

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
Харківський національний медичний університет



*Навчальний посібник
для слухачів заочних
підготовчих курсів ХНМУ*

з ХІМІЇ

Частина II

Затверджено Вченою Радою ХНМУ
протокол № 11
від 16. 11. 2017.

Харків ХНМУ 2017

М 15

УДК 54 (075)

54-028.27(075)

Рецензенти:

С.В. Баюрко, д. фарм.н., доцент, завідувач кафедри лікарської та аналітичної токсикології (Національний фармацевтичний університет, м. Харків);

Чубенко О.В., к. фарм. н., доц. каф. біохімії, судово--медичної токсиколології та фармації (Харківська медична академія післядипломної освіти, м. Харків);

Каспарчук Г.О., вчитель хімії вищої категорії, методист гімназії №116 м. Харкова

Навчальний посібник для слухачів заочних підготовчих курсів ХНМУ з хімії. Видання друге перероблене та доповнене.(електронний посібник)/ Частина II. Укл. Г. О. Сирова, С. В. Андрєєва, В.О. Макаров, В.М. Петюніна, Р. О. Бачинський. Харків: ХНМУ, 2017. - 152 с.

В початковому посібнику наведені основні положення дисципліни, передбачені програмою зовнішнього оцінювання з хімії, згідно наказу МОН України від 1.10.2014 р. № 1121. Теоретичні питання викладені у формі відповідей на запитання, прикладів рішення завдань, а також розв'язання вправ. Навчальний посібник рекомендований для слухачів підготовчих курсів з хімії.

ЗМІСТ

| | | |
|--------|--|-----|
| ТЕМА 5 | 1. КЛАСИФІКАЦІЯ НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК. | 5 |
| | 2. ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ. РЕАКЦІЯ СЕРЕДОВИЩА. | 15 |
| | 3. КОМПЛЕКСНІ СОЛІ. | 17 |
| | <i>I. Тестові завдання першого рівня.</i> | 21 |
| | <i>II. Завдання середнього ступеню важкості.</i> | 23 |
| | <i>III. Завдання підвищеного рівня складності.</i> | 24 |
| ТЕМА 6 | 1. ХІМІЯ МЕТАЛІВ. | 25 |
| | 2. ХІМІЯ НЕМЕТАЛІВ. | 47 |
| | <i>I. Тестові завдання першого рівня.</i> | 66 |
| | <i>II. Завдання середнього ступеню важкості.</i> | 68 |
| | <i>III. Завдання підвищеного рівня складності.</i> | 69 |
| ТЕМА 7 | 1. ЗАГАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ. | 69 |
| | 2. КЛАСИ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК: НАСИЧЕНІ Й НЕНАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ. | 78 |
| | 3. ПРИРОДНІ ДЖЕРЕЛА ВУГЛЕВОДНІВ. | 95 |
| | <i>I. Тестові завдання першого рівня.</i> | 96 |
| | <i>II. Завдання середнього ступеню важкості.</i> | 99 |
| | <i>III. Завдання підвищеного рівня складності.</i> | 100 |
| ТЕМА 8 | 1. ОКСИГЕНОВМІСНІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ. | 101 |
| | 2. НІТРОГЕНОВМІСНІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ. | 126 |
| | 3. СИНТЕТИЧНІ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНІ СПОЛУКИ. | 138 |
| | <i>I. Тестові завдання першого рівня.</i> | 144 |
| | <i>II. Завдання середнього ступеню важкості.</i> | 147 |
| | <i>III. Завдання підвищеного рівня складності.</i> | 147 |

Література
Бланки відповідей

149
151

ТЕМА 5.

1. КЛАСИФІКАЦІЯ НЕОРГАНІЧНИХ СПЛУК

- оксиди: хімічні властивості , отримання;
- гідроксиди: хімічні властивості , отримання; амфотерність;
- кислоти: хімічні властивості , отримання;
- солі: хімічні властивості , отримання.

2. ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ. РЕАКЦІЯ СЕРЕДОВИЩА

- гідроліз солей, утворених сильною кислотою та слабкою основою;
- гідроліз солей, утворених сильною основою та слабкою кислотою;
- гідроліз солей, утворених слабкою кислотою та слабкою основою.

3. КОМПЛЕКСНІ СОЛІ

- комплексні сполуки, їх будова, властивості, значення;
- принципи номенклатури комплексних солей;
- форма молекули та ізомерія комплексних сполук.

ТИПОВІ НАВЧАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Які з наведених нижче оксидів відносяться до несолеутворюючих, кислотних, основних, амфотерних: CaO, CuO, N₂O, NO, NO₂, CO, CrO, Cr₂O₃, CrO₃, Al₂O₃, MnO, MnO₂, Mn₂O₇, ZnO, P₂O₅, Cl₂O₇.

Рішення:

Оксиди – це сполуки елемента з киснем, який мають ступінь окислення -2. Загальна формула оксидів E_mO_n , де m – кількість атомів елемента, а n – кількість атомів кисню. Оксиди, які не утворюють кислот, основ і солей за звичайних умов, називаються *несолеутворюючими*. До них відносяться N₂O, NO, CO. Однак, останній при нагріванні із твердим NaOH утворює сіль мурашиної кислоти (HCOONa), що дозволяє вважати цей оксид несолеутворюючим.

Солеутворюючі оксиди підрозділяють на кислотні, основні й амфотерні (ті, що мають кислотні та основні властивості). Неметали

утворюють тільки кислотні оксиди. Метали утворюють всі основні й амфотерні, а також деякі кислотні оксиди.

Отже:

N_2O , NO , CO – несолеутворюючі оксиди;

CaO , CuO , CrO , MnO - основні оксиди;

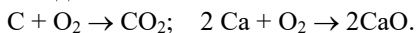
NO_2 , Cr_2O_3 , CrO_3 , Mn_2O_7 , P_2O_5 , Cl_2O_7 – кислотні оксиди;

Al_2O_3 , ZnO – амфотерні оксиди.

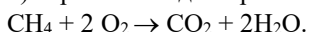
Добування оксидів.

Головними є три способи добування оксидів:

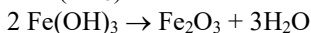
а) безпосереднє сполучення простої речовини з киснем, наприклад:



б) горіння складних речовин, наприклад:



в) розкладання при нагріванні кисневих сполук: карбонатів, нітратів, гідроксидів, наприклад:



Завдання 2. Напишіть рівняння реакцій, які доводять: а) кислотний характер оксиду хлору (VII); б) амфотерний характер оксиду плумбуму (II); в) основний характер оксиду барію.

Рішення:

Кислотним оксидам відповідають кислоти, які можуть бути отримані з оксидів прямим або непрямим способом. Більшість кислотних оксидів взаємодіє з водою (окрім SiO_2 , Bi_2O_5 та ін.) з утворенням кислот:



Всі кислотні оксиди реагують із основними й амфотерними оксидами, із основами, утворюючи солі.



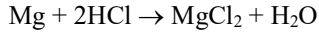
Основним оксидам відповідають основи., наприклад:



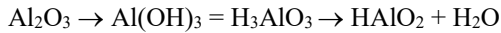
Серед основних оксидів з водою взаємодіють тільки оксиди лужних і лужноземельних металів:



Всі основні оксиди при реакції з кислотними оксидами або кислотами утворюють солі:

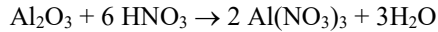


Амфотерним оксидам відповідають амфотерні гідроксиди.

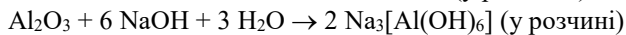
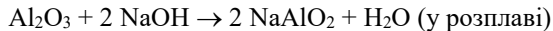


Амфотерні оксиди у воді не розчиняються. Вони утворюють солі:

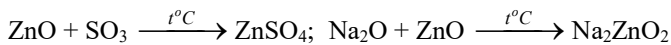
1) при взаємодії із сильними кислотами (як основні оксиди):



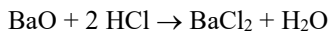
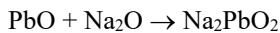
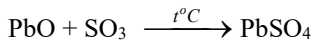
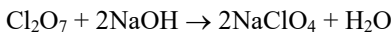
2) при реакції з лугами (як кислотні оксиди):



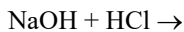
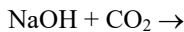
3) при нагріванні з кислотними або основними оксидами:



Отже:



Завдання 3. Дайте поняття основ, їх класифікацію. Розкажіть про властивості. Закінчіть рівняння реакцій:



Рішення:

При взаємодії оксидів з водою (реально або формально) утворюються гідрати оксидів – гідроксиди. Гідроксиди утворені атомами елемента E^+ (окрім флуору) і групою OH^- . Загальна формула гідроксидів $\text{E}(\text{OH})_x$, де $x = 1 \div 6$. Гідроксиди поділяються на три групи - кислотні (кислоти), основні (основи) і амфотерні.

Основи – це складні речовини, молекули яких складаються з атома металу (або іона NH_4^+) і однієї або декількох гідроксогруп OH , здатних заміщуватися на кислотний залишок. Загальна формула основ $\text{Me}(\text{OH})_x$, де x дорівнює ступеню окислення металу. Всі основні гідроксиди перебувають в орто-формі. В номенклатурі основ елементів, які проявляють змінний ступінь окислення, вказують його величину: $\text{Fe}(\text{OH})_3$ – гідроксид феруму (III).

Класифікують основи:

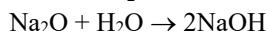
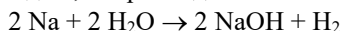
1) за розчинністю у воді основи поділяються на розчинні (луги й NH_4OH) і нерозчинні (всі інші основи);

2) за ступенем дисоціації основи підрозділяють на сильні (луги) і слабкі (всі інші);

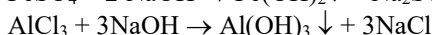
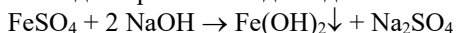
3) за кислотністю, тобто за числом гідроксогруп, здатних заміщуватися на кислотні залишки: на однокислотні (NaOH), двоокислотні ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), трьохкислотні ($\text{Al}(\text{OH})_3$).

Добування

Розчинні у воді основи, тобто луги, отримують при взаємодії металів або їх оксидів з водою, наприклад:

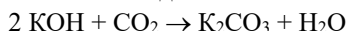


Нерозчинні у воді основи добувають непрямим способом, а саме: взаємодією лугів та водних розчинів відповідних солей:

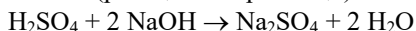


Загальні хімічні властивості розчинних основ обумовлені наявністю в їхніх розчинах іона OH^- , який створює в розчині лужне середовище:

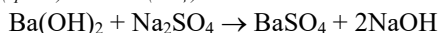
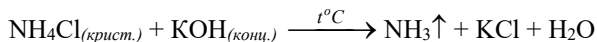
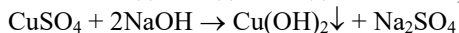
1) Взаємодія з кислотними оксидами:



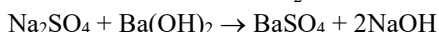
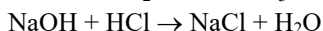
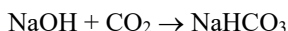
2) Реакція з кислотами (реакція нейтралізації):



3) Взаємодія із солями (тільки у тому випадку, якщо при дії розчинної основи на сіль випадає осад або виділяється газ):



Отже:

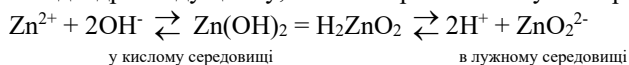


Завдання 4. Дайте поняття амфотерності. Розкажіть про властивості амфотерних основ.

