
- isopropyl alcohol
- 2,2-dimethyl pentanol

2. Write down the possible isomers of the alcohols that have the molecular formula, $C_5H_{11}OH$.

3. Which alcohol and how many grams are produced by the hydration of 9.6 g of 2-butene?

4. How many liters of hydrogen gas at STP react with carbon monoxide to obtain 1.6 g of methyl alcohol?

5. When a 12 g sample of alcohol is reacted with metallic sodium, 2.24 L of hydrogen at STP are liberated. What is the molecular weight of the alcohol?

CARBOXYLIC ACIDS. ESTERS

1. Write equations for the reactions of formic acid with the following reagents:

- NaOH, CH₃OH, Na

2. A compound X has all of the properties below.

- It is a liquid at 25°C.
- It mixes completely with water.
- It reacts with aqueous sodium hydroxide.

What could X be?

A. acetic acid B. ethyl alcohol C. ethane D. ethyl acetate

3. Which compound is a product of the hydrolysis of CH₃COOC₃H₇ by boiling aqueous sodium hydroxide?

A. CH₃OH B. C₃H₇OH C. C₃H₇COOH D. C₃H₇COO⁻Na⁺

4. Fats and grease that build up on pans used in cooking are esters. Pans which are dirty from fats or grease may be cleaned by

heating them with a reagent that will react with the ester group. What may be used to clean such pans by this reaction?

1 vinegar - aqueous ethanoic acid, CH₃COOH

2 alcohol - ethanol, C₂H₅OH

3 baking powder - sodium hydrogencarbonate, NaHCO₃

A. 1,2,3 B. 1,2 C. 2,3 D. 3 only

5. The ester CH₃CH₂CH₂COOCH₃ is responsible for the aroma of apples. When this ester is hydrolysed by acid in the stomach, what is the empirical formula of the organic acid produced?

A. $C_4H_8O_2$ B. C_2H_4O C. $C_2H_4O_2$ D. $C_3H_7O_2$

CARBOHYDRATES

1. Starch is a

A. simple sugar B. monosaccharide C. cellulose D. polymer

2. Glucose is a (an)

A. polysaccharide B. amino acid C. part of cellulose D. 5-carbon sugar

3. Which of the following might be called “animal starch?”

A. glucose B. plant starch C. glycogen D. cellulose

4. Carbohydrates are produced in the green leaves of plants by the process of

A. photosynthesis B. metabolism C. hydrolysis D. respiration

5. Which one of the following does not contain cellulose?

A. cell wall of plant cell B. wood C. cotton D. stone

LIPIDS. AMINOACIDS

1. How do saturated and unsaturated fatty acids differ in molecular structure?

2. Explain why amino acids are generally amphoteric compounds.

ANSWERS

Chapter 1

1) a) F

b) F

c) T

d) T

e) T

2) a) weak

b) nonelectrolyte

c) weak

d) strong

e) nonelectrolyte

f) strong

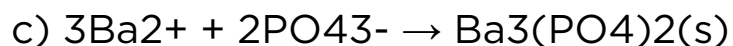
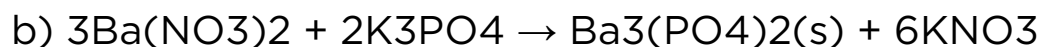
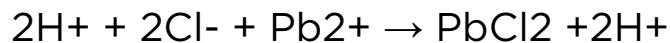
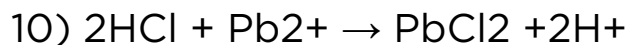
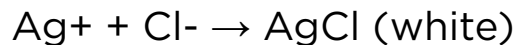
g) strong

3) conductivity of electricity

5) 25%

8) $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{white})$

9) $3\text{Ag}^{+} + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4(\text{yellow})$



12) a) basic,

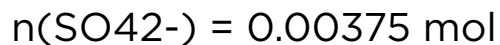
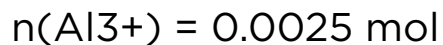
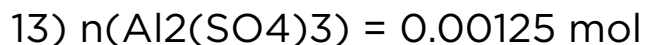
b) acidic,

c) acidic,

d) acidic,

e) neutral,

f) basic



14) solubility in water

15) add AgNO_3 solution

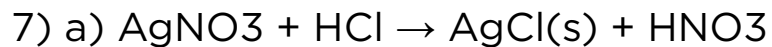
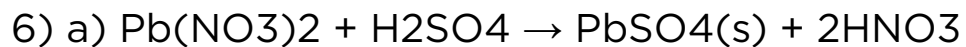
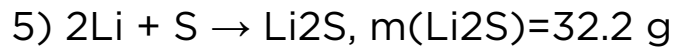
16) 1) gives p-pt,

2) no reaction,

- 3) gives p-pt,
- 4) no reaction,
- 5) gives p-pt,
- 6) no reaction

Chapter 2

- 1) a) 2.2 mol H₂,
- b) Fe
- c) 0.1 mol HCl
- 2) a) 0.64 mol KCl,
- b) KOH,
- c) 0.24 mol CuCl₂
- 3) CH₄ + 2O₂ → CO₂ + H₂O
- a) CH₄,
- b) 0.8 mol CO₂,
- c) 1.6 mol H₂O,
- d) 12.8 g O₂
- 4) 2Ca + O₂ → 2CaO
- m(CaO)=33.6 g,
- m(Ca)=8 g (excess)



10) Adding Ba^{2+} salts

12) E

Chapter 3

1) a) 2-, b) 2, c) 2, d) 1

2) II, V, I, IV, III

3) II, III

4) II

5) B

6) C

Chapter 4

6) a) irrev.,

b) rev.,

c) irrev.,

d) irrev.,

e) rever.,

f) rever.

8) a) yes, b) no, c) yes

9) to right, to left, to left, to right

10) to right, to left, to left

12) to left, to right

Chapter 5

1) Ca - reduc.agent - oxidized

O₂ - oxid.agent - reduced

3) +3, +7, +2, +7, +6

4) C - oxidized, HNO₃ - reduced

7) -2, +6, +2

8) 25

9) N₂O

10) D, E

11) A

12) E

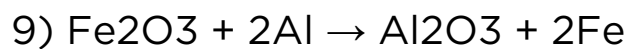
13) a) $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} \rightarrow 2\text{FeCl}_2 + \text{I}_2 + 2\text{KCl}$

b) $\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO} + \text{SO}_2$

c) $2\text{KMnO}_4 + 10\text{FeSO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$

d) $4\text{FeS} + 7\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2$

Chapter 6



12) 120 g

13) 75%

14) 1.12 L

15) 6.72 L H_2

16) 63.75%

Chapter 7

11) a) Na, Li, K, b) Cs, c) Fr

12) a) Be, b) Ra, c) Be, d) Mg,

e) Mg, f) Ca

14) 37.33 L H_2

15) 2.43 g H_2

Chapter 8

1) KBrO_3

2) 33.9 g FeF_3

3) 21.3 g Cl_2

4) 15.68 L H_2

5) 8.96 L F_2

6) 1.2 g HF

7) 79.875 g Cl₂

8) 87.46% H₂SO₄

9) 750 g MgSO₄, 94.8%

10) 246 g P₄S₇

11) 92.9% H₃PO₄

14) NaCl + H₂SO₄ → HCl + NaHSO₄

Cl₂ + 2NaI → 2NaCl + I₂

Chapter 9

3) 2NO₂ + H₂O → HNO₂ + HNO₃

5) n(HNO₃)=0.375 mol

6) n(NO₂)= 3 mol

7) m(Ca(NO₃)₂)=35 g, 75 g HNO₃ excess

8) b) 0.794 ml HNO₃ ,

c) 0.397 mol Fe(NO₃)₂,

d) 71.43 g Fe(NO₃)₂

e) 0.397 mol Fe(OH)₂,

f) 35.73 g Fe(OH)₂

12) N(SiO₂)=9.45x10²⁴ molecules

13) b) Cl_2 gas,

c) 6.465 g SiCl_4

d) 2.135 g Si (excess)

14) $w(\text{Na}_2\text{SiO}_3)=0.85\%$

16) 120 g H_2SiF_6

Chapter 11

2) 3-methylhexane

2,4-dimethylheptane

2,2-dimethylpropane

4,6-dimethyl,5-ethyl-octane

4) 3,3-dimethylhexane

7) $\text{C}_{14}\text{H}_{10}$

8) $\text{C}_4\text{H}_5\text{N}_2\text{O}$

9) $\text{C}_7\text{H}_5\text{NO}_3\text{S}$

10) $\text{C}_{21}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}_2$ ($\text{C}_{10}\text{H}_{11}\text{NO}$)