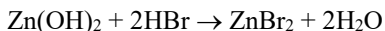
Рішення.

Амфотерні гідроксиди – це складні речовини, які мають властивості й кислот й основ. Всі амфотерні гідроксиди погано розчиняються у воді, добре – у кислотах і лугах. Дисоціацію

амфотерних гідроксидів у кислому й основному середовищах, наприклад гідроксиду цинку, можна виразити наступним рівнянням:

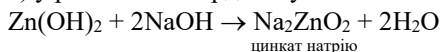


1) Взаємодія з кислотами:

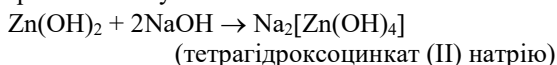


2) Взаємодія з лугами:

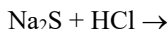
а) у розплаві з твердим лугом:



б) взаємодія з розчинами лугів:



Завдання 5. Дайте поняття кислот, їх класифікацію, способи одержання. Розкажіть про властивості. Закінчіть рівняння реакцій:



Рішення.

Кислоти – це складні речовини, що містять атоми водню, які можуть заміщуватися катіонами металу (або іонами амонію). Загальна формула кислот: H_xA_n , де A_n – кислотний залишок, x – кількість атомів водню, що дорівнює заряду кислотного залишку.

Кислоти класифікують:

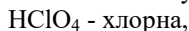
а) за змістом атомів кисню в молекулі – на безокисенові (HCl) і окисеновмісні (H_2SO_4);

б) за основністю, тобто кількістю атомів водню, здатних заміщуватися на метал – на одноосновні (HCN), двоосновні (H_2S) і т.ін.;

в) за електролітичною силою – на сильні й слабкі. Найбільш уживаними сильними кислотами є розведені водянні розчини HCl , HBr , HI , HNO_3 , H_2SO_4 , HClO_4 .

Найважливіші неорганічні кислоти, їх назви та назви їх солей представлені в табл.1.

Назви кисневмісних кислот походять від назв неметалів з додаванням закінчень *-на*, *-ва*, якщо ступінь окислення його відповідає номеру групи. В міру зниження ступеня окислення суфікси змінюються в такому порядку: -увата, -иста, -уватиста:



HClO_3 - хлорнувата,
 HClO_2 - хлориста,
 HClO - хлорнуватиста.

Однак, якщо елемент, маючи однаковий ступінь окислення, утворює декілька кисневмісних кислот, то до назви кислоти з меншою кількістю кисневих атомів додають префікс «мета», при найбільшій кількості атомів кисню – «орто».

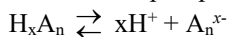
HPO_3 – мета фосфатна; H_2SiO_3 – метакремнієва;
 H_3PO_4 – ортофосфатна; H_2SiO_4 – ортокремнієва.

Таблиця 1.

Найважливіші неорганічні кислоти:

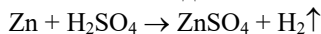
| Формула кислоти | Назва | Назва солей |
|--------------------------|-------------------|-------------|
| HCl | Хлоридна | Хлориди |
| HF | Флуоридна | Флуориди |
| HBr | Бромідна | Броміди |
| HI | Іодидна | Йодиди |
| HNO_2 | Нітритна | Нітрити |
| HNO_3 | Нітратна | Нітрати |
| H_2S | Гідрогенсульфідна | Сульфідни |
| H_2SO_3 | Сульфитна | Сульфіти |
| H_2SO_4 | Сульфатна | Сульфати |
| H_2CO_3 | Карбонатна | Карбонати |
| H_2SiO_3 | Силікатна | Силікати |
| HPO_3 | Метафосфатна | Метафосфати |
| H_3PO_4 | Ортофосфатна | Ортофосфати |

Загальні властивості кислот у водяних розчинах обумовлені присутністю іонів H^+ , які утворюються при дисоціації молекул кислоти, таким чином, кислоти – це донори протонів:

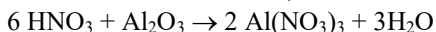
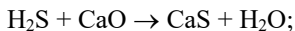


1) Взаємодія з металами.

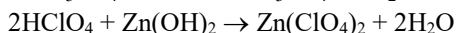
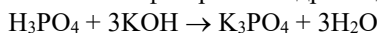
Характер продуктів реакції залежить від природи й концентрації кислот і від активності металів. Розведені кислоти (окрім HNO_3) взаємодіють з металами, що стоять у ряді напруг металів лівіше від водню, утворюючи сіль і витісняючи водень із кислоти.



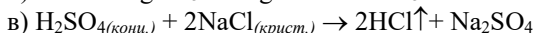
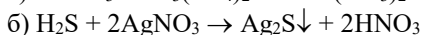
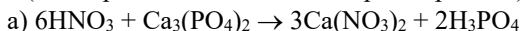
2) Взаємодія з основами й амфотерними оксидами.



3) Взаємодія з основами й амфотерними гідроксидами.



4) Взаємодія із солями можлива тільки в тому випадку, якщо утворюється: а) більш слабка кислота (у розчині); б) нерозчинна сіль; в) виділяється газ (часто реакція йде без води, при нагріванні).

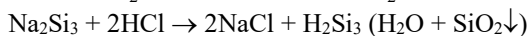
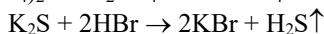
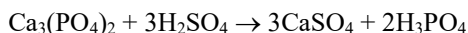


Одержання кислот:

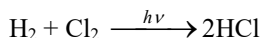
1) Взаємодія кислотних оксидів з водою:



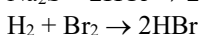
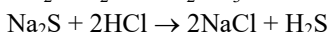
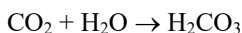
2) Витіснення слабких, летких або малорозчинних кислот із солей:



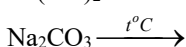
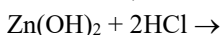
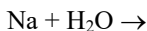
3) Взаємодія неметалів з воднем:



Отже:



Завдання 6. Дайте поняття солей, їх класифікацію, способи одержання. Розкажіть про властивості. Закінчіть рівняння реакцій:



Рішення.

Солі – це продукти заміщення (повних або часткового) атомів гідрогену в молекулах кислот катіонами металу (а також іонами амонію), або гідроксогруп у молекулах основ кислотними залишками.

Солі поділяються на середні, кислі, основні, подвійні, змішані й комплексні.

Середні солі – це продукти повного заміщення атомів гідрогену кислоти атомами металу або гідроксогруп основи кислотними залишками. Середні солі утворюють всі кислоти й основи, незалежно від їх основності або кислотності. Склад середніх солей можна представити загальною формулою $Me_x A_{ny}$, де x – кількість катіонів металу, яка дорівнює заряду аніона, y – кількість аніонів (кислотних залишків), яка дорівнює заряду катіона металу.

Кислі солі – це продукти неповного заміщення атомів гідрогену в молекулах тільки багатоосновних кислот катіонами металу.



Основні солі – це продукти неповного заміщення гідроксогруп у молекулах тільки багатокислотних основ кислотними залишками.



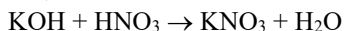
Подвійні солі – це солі, які містять два хімічно різноманітних катіони й один тип аніону. Наприклад: $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ – сульфат алюмінію-калію.

Змішані солі – це солі, які містять один тип катіона, але два типи аніони. Наприклад: FeClSO_4 – хлорид-сульфат феруму (III).

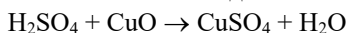
Комплексні солі – це такі солі, до складу яких входить комплексний іон, спроможний самостійно існувати у розчині.

Добування солей

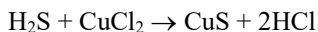
1. Реакція нейтралізації:



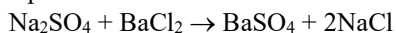
2. Взаємодія кислот з основними оксидами:



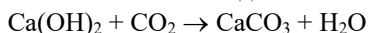
3. Взаємодія кислот з солями:



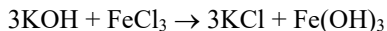
4. Взаємодія двох різних солей:



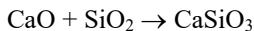
5. Взаємодія основ з кислотними оксидами:



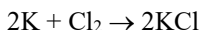
6. Взаємодія лугів з солями:



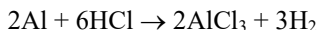
7. Взаємодія основних оксидів з кислотними:



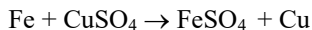
8. Взаємодія металів з неметалами:



9. Взаємодія металів з кислотами:



10. Взаємодія металів з солями:



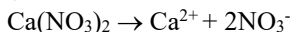
11. Взаємодія аміаку з хлороводнем:



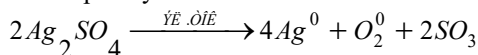
Таким чином, солі утворюються при хімічній взаємодії неорганічних сполук різних класів і простих речовин.

Хімічні властивості солей

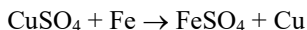
- майже всі солі є іонними сполуками, тому в розплаві й у водяному розчині дисоціюють на іони:



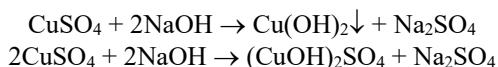
- при пропусканні струму через розчини або розплави солей відбувається процес електролізу:



- взаємодія з металами відбувається тільки в тому випадку, якщо більш активний метал витісняє менш активний метал з його солей:



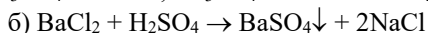
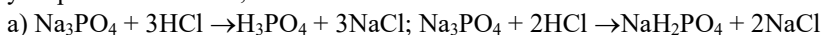
- солі малорозчинних основ взаємодіють із розчинними основами з утворенням або вільної основи або основної солі (при недостатці основи):



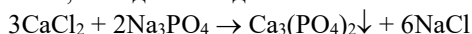
- взаємодія солей з кислотами можлива у випадку утворення:

- більш слабкої кислоти;
- важкорозчинної солі;
- газу.

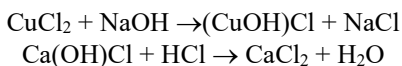
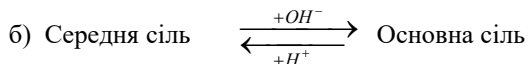
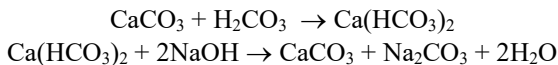
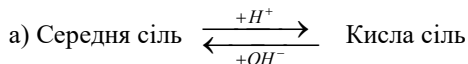
При цьому, залежно від співвідношення компонентів можливе утворення як кислот, так і кислих солей:



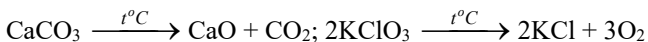
- дві розчинні солі вступають у реакцію обміну, якщо одна із солей, яка утворюється, випадає в осад:



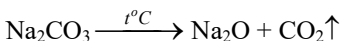
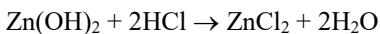
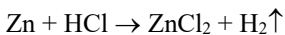
- середні, кислі й основні солі взаємозалежні й можуть бути перетворені одна на одну:



- при нагріванні солі розкладаються:

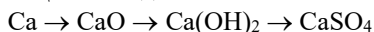


Отже:



Завдання 7. Що таке генетичний зв'язок? Покажіть на прикладах.

Рішення: Генетичний зв'язок існує між простими речовинами, оксидами, кислотами, основами і солями. Так, наприклад, проста речовина – метал кальцій – внаслідок сполучення його з киснем перетворюється на оксид кальцію. Оксид кальцію при взаємодії з водою утворює гідроксид кальцію, який при взаємодії з кислотою перетворюється на сіль. Ці взаємодії можна записати схемою:



Подібні перетворення можна провести з неметалами, наприклад з сіркою:

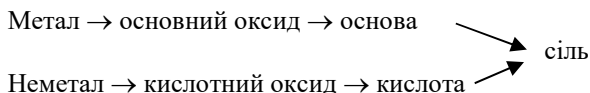


Отже, різними шляхами добути одна і та сама сіль. Можливий і зворотній перехід – від солі до інших класів неорганічних сполук і до простих речовин. Наприклад, від сульфату міді шляхом взаємодії з лугом можна перейти до гідроксиду міді (II), від нього за допомогою прожарювання до оксиду міді (II), а з нього, відновленням воднем при нагріванні добути просту речовину – мідь:



Подібний зв'язок між класами неорганічних сполук, який ґрунтується на добуванні речовин одного класу із речовин іншого класу, називається генетичним.

Генетичний зв'язок між класами неорганічних сполук можна виразити схемою:



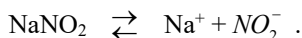
Гідроліз солей. Реакція середовища

Завдання 1. Розгляньте гідроліз солей: нітриту натрію й сульфіді натрію.

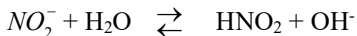
Вище було показано, що реакція чистої води є нейтральною ($\text{pH} = 7$). Водні розчини кислот і основ мають, відповідно, кисле ($\text{pH} < 7$) і лужне ($\text{pH} > 7$) середовище. У водних розчинах солей майже завжди має місце хімічна взаємодія між іонами солі й іонами води. У результаті подібних реакцій утворюються кислоти або основи, концентрація водневих іонів при цьому в більшості випадків змінюється й розчин має кисле або лужне середовище.

Взаємодія солі з водою, яка супроводжується зміною концентрації водневих і гідроксильних іонів, називається *гідролізом солі*. Основною причиною гідролізу є утворення молекул малодисоційованої речовини (слабкого електроліту).

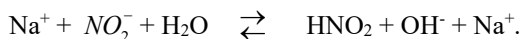
Рішення: Розглянемо гідроліз нітриту натрію NaNO_2 , утвореного сильною основою NaOH і кислотою середньої сили HNO_2 . У розчині сіль дисоціює:



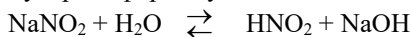
Очевидь, що позитивно заряджені іони натрію можуть взаємодіяти тільки з негативно зарядженими гідроксид-іонами молекул води, однак слабкий електроліт при цьому не утворюється (NaOH - сильний електроліт). Негативно заряджені нітрат-іони можуть взаємодіяти з позитивно зарядженими іонами гідрогену молекул води, утворюючи електроліт середньої сили – нітратну кислоту:



Записана схема гідролізу – рівняння реакції в скороченій іонній формі. Воно показує, що в цьому випадку реакція зводиться до взаємодії аніона кислоти середньої сили з молекулою води. Рівняння реакції в повній іонній формі:

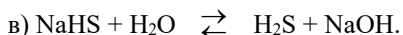
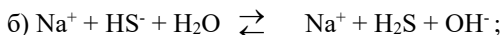
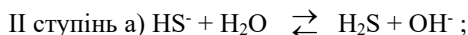
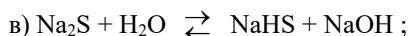
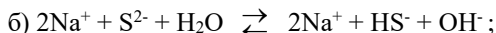
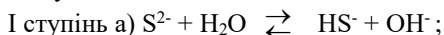


Рівняння в молекулярній формі буде мати вигляд:



Надалі при розгляданні реакцій гідролізу збережемо цей порядок запису рівнянь: а) скорочене іонне рівняння; б) повне іонне рівняння; в) молекулярне рівняння.

Якщо сіль утворена сильною основою й багатоосновною слабкою кислотою, то гідроліз іде ступінчасто. Наприклад, гідроліз сульфід натрію Na_2S (NaOH – сильна основа, H_2S – слабка двоосновна кислота) йде у два ступені:



Гідроліз завжди в більшій мірі протікає за першим ступенем. Щоб гідроліз відбувся повністю, як правило, збільшують температуру процесу.

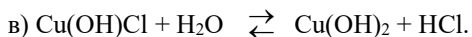
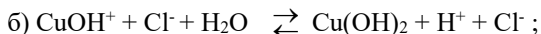
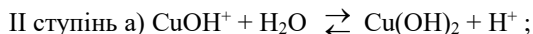
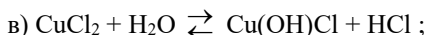
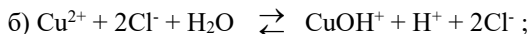
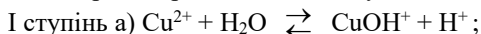
За умов гідролізу солей, утворених сильною основою й слабкою кислотою, у розчині утворюється надлишок гідроксид-іонів, і середовище розчину буде лужним ($\text{pH} > 7$).

Завдання 2. Розгляньте гідроліз хлориду купруму (II).

Рішення: $\text{Cu}(\text{OH})_2$ – слабка основа, HCl – сильна кислота. Рівняння дисоціації цієї солі:



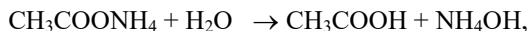
При взаємодії іонів Cu^{2+} з молекулами води, утворюється слабкий електроліт CuOH^+ , а – іонів Cl^- з іонами H^+ слабкий електроліт не утворюється, тобто гідроліз протікає по катіону слабкої основи:



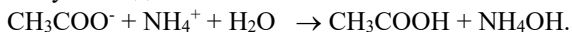
У результаті гідролізу солі, утвореної слабкою основою й сильною кислотою в розчині утворюється надлишок іонів гідрогену, тобто $\text{pH} < 7$.

Завдання 3. Запишіть гідроліз: а) ацетату амонію; б) хлориду натрію.

Рішення : а) Дана сіль, яка утворена слабкою основою - NH_4 , і слабкою кислотою – CH_3COOH . У цьому випадку з молекулами води взаємодіють як катіон слабкої основи, так і аніон слабкої кислоти, при цьому утворюються малодисоціюючі кислота й основа:



або в іонному вигляді:



Реакція середовища в розчинах подібних солей залежить від відносної сили кислоти й основи. Інакше кажучи, водні розчини таких солей можуть мати нейтральну, слабокислу або слаболужну реакцію залежно від констант дисоціації кислот і основ, що утворюються.

Так, при гідролізі $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ реакція розчину буде слаболужною, оскільки константа дисоціації гідроксиду амонію ($K = 6,3 \cdot 10^{-5}$) трохи більша за константу дисоціації оцтової кислоти ($K = 1,75 \cdot 10^{-5}$).

б) Сіль NaCl утворена сильною основою - NaOH , і сильною кислотою - HCl . Такі солі при розчиненні у воді не гідролізуються, оскільки їх іони не утворюють слабких електролітів з молекулами води. Реакція середовища в розчинах подібних солей практично нейтральна ($\text{pH} = 7$).

Комплексні солі

- комплексні сполуки, їх будова, властивості, значення;
- принципи номенклатури комплексних солей;
- форма молекули та ізомерія комплексних сполук.

Завдання 1. Дайте поняття комплексних солей, опишіть їх будову й класифікацію. Дайте первинні поняття про номенклатуру цих сполук.

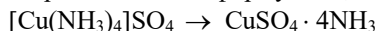
Рішення.

Комплексні сполуки складаються із зовнішньої і внутрішньої сфери. Вони бувають заряджені й незаряджені. Залежно від заряду комплексного іону розрізняють:

- катіонні (наприклад: $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{NO}_3$ – нітрат дихлоротетрааквахрому (III), $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ – сульфат тетраамінкупруму (II));
- аніонні (наприклад: $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – гексацианоферат (II) калію);
- нейтральні (наприклад: $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$ – тетрахлородіамінплатина (IV)) комплексні солі.

Комплексоутворювач – центральний атом комплексу, як правило це d-елемент. Виключення: алюміній (p-елемент). *Ліганди* – це іони із протилежним знаком заряду або нейтральні молекули. Наприклад:

CO – карбоніл; CN – циано; NH_3 – амін; H_2O – аква; C_6H_6 – бензен; NO_3 – нітро і т.ін. Комплексні сполуки можна зобразити як молекулярними, так і координаційними формулами, наприклад:



Номенклатура комплексних солей:

1. Назви заряджених комплексів складаються із двох слів. Першим називають аніон, потім катіон. Закінчення назви катіону ставлять у родовому відмінку. Назви нейтральних комплексів складаються із одного слова у називному відмінку.
2. У назвах комплексного іону ліганди називають першими, ніж комплексоутворювач. Звичайно спочатку називають ліганди іонного походження, потім молекулярного в алфавітному порядку. До аніонних лігандів додають закінчення «о», наприклад: Cl – хлоро-
Br – бром-
(CN) – циано-
OH – гідроксо-
3. Кількість лігандів кожного виду, якщо їх більше одиниці, показують грецькими префіксами, наприклад: 2 – ди-
3 – три-
4 – тетра-
5 – пента-
4. Потім називають комплексоутворювач. В дужках після назви комплексоутворювача вказують його валентність римськими цифрами.

Кількість лігандів дрівнює координаційному числу комплексоутворювача. Воно залежить від: розміру іону, розмірів лігандів, природи лігандів.

Якщо заряд іону +1, то координаційне число – 2.

Якщо заряд іону +2, то координаційне число – 4 і 6.

Якщо заряд іону +3, то координаційне число – 6 і 4.

Якщо заряд іону +4, то координаційне число – 8.

Заряд комплексного іону знаходиться із алгебраїчної суми зарядів усіх атомів або іонів, які входять до складу комплексу. Наприклад:



Завдання 2. Як розрахувати ступінь окислення елемента-комплексоутворювача?

Рішення.

Ступінь окислення комплексоутворювача визначають таким чином: треба від заряду комплексного іону відняти сумарний заряд лігандів. Наприклад: $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]^+$

$$x + 4 \cdot 0 + 2 \cdot (-1) = +1$$

$$x + (-2) = +1$$

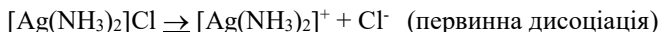
$$x = 3$$

Отже: Cr^{+3}

Завдання 3. Якою мірою дисоціюють комплексні сполуки та чи розкладається комплексний іон?

Рішення.

При розчиненні комплексних солей процес руйнування кристалічної ґратки відбувається за механізмом дисоціації сильних електролітів:



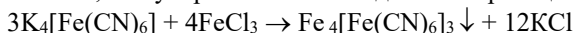
Ліганди знаходяться у внутрішній сфері і значно прочніше пов'язані з центральним атомом, тому відщеплюються лише в незначному ступені:



У цьому випадку слід записувати вираження для константи нестійкості комплексного іону:

$$K_{\text{нест}} = \frac{[\text{Ag}]^+ \cdot [\text{NH}_3]^2}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+}$$

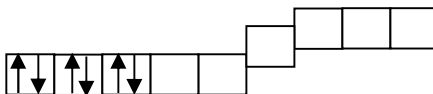
Комплексні солі, як і усі розчинні солі підлягають реакції обміну:



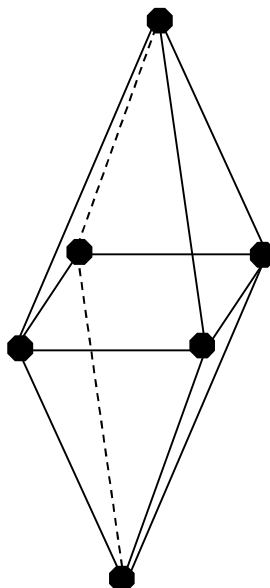
Завдання 4. Опишіть форму молекули для тетрабромодиаквакобальтату[III] натрію.