Chapter 12

Alkanes

1) 58

2) 10, 16

3) C₄H₁₀

4) C₅H₁₂

5) C₃H₈

Alkenes

1) ethylene

2) C₃H₆

3) 15.68 L H₂

4) 3.2 g CH₄

Alkynes

1) product - C₂H₂Cl₂

product - C₄H₁₀

product - C₄H₈Cl₂

3) CaC₂ + 2H₂O → Ca(OH)₂ + C₂H₂

C₂H₂ + H₂ → C₂H₄

C₂H₄ + 3O₂ → CO₂ + 2H₂O

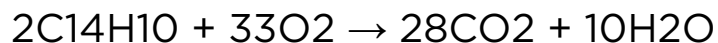
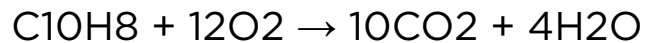
4) C₃H₄

5) C₄H₆

Aromatic hydrocarbons

1) 2C₆H₆ + 15O₂ → 12CO₂ + 6H₂O

C₇H₈ + 9O₂ → 7CO₂ + 4H₂O



3) 194.88 L H₂

4) 20 g C₆H₆

Hydrocarbon fuels. Oil and gas

3) $c=1.74$ (J/(g*K))

$c=2.05$ (J/(g*K))

Chapter 13

Alcohols

3) 12.7 g butanol

4) 2.24 L H₂

5) $M_r=60$ g/mol

Carboxylic acids

2) A

3) D

4) D

5) A

Carbohydrates

1) D

2) C

3) C

4) A

5) D

Lipids. Aminoacids

4) 89 water molecules

GLOSSARY

A

Acid rain – rain that contains a high concentration of pollutants, chiefly sulfur dioxide and nitrogen oxide, released into the atmosphere by

the burning of fossil fuels such as coal or oil.

Acids – 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.

Activation energy – the energy, in excess of the ground state, which must be added to an atomic or molecular system to allow a particular process to take place.

Alkali metals - elements of group 1 in the Periodic table.

Alkaline earth metals – the heaviest members of group 2 in the Periodic table: lithium, sodium, potassium, rubidium, cesium, and francium.

Alkalis – any of various bases, the hydroxides of the alkali metals and of ammonium that neutralize acids to form salts and turn red litmus paper blue.

Ammonium – the univalent ion, NH_4^+ , or group, which plays the part of the metal in the salt formed when ammonia reacts with an acid.

Anion – an ion that is negatively charged.

Antacid – any substance that counteracts or neutralizes acidity.

Apatite – a common mineral, calcium fluorophosphate, $\text{Ca}_5\text{FP}_3\text{O}_{12}$, occurring in individual crystals and masses and varying in colour, formerly used in the manufacture of phosphate fertilizers.

B

Bases – compounds that react with a protonic acid to give water (and salt).

Biofuel – a gaseous, liquid, or solid substance of biological origin that is used as a fuel.

C

Carbohydrate – any of a class of organic compounds that are polyhydroxy aldehydes or polyhydroxy ketones, or change to such substances on simple chemical transformations, as hydrolysis, oxidation, or reduction, and that form the supporting tissues of plants and are essential food for animals and people.

Cast iron – an alloy of iron, carbon, and other elements, cast as a soft and strong, or as a hard and brittle, iron, depending on the mixture and methods of molding.

Catalyst – a substance that alters the velocity of a chemical reaction and may be recovered essentially unaltered in form and amount at the end of the reaction.

Cation – a positively charged atom or group of atom.

Cement – any of various calcined mixtures of clay and limestone, usually mixed with water and sand, gravel, etc., to

form concrete that is used as a building material.

Chemical equilibrium – a condition in which a chemical reaction is occurring at equal rates in its forward and reverse directions so that the concentrations of the reacting substances do not change with time. Also known as equilibrium.

Chlorophyll – the green colouring matter of leaves and plants, essential to the production of carbohydrates by photosynthesis, and occurring in a bluish-black form, $C_{55}H_{72}MgN_4O_5$ (chlorophyll a) and a dark-green form, $C_{55}H_{70}MgN_4O_6$ (chlorophyll b).

Collision – the meeting of particles or of bodies in which each exerts a force upon the other, causing the exchange of energy or momentum.

Concentration – in solutions, the mass, volume, or number of moles of solute present in proportion to the amount of solvent or total solution.

Condensation – transformation from a gas to a liquid.