Рішення.

Іон Кобальту Co^{3+} має sp^3d^2 -гібридизацію електронних орбіталей зовнішнього та перед зовнішнього шару та координаційне число 6 у цій сполуці: $\text{Na}[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_2\text{Br}_4]$



А це означає, що шість гібридизованих орбіталей розташовуються у просторі у вигляді у вигляді октаедру:

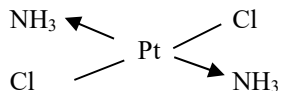
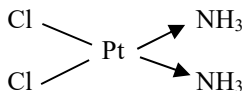


Завдання 5. Який тип ізомерії притаманний комплексним сполукам?

Рішення.

Розрізняють багато типів ізомерії комплексних сполук. Найважливіші з них такі:

1. **Геометрична ізомерія.** Має місце в тих випадках, коли ліганди у внутрішній сфері розташовуються у просторі по-різному один щодо одного. Наприклад, для дихлородіаміноплатинату (II) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ відомі два ізомери: цис-ізомер та транс-ізомер.



2. **Оптична ізомерія.** Оптичні ізомери – це сполуки, молекули яких є дзеркальними відбитками одна одної. Кожен із цих ізомерів при проходженні крізь нього плоскополяризованого світла повертає площину поляризації світла.

3. **Іонізаційна ізомерія.** Цей тип ізомерії обумовлений різним розподілом лігандів між внутрішньої та зовнішньої сферами. Наприклад, ізомери: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]\text{NO}_3$ та $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_3]\text{SO}_4$

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

I. Тестові завдання першого рівня.

З перерахованих відповідей на питання вибрати правильний

1. Виберіть основний оксид:

а) SO_3 ; б) Na_2O ; в) ZnO .

2. Укажіть основу, яка може виявляти амфотерні властивості:

а) $\text{Al}(\text{OH})_3$; б) NaOH ; в) $\text{Ca}(\text{OH})_2$

3. Виберіть із числа запропонованих основну сіль:

а) AlCl_3 ; б) KNa_2PO_4 ; в) $\text{Ba}(\text{OH})\text{Cl}$

4. Виберіть із числа запропонованих кислу сіль:

а) $\text{Ca}(\text{OH})\text{Br}$; б) $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$; в) NaHS

5. Виберіть реакцію, що характеризує хімічні властивості нерозчинних основ:

а) $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6 \text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$;

б) $\text{AlCl}_3 + 3\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4\text{Cl}$;

в) $2 \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$.

6. Укажіть групу безоксигенових кислот:

а) H_2S та HCl ; б) HBr та H_2CO_3 ; в) HNO_3 та H_2SiO_3 .

7. Укажіть формулу середньої солі:

а) $\text{Ni}(\text{OH})\text{NO}_3$; б) KH_2PO_4 ; в) NaClO_2 .

8. Позначте ознаку несолетворних оксидів:

а) їм не відповідає ні кислота, ні основа;

б) містять атоми неметалів;

в) містять атоми металічних елементів.

9. Укажіть заряд фосфат-іону:

а) -1; б) -2; в) -3.

10. Визначить речовину, з якою взаємодіє сульфатна кислота:

- а) водень;
 б) фосфор (III) оксид;
 в) барій гідроксид.
11. Укажіть елемент, який є основою генетичного ряду нітратної кислоти: а) нітроген; б) оксиген; в) сульфур.
12. Скільки моль оксиду магнію потрібно для реакції з 1 моль хлоридної кислоти: а) 0,5 моль; б) 1 моль; в) 2 моль.
13. Як змінюється сила безкисневих кислот, утворених F, Cl, Br, I:
 а) посилюється; б) зменшується; в) не змінюється.
14. Визначіть молярну масу фосфатної кислоти:
 а) 63; б) 98 г/моль; в) 98.
15. Назвіть сіль: Na_2HPO_4 :
 а) фосфат натрію; б) гідрофосфат натрію; в) дигідрофосфат натрію.
16. Виберіть правильну назву для $\text{Ba}(\text{OH})\text{Cl}$:
 а) хлорид барію; б) гідроксихлорид барію в) гідроксид барію.
17. Укажіть формулу кінцевого продукту перетворень
 $\text{Ba} + \text{O}_2 \rightarrow \text{X} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Y} + \text{HCl} \rightarrow \text{Z}$:
 а) $\text{Ba}(\text{OH})_2$;
 б) BaCl_2 ;
 в) BaO .
18. Позначте ознаку реакції між натрієм та водою:
 а) випадає осад; б) виділяється газ; в) нічого не відбувається.
19. Визначте реакцію нейтралізації:
 а) $\text{Mg} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$;
 б) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
 в) $\text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$.
20. Укажіть рівняння реакції, що характеризує хімічні властивості кислот:
 а) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$;
 б) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$
 в) $2 \text{KOH} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2 \text{KNO}_3$
21. Позначте іони, які містяться у розчині магній сульфату:
 а) $\text{Mg}(\text{OH})^+$ та SO_4^{2-} ; б) Mg^{2+} та HSO_4^- ; в) Mg^{2+} та SO_4^{2-} .
22. Укажіть метал, що здатний заміщувати водень з кислот:
 а) мідь; б) залізо; в) ртуть.
23. Виберіть правильне твердження щодо солей:
 а) о складу солей завжди входить гідроксигрупа;
 б) у розчинах солей лакмус набуває червоного забарвлення;
 в) за звичай умов солі – тверді речовини.
24. Укажіть пару солей, що взаємодіють між собою:
 а) алюміній хлорид та натрій нітрат;

- б) калій карбонат та барій хлорид;
 в) калій сульфат та натрій хлорид.
25. Укажіть назву кислоти, якій відповідає ангідрид SO_2 :
 а) сульфатна;
 б) сульфідна;
 в) сульфідна.
26. Визначіть ступінь окислення нітрогену у сполуці NH_4Cl :
 а) +3; б) +5; в) -3.
27. Укажіть ряд, у якому наведені тільки основні оксиди:
 а) 2; б) 4; в) 6.
28. Що таке гідроліз?
 а) розчинення солі у воді;
 б) механічне подрібнення солі;
 в) взаємодія солей з водою з утворенням слабких електролітів.
29. Виберіть сіль, утворену слабкою основою і слабкою кислотою:
 а) NaI ; б) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$; в) ZnS .
30. Виберіть сіль, утворену слабкою кислотою і сильною основою:
 а) MnSO_4 ; б) KBr ; в) Na_2CO_3 .
31. Укажіть ряд кислот, в якому наведено тільки безоксигенові кислоти:
 а) сульфатна, нітратна, хлоридна;
 б) флуоридна, сульфідна, бромідна;
 в) нітритна, сульфідна, фосфідна.
32. Яку реакцію середовища має водний розчин Na_2CO_3 :
 а) основну; б) кислу; в) нейтральну.
33. Виберіть сіль, утворену слабкою основою і сильною кислотою:
 а) ZnSO_4 ; б) Na_2S ; в) AlPO_4 .
34. Виберіть сіль, яка не гідролізується:
 а) Li_2SO_3 ; б) NaNO_3 ; в) ZnSO_4
35. Виберіть сіль, яка підлягає гідролізу і по катіону, і по аніону:
 а) $\text{CH}_3\text{COONH}_4$; б) MgCl_2 ; в) NaNO_2 .

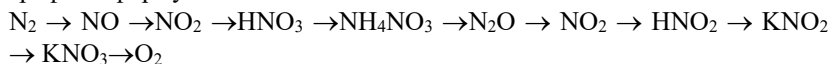
II. Завдання середнього ступеню важкості.

1. Розподіліть солі по групах (середні, кислі, основні) і дайте їм назви: AlOHCl_2 , $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)$, NaHS , CaHPO_4 , Na_3PO_4 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, ZnSO_3 .
2. Укажіть основність кислот і дайте їм назви: HCl , HBr , H_2S , H_2SO_3 , H_2SO_4 , HPO_3 , H_3PO_4 .

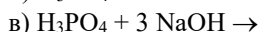
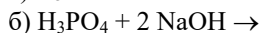
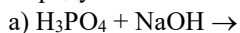
3. З наведених сполук виберіть амфотерні гідроксиди та напишіть реакції їх взаємодії з лугами та кислотами: $\text{Be}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Mn}(\text{OH})_2$, KOH .

4. Складіть формули солей за їх назвами: калій дигідрогенортофосфат, амоній гідрогенортофосфат, магній нітрит, калцій карбонат, купрум гідроксокарбонат.

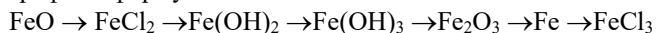
5. Здійснить перетворення, назвіть одержані сполуки та зобразіть їх графічні формули:



6. Не змінюючи коефіцієнтів, напишіть рівняння реакцій та назвіть одержані продукти:



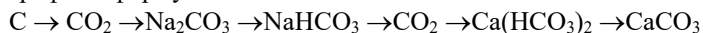
7. Здійснить перетворення, назвіть одержані сполуки та зобразіть їх графічні формули:



8. Запишіть в іонній і молекулярній формі рівняння гідролізу солей:

а) MgSO_4 ; б) Na_2S ; в) LiNO_3 . Вкажіть рН середовища розчинів.

9. Здійснить перетворення, назвіть одержані сполуки та зобразіть їх графічні формули:



10. Визначіть масу нітрату натрію, якщо при його термічному розкладанні утвориться 3 моль кисню.

III. Завдання підвищеного рівня складності.

1. У 500 мл води розчинили 25 г металічного натрію. Визначте об'єм газу (н.у.), який виділився та обчисліть масову частку (%) утвореного розчину.

2. При взаємодії лужноземельного металу масою 3,425 г з водою виділився газ об'ємом 560 мл (н.у.). Визначте метал.

3. В наслідок взаємодії гідроген сульфід з сульфур (IV) оксидом утворилось 100 г сірки. Визначте об'єм гідроген сульфід (н.у.).

4. Внаслідок термічного розкладання 9,68 г суміші натрій гідроген карбонату та калій гідроген карбонату утворилось 1,12 л газу (н.у.). Визначте склад вихідної суміші солей в г.

5. Через розчин масою 200 г з масовою часткою барій гідроксиду 3,42 % пропустили карбон (IV) оксид, внаслідок чого утворилась кисла сіль. Визначте об'єм газу (н.у.), який прореагував.

ТЕМА 6

1. ХІМІЯ МЕТАЛІВ

- загальна характеристика металів;
- лужні й лужноземельні метали;
- хімія алюмінію;
- хімія феруму;

2. ХІМІЯ НЕМЕТАЛІВ

- загальна характеристика неметалів;
- хімія гідрогену;
- хімія галогенів;
- хімія елементів підгрупи кисню;
- хімія елементів підгрупи нітрогену;
- хімія елементів підгрупи карбону.

ТИПОВІ НАВЧАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Дайте опис металів. Покажіть розташування їх у таблиці Д.І. Менделєєва, розкажіть про загальні хімічні властивості.

Рішення:

Якщо в періодичній таблиці елементів провести діагональ від бора до астату, то ліворуч від неї всі елементи є металами, а праворуч від неї - металами (елементів побічних підгруп) і неметалами (головних). Елементи, розташовані поблизу цієї діагоналі (Al, Ti, Ga, Sb, Te, As), мають амфотерні властивості.

До металів відносяться елементи, що мають на зовнішньому електронному рівні від одного до трьох електронів, за винятком деяких р-елементів, що мають більшу кількість електронів на зовнішньому рівні: германій, олово, свинець, сурма, вісмут, полоній. Для них характерна низька електронегативність і невелика енергія іонізації.

Всі метали, за винятком ртуті - тверді речовини, мають металевий блиск, є провідниками електричного струму, мають пластичність, пружність, міцність, високу теплопровідність. Більшість цих властивостей обумовлено наявністю металічного зв'язку.

Більшість металів зустрічаються в природі у вигляді різних сполук (оксиди, сульфіді, карбонати, сульфати й ін.). Тільки найменш активні метали зустрічаються в природі у вільному вигляді (Au, Pt, Ag, Hg і ін.).

Галузь науки й техніки, пов'язана із процесом одержання металів з їхніх сполук, називається *металургією*. У ході всіх металургійних процесів відбувається відновлення іонів металів.

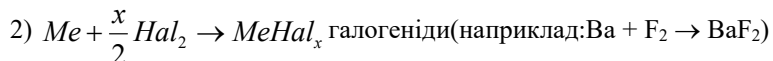
Хімічні властивості

На зовнішньому електронному рівні у металів невелика кількість електронів, тому вони, прагнучи завершити свій зовнішній енергетичний рівень, віддають електрони, виступаючи відновниками. В природі метали зустрічаються в окисленому стані у вигляді руд. Відновна сила металів залежить від кількості електронів на зовнішньому енергетичному рівні й від радіуса атома. У періодах зліва на право металічні властивості зменшуються, у головних підгрупах зверху до низу - збільшуються. Відновна активність металів у хімічних реакціях, що протікають у водяних розчинах, характеризується положенням в електрохімічному ряді напруг металів:

| Метал | Електродна реакція | ϕ , В | Метал | Електродна реакція | ϕ , В |
|-------|--|------------|----------------|--|------------|
| Cs | $\text{Cs} \rightleftharpoons \text{Cs}^{2+} + e$ | - 3,01 | Fe | $\text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 2e$ | - 0,44 |
| K | $\text{K} \rightleftharpoons \text{K}^{+} + e$ | - 2,92 | Cd | $\text{Cd} \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+} + 2e$ | - 0,40 |
| Ba | $\text{Ba} \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + 2e$ | -2,90 | Co | $\text{Co} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+} + 2e$ | - 0,28 |
| Ca | $\text{Ca} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2e$ | - 2,87 | Ni | $\text{Ni} \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + 2e$ | - 0,25 |
| Na | $\text{Na} \rightleftharpoons \text{Na} + e$ | -2,71 | Pb | $\text{Pb} \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2e$ | - 0,13 |
| Mg | $\text{Mg} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2e$ | - 2,37 | H ₂ | $\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}^{+} + 2e$ | 0,00 |
| Al | $\text{Al} \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3e$ | - 1,66 | Cu | $\text{Cu} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2e$ | + 0,34 |
| Mn | $\text{Mn} \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2e$ | - 1,18 | Ag | $\text{Ag} \rightleftharpoons \text{Ag}^{+} + e$ | + 0,80 |
| Zn | $\text{Zn} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 2e$ | - 0,76 | Hg | $\text{Hg} \rightleftharpoons \text{Hg}^{2+} + 2e$ | + 0,85 |
| Cr | $\text{Cr} \rightleftharpoons \text{Cr}^{3+} + 3e$ | - 0,74 | Au | $\text{Au} \rightleftharpoons \text{Au}^{3+} + 3e$ | + 1,50 |

Електрохімічний ряд напруг інакше називається рядом стандартних електродних потенціалів (їх значення представлені в таблиці).

Взаємодія з неметалами



3) $3Me + \frac{x}{2} N_2 \rightarrow Me_3N_x$ нітриди (наприклад лужні й лужноземельні метали, алюміній, залізо)

4) $2Me + xS \rightarrow Me_2S_x$ сульфіди (наприклад лужні й лужноземельні метали, залізо, хром, алюміній, цинк)

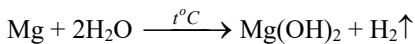
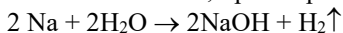
5) $3Me + xP \rightarrow Me_3P_x$ фосфіди (наприклад лужні й лужноземельні метали, алюміній)

6) $2Me + xH_2 \rightarrow 2MeH_x$ гідриди (наприклад лужні й лужноземельні метали)

7) з вуглецем - карбіди.

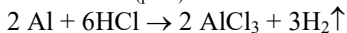
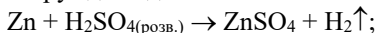
Взаємодія зі складними речовинами:

1) З водою при кімнатній температурі взаємодіють тільки лужні й лужноземельні метали, при нагріванні - деякі інші метали:



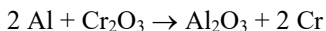
2) З кислотами:

а) Кислоти – «неокислювачі» (всі кислоти, крім концентрованої H_2SO_4 і HNO_3 будь-якої концентрації) окислюють метали, які стоять у ряді напруг до водню:

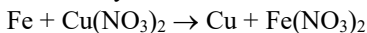


б) Продукти взаємодії металів з азотною кислотою й з концентрованою сірчаною кислотою визначаються типом металу й концентрацією кислоти. Зазвичай при взаємодії металів з концентрованою сірчаною кислотою утворюються сіль, вода та оксид сульфура (IV). При взаємодії металів з концентрованою нітратною кислотою утворюються сіль, вода та оксид нітрогену (IV), а з розбавленою нітратною кислотою – сіль, вода, оксид нітрогену (II).

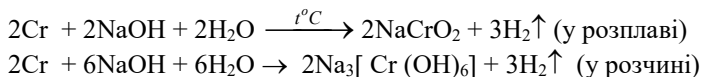
3) З оксидами (при нагріванні):



4) З розчинами солей, якщо катіон солі стоїть в ряді активності правіше металу:



5) Метали, яким відповідають амфотерні оксиди й гідроксиди, реагують із лугами (наприклад цинк, алюміній):



Завдання 2. Дайте характеристику структури та властивостей металів головних підгруп I-ї та II-ї груп таблиці Д.І. Менделєєва, їх сполук. Виберіть з якими із перерахованих речовин взаємодіє кальцій: H_2O , HCl , HNO_3 , NaOH , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, NaHSO_4 ? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

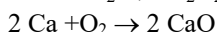
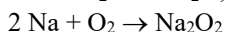
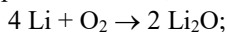
Рішення:

До лужних металів періодичної системи відносяться літій Li, натрій Na, калій K, рубідій Rb, цезій Cs і францій Fr, до лужноземельних металів – магній Mg, кальцій Ca, стронцій Sr, барій Ba, радій Ra. Це s-елементи, тому що їхні валентні електрони перебувають на s-підрівні. В природі вони як правило у вільному стані не зустрічаються.

Всі лужні й лужноземельні метали дуже активні відновники, на повітрі легко окислюються, тому зберігаються під інертним розчинником. Їхні оксиди мають загальну формулу Me_2O і MeO , проявляють основні властивості, їм відповідають гідроксиди MeOH і $\text{Me}(\text{OH})_2$ (луги, крім LiOH).

Взаємодія з неметалами

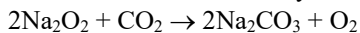
1) При взаємодії з киснем літій і лужноземельні метали утворюють оксиди, інші – пероксиди:



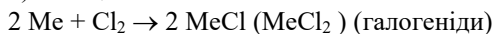
Пероксиди при нагріванні з надлишком металів переходять в оксиди:



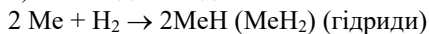
Пероксиди здатні поглинати вуглекислоту, виділяючи кисень:



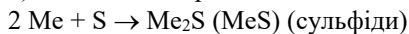
2) Реакції з галогенами:



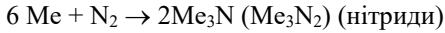
3) Взаємодія з воднем:



4) Взаємодія з сіркою:

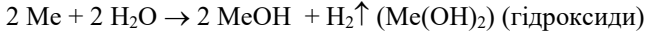


5) Взаємодія з азотом:

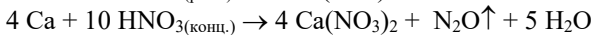
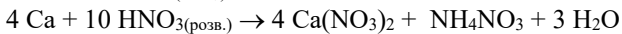
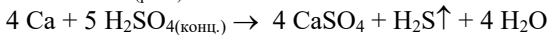
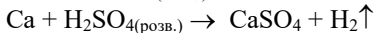
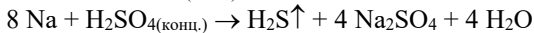
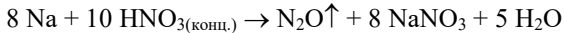


Взаємодія зі складними речовинами:

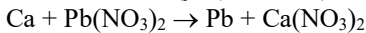
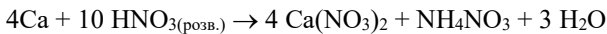
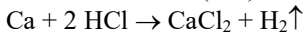
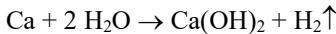
1) з водою:



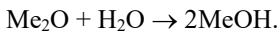
2) з кислотами – сильними окислювачами (азотною й концентрованою сірчаною) реакції протікають з виділенням продуктів відновлення азоту або сірки:



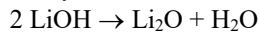
Отже:



Оксиди лужних металів легко реагують із водою з утворенням лугів.:



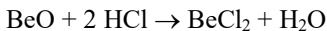
Луги реагують з багатьма органічними речовинами, тому дуже небезпечні при потраплянні на шкіру та особливо в очі. Луги стійкі до нагрівання, крім літій гідроксиду, який відщеплює воду:



Більшість солей лужних металів безбарвні та добре розчинні у воді. Солі лужних металів забарвлюють полум'я газового пальника в різні кольори: Li – в карміново-червоний, Na – в яскраво-жовтий, K – у фіолетовий, R – у синювато-червоний, Cs – у синій.

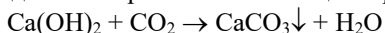
Більшість солей магнію та берилію являють собою безбарвні речовини та добре розчиняються у воді (нерозчинні тільки карбонати, фосфати та магній флуорид).

Берилій розташований у II групі головній підгрупі, він має багато спільних властивостей з елементами цієї групи (характер оксиду, гідроксиду, склад солей), але BeO та Be(OH)₂ виявляють амфотерні властивості:



Всі сполуки берилію дуже отруйні.

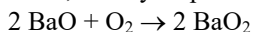
Водний розчин кальцій гідроксиду $\text{Ca}(\text{OH})_2$ називають вапняною водою. Часто вапняну воду застосовують для виявлення CO_2 за випаденням нерозчинного кальцій карбонату:



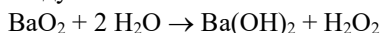
При подальшому пропусканні вуглекислого газу CaCO_3 поступово розчиняється, перетворюючись на розчинний гідрокарбонат $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$:



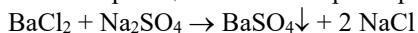
Сполуки інших лужноземельних металів мають схожі загальні властивості з магнієм та кальцієм (утворення оксидів, гідроксидів, пероксидів). Із пероксидів найбільше значення має барій пероксид BaO_2 , який утворюється при нагріванні на повітрі:



Барій пероксид може застосовуватися для добування гідроген пероксиду:



Якісною реакцією на солі барію є реакція на сульфат-іон:



Солі лужноземельних металів забарвлюють полум'я в характерні кольори: Ca – в оранжево-червоний, Sr та Ra – в карміново-червоний, Ba – у жовто-зелений.