Corrosion – oxidation of a metal in the presence of air and moisture.

Crystal lattice – the regular array of points about which the atoms, ions, or molecules are composing a crystal are centered.

D

Dehydration – removal of water from any substance.

Denaturation – to treat (a protein or the like) by chemical or physical means to alter its original state.

Detergents – an organic compound or compounds composed of molecules containing both hydrophilic (polar) and hydrophobic (nonpolar) portions.

Dissociation – separation of a molecule into two or more fragments (atoms, ions, radicals) by collision with a second body or by the absorption of electromagnetic radiation.

Dissolution – dissolving of a material.

Double displacement reaction – a chemical reaction between compounds in which the elements in the reactants recombine to form two different compounds.

E

Electrolyte – a chemical compound, which when molten or dissolved in certain solvents, usually water, will conduct an electric current.

Electronegativity – about an atom or group of atoms that has a relatively great tendency to attract electrons to itself.

Empirical formula – a chemical formula that indicates the composition of a compound regarding the relative numbers and kinds of atoms in the simplest ratio.

Enzymes – any of various proteins, as pepsin, originating from living cells and capable of producing certain chemical changes in organic substances by catalytic action, like indigestion.

Esterification – a chemical reaction whereby esters are formed.

Explosion – a chemical reaction or change of state which is effected in an exceedingly short space of time with the

generation of high temperature and a large quantity of gas.

Explosive – an explosive agent or substance, as dynamite.

F

Fats – any of several white or yellowish greasy substances, forming the chief part of adipose tissue of animals and also occurring in plants, that when pure are colourless, odourless, and tasteless and are either solid or liquid esters of glycerol with fatty acids.

Fermentation – a change brought about by a ferment, as yeast enzymes, which convert grape sugar into ethyl alcohol.

Fertilizer – a natural or chemical substance that is spread on the land or given to plants.

Flame test – a test for detecting the presence of certain metals in compounds by the colouration they give to a flame. Sodium, for example, turns a flame yellow.

Flotation – a process for separating the different minerals in a mass of powdered ore based on their tendency to sink in, or float on, a given liquid.

Functional groups – an atom or group of atoms, acting as a unit, that has replaced a hydrogen atom in a hydrocarbon molecule and whose presence imparts characteristic properties to this molecule; frequently represented as R-. Also known as functionality.

G

Gunpowder – an explosive mixture, as of potassium nitrate, sulfur, and charcoal, used in shells and cartridges, in fireworks, for blasting, etc.

Gypsum - a very common mineral, hydrated calcium sulfate, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, occurring in crystals and masses, soft enough to be scratched by the fingernail: used to make plaster of Paris, as an ornamental material, as a fertilizer, etc.

H

Haber process - a process for synthesizing ammonia from gaseous nitrogen and hydrogen under high pressure and temperature in the presence of a catalyst.

Halogen - any of the elements of the halogen family, consisting of fluorine, chlorine, bromine, iodine, and astatine.

Heavy metal - any metal with a specific gravity of 5.0 or greater, especially one that is toxic to organisms, like lead, mercury, copper, and cadmium.

Homeostasis - the tendency of a system, especially the physiological system of higher animals, to maintain internal stability, owing to the coordinated response of its parts to any situation or stimulus that would tend to disturb its normal condition or function.

Hydrolysis - in aqueous solutions of electrolytes, the reactions of cations with water to produce a weak base or of anions to produce a weak acid.

Hydronium ion - H_3O^+ an oxonium ion consisting of a proton combined with a molecule of water; found in pure water and all aqueous solutions.

Hydrophilic - having an affinity for, attracting, adsorbing, or absorbing water.

Hydrophobic - lacking an affinity for, repelling, or failing to adsorb or absorb water.

I

Inhibitor – a substance that decreases the rate of or stops completely a chemical reaction.

Isomer – one of two or more chemical substances having the same elementary percentage composition and molecular weight but differing in structure, and therefore in properties; there are many ways in which such structural differences occur.

K

King water – a fuming, highly corrosive, volatile liquid with a suffocating odour made by mixing 1 part concentrated nitric acid and three parts concentrated hydrochloric acid; reacts with all metals, including silver and gold.

L

Le Chatelier's principle – a law that states that if a system in physical or chemical equilibrium is subjected to a change in temperature, pressure or concentration, then the system will automatically alter itself so as to reduce the effects of the change. It can be shown that this law must be true if energy is neither created nor destroyed.