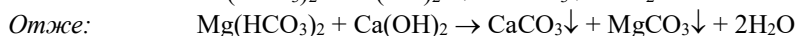
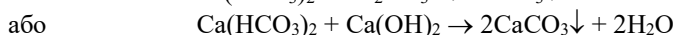
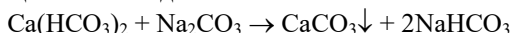
Завдання 3. Закінчіть рівняння реакції: $\text{Mg}(\text{CO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$
Які солі кальцію та магнію забезпечують твердість води?

Рішення.

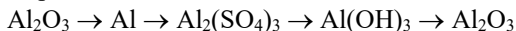
Твердість води – це сукупність властивостей природної води, обумовлених наявністю в ній катіонів Ca^{2+} та Mg^{2+} . Розрізняють тимчасову (карбонатну) твердість, обумовлену наявністю кальцій та магній гідрокарбонатів, та постійну (некарбонатну) твердість, обумовлену наявністю інших розчинних солей кальцію та магнію. Карбонатну твердість можна усунути кип'ятінням води (карбонати кальцію та магнію випадають в осад):



Твердість води також можна усунути додаванням до води речовин, які осаджують катіони Ca^{2+} та Mg^{2+} у складі солей, наприклад додаванням кальцинованої соди:



Завдання 4. Дайте характеристику металів головної підгрупи III-ї групи таблиці Д.І. Менделєєва, їх сполук. Здійсніть наступні перетворення:



Рішення:

Алюміній – р-елемент головної підгрупи III групи періодичної системи. Це найпоширеніший у природі метал. Найважливіші природні сполуки – алюмосилікати, зокрема – нефелін $(\text{Na},\text{K})_2[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$, корунд Al_2O_3 , боксити (містять до 60 % Al_2O_3), криоліт – Na_2AlF_6 . До металів III групи головної підгрупи ще відносяться галій Ga, індій In, талій Tl. Зустрічаються в природі як домішки до різних мінералів (розсіяні елементи).

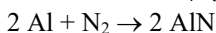
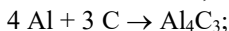
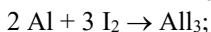
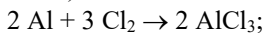
Електронна будова останнього енергетичного рівня атомів: ns^2np^1 . Валентність постійна й дорівнює III. Ступені окислення: 0, +3.

Алюміній – сріблясто-білий метал, легкий, механічно міцний і дуже пластичний. Має високу електро- і теплопровідність, температура плавлення 650 °C.

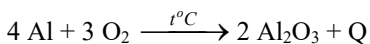
Алюміній - сильний відновник (поступається тільки металам s-елементам).

Хімічні властивості:

1. Взаємодія з простими речовинами - неметалами (при нагріванні).

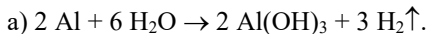


Алюміній з'єднується з киснем вже за звичайної температури; при цьому поверхня його покривається оксидною плівкою Al_2O_3 і далі окислення не протікає, тому що цьому протидіє плівка. Мілкоподріблений алюміній при нагріванні згорає на повітрі яскравим полум'ям, виділяючи багато тепла:

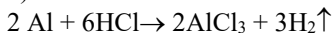


2. Взаємодія і складними речовинами.

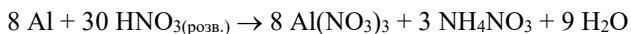
Алюміній при нагріванні й руйнуванні оксидної плівки взаємодіє з водою (а), з кислотами (б) і з лугами (в).



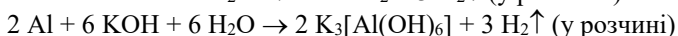
б) з кислотами - «неокислювачами»:



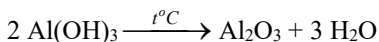
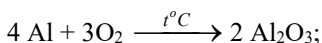
За звичайних умов алюміній пасивується концентрованими сірчаною й азотною кислотами, але взаємодіє з розведеними кислотами:



в) взаємодія з лугами:

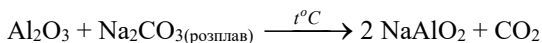
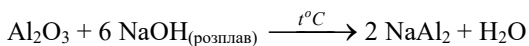
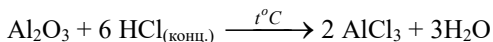


Оксид алюмінію Al_2O_3 одержують спалюванням алюмінію в кисні або прожарюванням гідроксиду алюмінію:

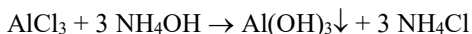


Природною сировиною в промисловості для одержання Al_2O_3 є боксити або нефеліни.

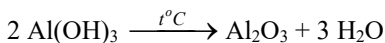
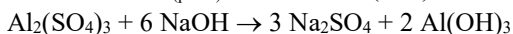
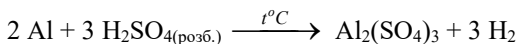
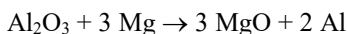
Оксид алюмінію не розчиняється у воді. Повільно реагує з кислотами й лугами у водному розчині, але легко реагує з лугами в розплаві, виявляючи амфотерні властивості:



Al(OH)_3 одержують дією луку або гідроксиду амонію на солі алюмінію:

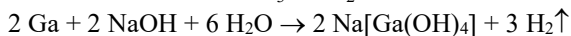
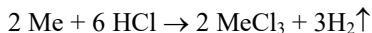


Отже:

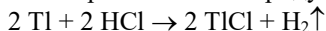


Галій, індій, талій досить активні за своїми хімічними властивостями, в електрохімічному ряді металів розташовані зліва від

Гідрогену. Галій та індій стійкі на повітрі, а талій вкривається чорною плівкою оксиду Tl_2O . У присутності вологи всі три метали схильні до корозії. Метали розчиняються в кислотах, а галій, крім того, розчинний у лугах:

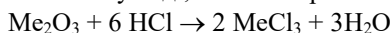


Хлоридна кислота реагує із талієм повільно внаслідок утворення плівки малорозчинного хлориду:

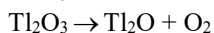


Із хлором та бромом метали взаємодіють за звичайних умов, а з йодом, киснем та сіркою – при нагріванні. При цьому галій та індій утворюють сполуки в ступені окислення +3, а талій – у ступенях окислення +1 та +3.

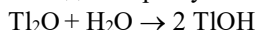
Оксиди Ga_2O_3 – білий, Sn_2O_3 – жовтий, Tl_2O_3 – коричневий не розчиняються у воді, але легко розчинні в мінеральних кислотах:



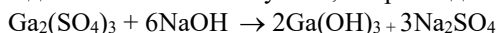
Tl_2O_3 – сильний окисник, при нагіванні розкладається:



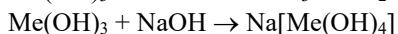
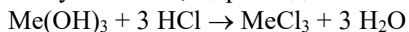
Оксид Tl_2O реагує з водою з утворенням лугу $TlOH$:



Гідроксиди утворюються у вигляді драглистих осадів при взаємодії солей металів із лугами, наприклад:



Гідроксиди галію та індію амфотерні. Кислотні властивості галію виражені сильніше, а індію – слабше, ніж алюмінію. Усі гідроксиди розчинні у кислотах, гідроксиди галію та індію розчинні також у лугах:



Усі сполуки талію дуже отруйні.

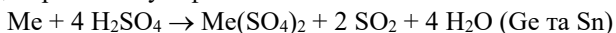
Завдання 5. Охарактеризуйте метали IV групи головної підгрупи. У чому полягає їхня металева активність? Покажіть як простежуються зміни у властивостях цих елементів?

Рішення:

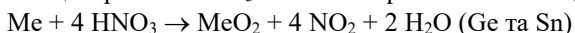
До IV групи головної підгрупи належать Германій (Ge), Станум (Sn), Плюмбум (Pb). Усі три метали світло-сірого, сурого та блакитно-сіруватого кольору. Германію притаманні перехідні властивості (напівпровідник). Стануму властиві різні алотропні модифікації (біле,

сіре олово). При низьких температурах стійка алотропна модифікація Станума, що являє собою сірий порошок. Перехід олова в цю форму відбувається дуже повільно, але сильно прискорюється при стиканні звичайного олова з уже перетвореним. Оскільки процес нагадує «зараження» олов'яних предметів, це явище було названо «олов'яною чумою».

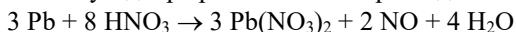
Усі три метали помірно активні. Хімічна активність зростає від Германію до Плюмбуму. Ge та Sn краще за все розчиняються в гарячій концентрованій сульфатній кислоті:



Концентрована HNO_3 окиснює германій та олово до діоксинів:



Плюмбум добре розчиняється в розведеній нітратній кислоті:



Концентрованою HNO_3 плюмбум навпаки пасивується. Sn та Pb мають амфотерні властивості, реагують із розчинами лугів з утворенням гідроксокомплексів:



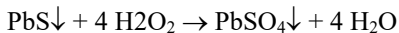
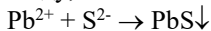
При окисненні утворених $\text{K}_2[\text{Me}(\text{OH})_4]$ виходять $\text{K}_2[\text{Me}(\text{OH})_6]$.

Усім трьом металам притаманні два типи оксидів: MeO та MeO_2 . Крім того, плюмбум утворює яскраво-червоний змішаний оксид Pb_3O_4 (сурик).

Відомі гідроксиди двох типів: $\text{Me}(\text{OH})_2$ та $\text{Me}(\text{OH})_4$. Гідроксиди $\text{Sn}(\text{OH})_2$ та $\text{Pb}(\text{OH})_2$ амфотерні.

Відомі галогеніди двох типів: MeHal_2 та MeHal_4 . Сполуки Стануму (II) є сильними відновниками, сполуки Плюмбуму (IV) – сильними окисниками. Сполуки плюмбуму дуже отруйні.

Якісні реакції на солі Плюмбуму (II): іони Pb^{2+} утворюють із сульфід-іоном чорний осад, який білішає в присутності гідроген пероксиду, окислюючись до плюмбум (II) сульфату:

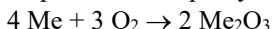


Завдання 6. Охарактеризуйте метали V групи головної підгрупи. Покажіть як простежуються зміни у властивостях цих елементів?

Рішення:

До цієї групи елементів належать Арсен (As), Стибій (Sb), Бісмут (Bi). Миш'як – за звичайних умов тверда речовина. Сурьма та вісмут –

сріблясті метали. As, Sb, Bi за звичайних умов мало реакційно здатні. При нагріванні вони реагують з киснем, сіркою та галогенами.



Миш'як, сурма та вісмут не витісняють водень із кислот. Сурма реагує з розведеною та концентрованою HNO_3 із утворенням осадів $xSb_2O_3 \cdot yH_2O$ і $xSb_2O_5 \cdot yH_2O$. Вісмут розчиняється в розведеній HNO_3 ; концентрована нітратна кислота його пасивує.