Limestone – a sedimentary rock consisting predominantly of calcium carbonate.

Limiting reagent – in a chemical reaction, the reagent that controls the quantity of product which can be formed.

M

Manufacture – the making of goods or wares by manual labor or by machinery, especially on a large scale.

Medium – an intervening substance, as air, through which a force acts or an effect is produced.

Metal – any of a class of elementary substances, as gold, silver, or copper, all of which are crystalline when solid and many of which are characterized by opacity, ductility, conductivity, and a unique luster when freshly fractured.

Metal alloy – a substance composed of two or more metals, or of a metal or metals with a nonmetal, intimately mixed, as by fusion or electrodeposition.

Metallic bond – the type of chemical bond that is present in all metals, and may be thought of as resulting from a sea of valence electrons which are free to move throughout the metal lattice.

Metallurgy – the technique or science of working or heating metals to give them certain desired shapes or properties.

Mineral – any of a class of substances occurring in nature, usually comprising inorganic substances.

N

Natural gas – a combustible mixture of gaseous hydrocarbons that accumulates in porous sedimentary rocks, especially those yielding petroleum, consisting usually of over 80 % methane together with minor amounts of ethane, propane, butane, nitrogen, and, sometimes, helium: used as a fuel and to make carbon black, acetylene, and synthesis gas.

Neutralization – the process of making a solution neutral by adding a base to an acid solution.

Nitrogen cycle – the natural circulation of nitrogen by living organisms.

Nutrients – any substances that plants or animals need to live and grow.

O

Olefin – C_nH_{2n} , a family of unsaturated, chemically active hydrocarbons with one carbon-carbon double bond; includes ethylene and propylene.

Ores (deposits) – rock or soil from which metal can be obtained.

Organic chemistry – the study of the structure, preparation, properties, and reactions of carbon compounds.

Oxidation – a chemical reaction in which a compound loses electrons that is in which the positive valence is increased.

Oxidation state – the number of electrons to be added (or subtracted) from an atom in a combined state to convert it to elemental form; also known as oxidation number.

Oxidizing agent (oxidizer) – a compound that gives up oxygen easily, removes hydrogen from another compound, or attracts negative electrons; also known as an oxidant.

P

Paraffin – one of the higher members of the alkane series, solid at ordinary temperatures, having a boiling point above $300^{\circ}C$, which largely constitutes the commercial form of this substance.

Peptide bond - a bond in which the carboxyl group of one amino acid is condensed with the amino group of another to form a -CO-NH linkage. Also known as peptide linkage.

Petroleum - an oily, thick, flammable, usually dark-coloured liquid.

pH scale - the symbol for the logarithm of the reciprocal of hydrogen ion concentration in gram atoms per liter.

Photosynthesis - the complex process by which carbon dioxide, water, and certain inorganic salts are converted into carbohydrates by green plants, algae, and certain bacteria, using energy from the sun and chlorophyll.

Polymer - a substance made of giant molecules formed by the union of simple molecules (monomers); for example polymerization of ethylene forms a polyethylene chain or condensation of phenol and formaldehyde (with a production of water) forms phenolformaldehyde resins.

Polymerization - the bonding of two or more monomers to produce a polymer.

Potash - K_2CO_3 , white, water-soluble, deliquescent powder, melting at $891^\circ C$; insoluble in alcohol; used in brewing, ceramics, explosives, fertilizers, and as a chemical intermediate.

Precipitate - a substance precipitated from a solution.

Pressure - the exertion of force upon a surface by an object, fluid, etc., in contact with it.

Protein - the plant or animal tissue rich in such molecules, considered as a food source supplying essential amino acids to the body.

Purification – to make pure; free from anything that debases, pollutes, adulterates, or contaminates.

Q

Qualitative analysis – the analysis of a gas, liquid, or solid sample or a mixture to identify the elements, radicals, or compounds composing the sample.

R

Rate of reaction – a measurement based on the mass of reactant consumed in a chemical reaction during a given period.

Reactant – a substance that reacts with another one to produce a new set of substances (products).

Recrystallization – repeated crystallization of material from fresh solvent to obtain an increasingly pure product.

Redox system – a chemical system in which reduction and oxidation (redox) reactions occur.

Reducing agent (reducer) – 1. a material that adds hydrogen to an element or compound; 2. a material that adds an electron to an element or compound, that is, decreases the positiveness of its valence.