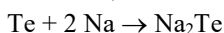
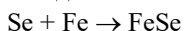
Сполуки арсену за властивостями нагадують сполуки Фосфору. Арсін AsH_3 , стибін SbH_3 , бісмутин BiH_3 – безбарвні нестійкі отруйні гази з неприємним запахом, сильні відновники. Для оксигеновмісних сполук відомі Me_2O_3 та Me_2O_5 . Нижчі оксиди виявляють основні (Bi_2O_3) або амфотерні (As_2O_3 , Sb_2O_3) властивості, вищі оксиди – кислотні. Арсену відповідає арсенітна (H_3AsO_3) та арсенатна (H_3AsO_4) кислоти. Остання є слабким окисником. Стибатна кислота H_3SbO_4 та солі нестійкої у вільному вигляді бісмутатної кислоти – бісмутити (наприклад $NaBiO_3$) виступають як сильні окисники. Солі зазвичай безбарвні та малорозчинні у воді. Усі сполуки Арсену, Стийю та Бісмуту дуже отруйні.

Завдання 7. Охарактеризуйте елементи VI групи головної підгрупи. Покажіть схожість та різницю у властивостях цих елементів?

Рішення:

До цієї групи належать Селен (Se), Телур (Te) та Полоній (Po). Селен та Телур існують у кількох алотропних модифікаціях, з яких найстікішими є сіра для Se (тверда речовина) та срібляста металоподібна для Te (з металічним блиском). Полоній – сріблястий метал, радіоактивний.

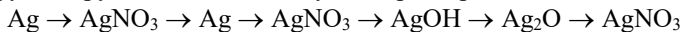
Хімічні властивості селену, телуру та їх сполук нагадують властивості сірки та сполук Сульфуру. Прості речовини при нагріванні реагують з киснем (з утворенням твердих MeO_2) та галогенами. При сплавленні з металами Se та Te утворюють селеніди та телуриди, наприклад:



Полоній хімічно досить активний, реагує із водою. Оксиди селену та телуру мають загальний вигляд: MeO_2 та MeO_3 . оксиди селену є окисниками середньої сили. Важливими сполуками селену та телуру є кислоти: селенітна (H_2SeO_3), телуритна (H_2TeO_3), селенатна (H_2SeO_4), телуратна (H_2TeO_4) та їхні солі. Селенатна та телуратна кислоти, на відміну від сульфатної, є окисниками вже у розведених водних

розчинах. Селенатна кислота за силою перевищує сульфатну. Сполуки Селену дуже отруйні.

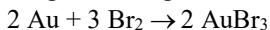
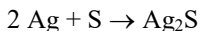
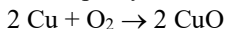
Завдання 8. Дайте характеристику металів побічних підгруп таблиці Д.І. Менделєєва. Опишіть хімічну поведінку металів побічної підгрупи І групи. Здійсніть наступні перетворення:



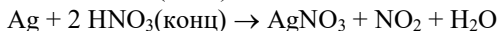
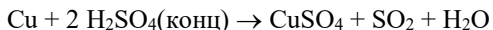
Рішення:

Всі елементи побічних підгруп належать до d-елементів. Їх атоми на зовнішньому енергетичному рівні містять звичайно по два електрони. Це обумовлює їх металічний характер і відмінності від елементів головних груп. Маючи незавершений d-підрівень другого зовні енергетичного рівня, ці елементи виявляють різноманітний ступінь окислення, який не завжди дорівнює номеру групи.

Метали побічної підгрупи І групи: Купрум, Аргентум, Аурум дуже слабкі за хімічною активністю. На повітрі Ag та Au не змінюються, Cu вкривається зеленим нальотом, який складається із основних купрум карбонатів. Із киснем при нагріванні безпосередньо сполучається лише мідь, із сіркою – мідь та срібло, із галогенами – всі три метали реагують за звичайних умов:



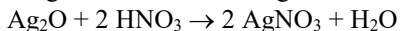
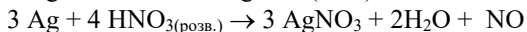
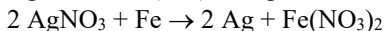
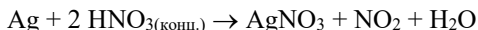
За відсутності окисників всі три метали не розчиняються у кислотах. Мідь та срібло розчиняються у концентрованих H_2SO_4 та HNO_3 :



Золото розчиняється в царській водці:



Отже:

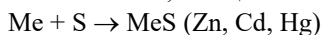


Завдання 9. У чому особливості структури та хімічної поведінки металів побічної підгрупи II групи таблиці Д.І. Менделєєва? Небезпечність цих металів.

Рішення.

До металів d-елементів II групи побічної підгрупи належать цинк, кадмій, ртуть. Це єдині d-елементи, в яких заповнений перед зовнішній рівень, а на зовнішньому рівні, як і у багатьох d-елементів, розташовується два електрони. У зв'язку з цим вони виявляють валентність у сполуках, яка дорівнює тільки двом.

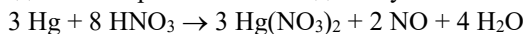
За хімічними властивостями цинк та кадмій – метали середньої активності, ртуть – малоактивний. При нагріванні на повітрі цинк та кадмій утворюють оксиди MeO, ртуть повільно окислюється з утворенням окиду HgO. Метали реагують з галогенами та сіркою. Ртуть (внаслідок рідкого агрегатного стану) реагує за звичайних умов значно легше, ніж цинк та кадмій:



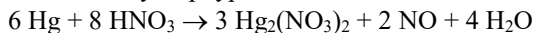
У кислотах цинк розчиняється швидко, кадмій важче, а ртуть розчинний тільки в кислотах або сумішах, які є сильними окисниками (HNO₃, царська водка):



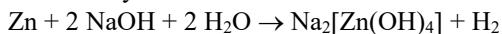
Продукти взаємодії ртуть з нітратною кислотою залежать від співвідношення реагентів. За надлишку кислоти:



За надлишку ртуть:



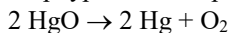
Цинк на відміну від кадмію та ртуть, розчинний у розчинах лугів та моніаку:



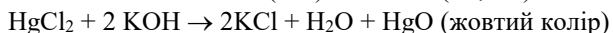
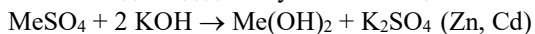
Оксиди цих металів ZnO – білий, CdO – коричневий, HgO – червоний не розчинні у воді, але реагують з кислотами:



Ртуть оксид при нагріванні легко розкладається:



Гідроксиди цинку та кадмію виділяються у вигляді білих драглистих осадів під дією лугів на солі цих металів:



Гідроксиди реагують з кислотами з утворенням солей, цинк гідроксид також взаємодіє з розчинами лугів:



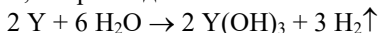
Багато солей кадмію, цинку та ртуті розчинні у воді, схильність до комплексоутворення у цих металів сильно виражена. Наявність валентності (II) дає можливість цим металам заміщувати біологічно важливі елементи-метали в біокомплексах. Розчинні сполуки ртуті, а також сам ртуть сильно отруйні.

Завдання 10. У чому особливості структури та хімічної поведінки металів побічної підгрупи III групи таблиці Д.І. Менделєєва?

Рішення.

Скандій (Sc), Ітрій (Y), Лантан (La), Актиній (Ac) у природі зустрічаються головним чином як домішки до певних мінералів.

Всі чотири метали активні, їх металева активність збільшується згори донизу у підгрупі. Вони реагують з кислотами з утворенням солей. Ітрій, лантан і актиній повільно реагують з водою з виділенням водню, наприклад:



При нагріванні ці метали згорають у кисні з утворенням оксидів Me_2O_3 та в галогенах з утворенням галогенідів MeHal_3 (F, Cl, Br). Оксиди реагують за рівнянням:



Гідроксид Скандію має амфотерний характер, Ітрій – основний, Лантану – сильно основний. Гідроксид скандію розчинний у гарячих концентрованих розчинах лугів, але утворені скандію повністю гідролізуються:

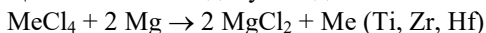


Завдання 11. У чому особливості структури та хімічної поведінки металів побічної підгрупи IV групи таблиці Д.І. Менделєєва?

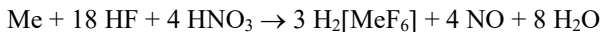
Рішення.

До цієї підгрупи належать титан (Ti), цирконій (Zr), гафній (Hf) – важко плавкі сріблясті метали.

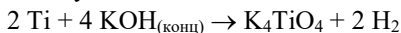
Ці метали можна добути відновленням їх хлоридів магнієм:



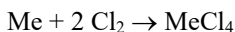
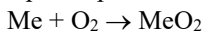
Всі вони досить інертні при звичайній температурі. Вони погано розчиняються у всіх кислотах, крім HF. Можна перевести їх у розчин взаємодією з сумішшю флуоридної та нітратної кислот:



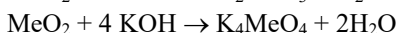
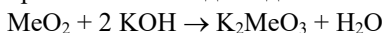
Титан амфотерний та повільно розчиняється в концентрованих розчинах лугів:



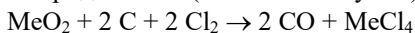
При нагріванні всі три метали реагують із киснем та хлором:



Сполуки всіх трьох металів розчиняються лише у флуоридній кислоті. При сплавленні з лугами діоксиди MeO_2 утворюють суміш солей різних кислот відповідних елементів:

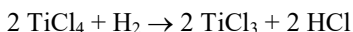


Хлориди MeCl_4 (за звичайних умов) можна добути за реакцією:



Вони повністю гідролізуються водою. Цим елементам притаманні солі катіонів MeO^{2+} . Катіони TiO^{2+} , ZrO^{2+} , HfO^{2+} називаються катіонами *титаніла*, *цирконіла*, *гарніла*.

Велике значення мають сполуки титану, в яких він виявляє ступінь окислення +3. Сполуку TiCl_3 можна добути відновленням TiCl_4 воднем:

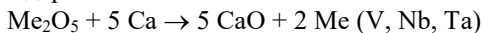


Завдання 12. У чому особливості структури та хімічної поведінки металів побічної підгрупи V групи таблиці Д.І. Менделєєва?

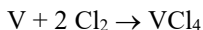
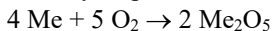
Рішення.

До цієї групи належать Ванадій (V), Ніобій (Nb), Тантал (Ta).

Одержання можливе за схемою:



Ванадій – важкоплавкий сірий метал, Ніобій та Тантал – блискучі важкоплавкі метали. Усі вони реагують з киснем та хлором при нагріванні, утворюючи оксиди та галоганіди:



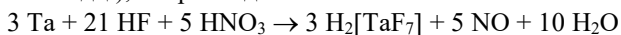
Ці оксиди при сплавленні з лугами дають солі різних кислот Ванадію, Ніобію та Танталу:

$\text{Me}_2\text{O}_5 + 2 \text{KOH} \rightarrow 2 \text{KMeO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (V, Nb, Ta) – метаванадати, метаніобати, метатанталати

$\text{Me}_2\text{O}_5 + 6 \text{KOH} \rightarrow 2 \text{K}_3\text{MeO}_4 + 3 \text{H}_2\text{O}$ (Nb, Ta) – ортоніобати, ортотанталати

Розчини солей ванадію, де він входить до складу кислотного залишку, мають жовте або оранжеве забарвлення. Кольори гідратованих іонів: V^{2+} – фіолетовий, V^{3+} – зелений, VO^{2+} – синій, $V_3O_9^{3-}$ – оранжевий.

Ніобій та Тантал досить інертні, розчиняються тільки в розчинах HF або сумішах HF з кислотами-окисниками (нерозчинні навіть у царській водці), наприклад:



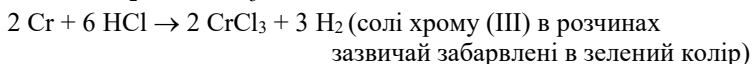
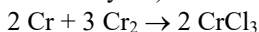
Завдання 13. У чому особливості структури та хімічної поведінки металів побічної підгрупи VI групи таблиці Д.І. Менделєєва?