Reduction – 1. reaction of hydrogen with another substance; 2. chemical reaction in which an element gains an electron (has a decrease in positive valence).

Refrigerant – a liquid capable of vaporizing at a low temperature, like ammonia, used in mechanical refrigeration.

Reversible chemical reaction – a chemical reaction that can be made to proceed in either direction by suitable variations in the temperature, volume, pressure, or quantities of reactants or products.

S

Salt peter – KNO_3 , flammable, water-soluble, white crystals with saline taste; melts at $337^{\circ}C$; used in pyrotechnics, explosives, and matches, as a fertilizer, and as an analytical reagent. Also known as niter.

Salt – the reaction product when a metal displaces the hydrogen of an acid.

Saponification – the process of converting chemicals into soap; involves the alkaline hydrolysis of a fat or oil or the neutralization of a fatty acid.

Semiconductor – a substance, as silicon or germanium, with electrical conductivity intermediate between that of an insulator and a conductor: a basic component of various kinds of electronic circuit element (semiconductor device) used in communications, control, and detection technology and computers.

Soap – a substance used for washing and cleansing purposes, usually made by treating a fat with an alkali, as sodium or potassium hydroxide, and consisting chiefly of the sodium or potassium salts of the acids contained in the fat.

Solubility – the ability of a substance to form a solution with another substance.

Solution – any liquid mixture of two or more substances that is homogeneous.

Solvent – any liquid that dissolves another solute and forms a homogeneous solution.

Spoiling – to damage severely or harm (something), especially concerning its excellence, value, usefulness, etc. can occur when certain materials such as tung oil are stored in bulk, resulting from the generation of heat, which cannot be readily dissipated; often heat is generated by microbial action.

Stainless steel – alloy steel containing 12 % or more chromium, to be resistant to rust and attack from various chemicals.

T

Temperature – a measure of the warmth or coldness of an object or substance with reference to some standard value. The temperature of two systems is the same when the systems are in thermal equilibrium.

U

Universal Indicator – a chemical solution made from a mixture of substances that produce many different colour changes according to different pH levels.

V

Vinegar – a sour liquid consisting of dilute and impure acetic acid, obtained by acetous fermentation from wine, cider, beer, ale, or the like: used as a condiment, preservative, etc.

REFERENCES

1. Mukhamadiyev Y., Balmassov D., Kaliyev D. - CHEMISTRY 9. "Астана-кітап" баспасы 2016 ж
2. Н.Нұрахметова, К.Сарманова, К.Жексенбина, Н.А.Заграничная, Ә.Е.Темірболатова - ХИМИЯ 9. "Мектеп" баспасы 2013 ж
3. Şerafettin KÜÇÜKOĞLU, Mustafa YILMAZ, Ayhan NAZLI - Solutions. ZAMBAK publishing, Izmir 2010
4. Ayhan Nazli, Murat Durkaya - Hydrocarbons. ZAMBAK publishing, Izmir 2010
5. Ugur Hulusi Patli, Ayhan Nazli, Nuh Ozdin - Metals. ZAMBAK publishing, Izmir 2008
6. Ugur Hulusi Patli, Ayhan Nazli, Nuh Ozdin - Nonmetals. ZAMBAK publishing, Izmir 2008
7. Ayhan Nazli, Murat Durkaya - Oxygen and Nitrogen containing Organic compounds. ZAMBAK publishing, Izmir 2010
8. Murat Durkaya, Osman Yildirim, Ayhan Nazli - Heat, Chemical kinetics and Electrochemistry. ZAMBAK publishing, Izmir 2008
9. Rob Lewis and Wynne Evans - CHEMISTRY. PALGRAVE MACMILLAN 2006

10. R. Harwood - Cambridge IGCSE Chemistry coursebook.
4th Edition. Cambridge 2014

11. А.Байтұрсынов атындағы Тіл білімі институты -
Қазақша-орысша, орысша-қазақша терминологиялық
сөздік Химия - "ҚАЗАқпарат" баспасы, Алматы 2014

CHEMISTRY

Grade 9

Authors:

Kanat Baikenov
Temirlan Khassen
Nurbolat Zhumagulov
Dauren Kaliyev
Olzhas Yussupov
Abylay Samatov
Abdurrahman Sel
Ali Tor

Edited by:

Aidyn Tussyubzhanov

Designed by:

Yelnar Beimish

Cover design:

Darkhan Berdibayev