Рішення.

До цієї групи елементів належать Хром (Cr), Молібден (Mo), Вольфрам (W). Вони представляють собою сріблясто-сірі метали. W – найбільш важкоплавкий з металів.

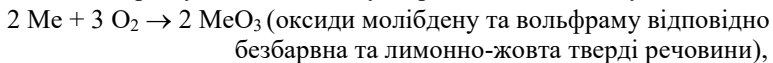
Хром досить активний метал. Він реагує з киснем та хлором при нагріванні, легко розчиняється у більшості сильних кислот:

$4 Cr + 3 O_2 \rightarrow 2 Cr_2O_3$ (зелена тверда речовина, нерозчинна в кислотах та лугах)

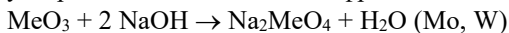


Нітратна кислота будь-якої концентрації хром пасивує.

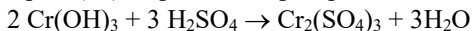
За звичайних умов молібден та вольфрам досить інертні. Але при нагріванні вони реагують з киснем і утворюють оксиди типу:



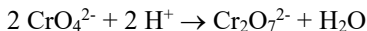
не розчиняються у воді та кислотах, але розчиняються у лугах з утворення молібдатів та вольфраматів:



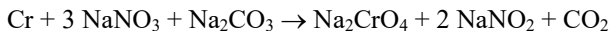
Хром (III) гідроксид амфотерний:



Для металів цієї групи характерні кислоти: хроматна H_2CrO_4 (солі забарвлені в жовтий колір), дихроматна $H_2Cr_2O_7$ (солі забарвлені в оранжевий колір), вони існують тільки у розчинах, де встановлюється рівновага:



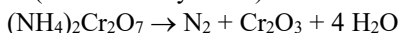
У лужному середовищі стійкішими є хромати, в кислому – дихромати. Хромати можна добути за реакцією:



Хромати та особливо дихромати – сильні окисники:

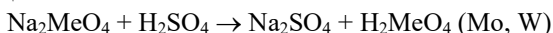


Амоній дихромат при нагріванні розкладається з виділенням енергії («хімічний вулкан»):



Сполуки Хрому, особливо Cr (VI), отруйні.

Для Молібдена та Вольфрама відомі молібдатна H_2MoO_4 та вольфраматна H_2WO_4 кислоти, нерозчинні у воді. Їх добувають за реакцією:



Особливістю Молібдену та Вольфраму є властивість утворювати стійкі полімолібдат- та полівольфрамат-іони, в яких Мо та W перебувають у ступені окислення +6.

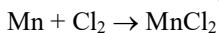
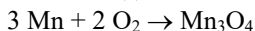
Завдання 14. У чому особливості структури та хімічної поведінки металів побічної підгрупи VII групи таблиці Д.І. Менделєєва?

Рішення.

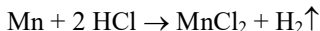
До цієї групи елементів належать Манган (Mn), Технецій (Tc), Реній (Re). Манган представляє собою сріблястий метал. Технецій – перший елемент, добутий штучним шляхом, сріблястий, важкоплавкий.

Реній не утворює власних мінералів (розсіяний елемент), його сполуки зустрічаються у вигляді домішок до інших мінералів, Tc радіоактивний.

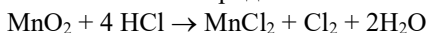
За хімічними властивостями Манган – активний метал. Він активно взаємодіє з багатьма неметалами при нагріванні:



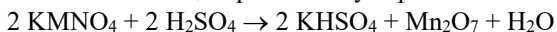
Манган легко розчиняється у розведених кислотах з виділенням водню:



Манган (IV) оксид – чорна тверда речовина. Він є окисником, при нагріванні окислює хлорид-іони:



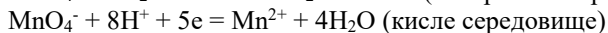
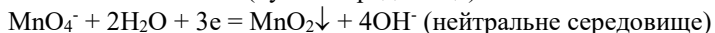
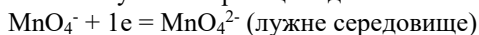
Манган (VII) оксид – темно-зелена, нестійка, дуже агресивна рідина, є дуже сильним окисником. Її можна добути взаємодією перманганатів із концентрованою сульфатною кислотою:



Нітратна кислота окислює Манган до сильної перманганатної кислоти:



Водні розчини HMnO_4 та її солей (перманганатів), як правило, забарвлені у яскраво-малиновий колір. Перманганати є дуже сильними окисниками. Залежно від кислотності середовища вони відновлюються до різних сполук. Напівреакції відновлення мають такий вигляд:

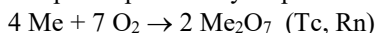


Розклад перманганатів при нагріванні має таке рівняння реакції:



Кристалогідрати Мангану (II) часто мають світло-рожевий колір.

Технецій та Реній – малоактивні метали. Вони взаємодіють із киснем при нагріванні з утворенням вищих оксидів:



Поміж їх оксидів найважливішими є: Tc_2O_7 , Re_2O_7 , TcO_2 , TcO_3 , ReO_2 , ReO_3 , Re_2O_5 .

Ці метали утворюють велике число сполук із галогенами. Для Ренію відомі галогеніди, в яких метал перебуває у всіх проміжних ступенях окислення від +3 до +7.

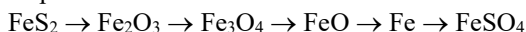
Солі катіонів Tc^{2+} та Re^{2+} невідомі, але Технецій та особливо Реній утворюють величезну кількість комплексних аніонів: $\text{Na}[\text{ReOCl}_4]$; $\text{K}_2[\text{ReH}_9]$; $\text{K}_2[\text{Tc}(\text{CN})_6]$.

Пертехнатну (HTcO_4) та перренатну (HReO_4) кислоти можна добути за реакціями:



Солі цих кислот – пертехнати та перренати – є слабкими окисниками.

Завдання 15. Опишіть хімічну поведінку металів побічної підгрупи VIII групи таблиці Д.І. Менделєєва. Здійсніть наступні перетворення:



Рішення:

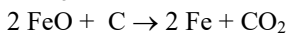
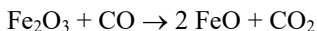
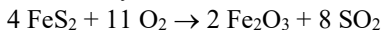
Залізо – d-елемент, знаходиться в побічній підгрупі VIII групи періодичної системи. Найпоширеніший у природі метал після алюмінію. Входить до складу багатьох мінералів: бурий залізняк $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, червоний залізняк (гематит) Fe_2O_3 , магнітний залізняк (магнетит) Fe_3O_4 , пірит Fe .

Електронна будова атома: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$

Валентність II, III, (VI).

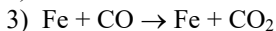
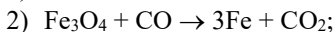
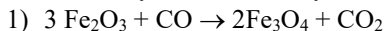
Ступені окислення: 0, +2, +3, +6 (тільки у фератах K_2FeO_4)

Залізо можна одержати відновленням оксидів феруму при нагріванні, а також електролізом розчинів його солей. Доменний процес - одержання заліза у вигляді сплавів з вуглецем (чавун або сталь): спочатку з руд (пірит) добувають ферум (III) оксид, потім відновлюють вугіллям:

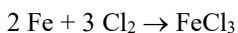
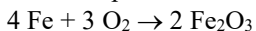


Утворене залізо із великим вмістом Карбону (більш ніж 2 %) називається чавуном. Чавун дуже твердий та крихкий. Після видалення частини Карбону з чавуну за реакцією: $C + O_2 \rightarrow CO_2$ дістають ковке залізо.

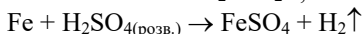
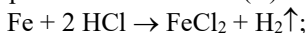
Стаями називають сплави на основі заліза, які містять 0,5 – 1,5 % Карбону. Сталі також можуть містити легуючі домішки (інші метали).



Ферум – метал середньої активності. Властивості заліза значно залежать від наявності в ньому домішок. Надчисте залізо практично не піддається корозії. Залізо при нагріванні реагує з неметалами:

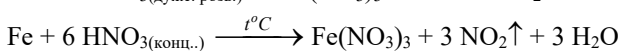
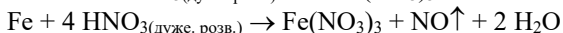


Ферум витісняє водень із розведених соляної й сірчаної кислот з утворенням солей заліза (II):

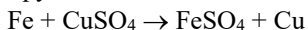


Висококонцентровані сірчана й азотна кислоти за звичайної температури з залізом не реагують внаслідок його пасивації.

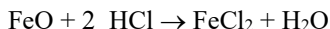
Розведеною азотною кислотою залізо окислюється до Fe^{3+} , продукти відновлення HNO_3 залежать від її концентрації й температури:



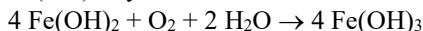
Реакція з розчинами солей металів, що стоять правіше заліза в електродхімічному ряді напруг металів:



Сполуки феруму: FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄ виявляють основні властивості:

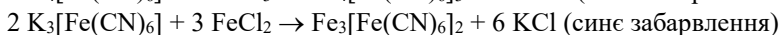
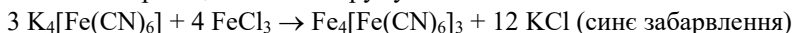


Fe(OH)₂ дуже швидко окислюється на повітрі до бурого Fe(OH)₃:

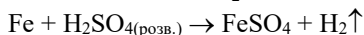
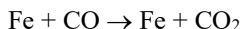
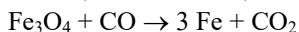
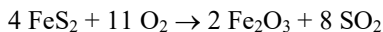


Серед комплексних сполук Феруму найбільш розповсюджені калій гексаціаноферат (II) K₄[Fe(CN)₆] (червона кров'яна сіль) та калій гексаціаноферат (III) K₃[Fe(CN)₆] (жовта кров'яна сіль).

Якісні реакції на іони Феруму:



Отже:

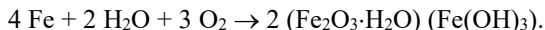


Завдання 16. Що таке корозія? Роз'ясніть це поняття. Які Ви знаєте засоби захисту від корозії?

Рішення.

Метали піддаються корозії. Під корозією розуміють руйнування металу під дією навколишнього середовища. Це самочинний окислювально-відновний процес. За механізмом перебігу руйнування розрізняють два типи корозії: хімічну й електрохімічну.

Хімічною корозією називається руйнування металу окисленням його в навколишньому середовищі (взаємодія з газами і неелектролітами) без виникнення електричного струму в системі. Наприклад: у присутності вологи та кисню повітря залізо піддається корозії:



Утворений гідратований оксид (іржа) дуже крихкий та пористий, тому він не запобігає подальшому коронуванню заліза.

Електрохімічною корозією називається руйнування металу в середовищі електроліту з виникненням усередині системи електричного струму. У цьому випадку поряд з хімічними процесами (відщепленням електронів) відбуваються і електричні (перенесення електронів від однієї ділянки до іншої). Прикладом електрохімічної

корозії може бути корозія заліза в контакті з міддю в розчині електроліту – соляної кислоти (тобто при високій концентрації іонів водню H^+). При такому контакті виникає гальванічний елемент.

Способи захисту від корозії:

- 1) механічний – вкривання поверхні щільною плівкою фарби. Таким чином досягається ізоляція металу від навколишнього середовища;
- 2) хімічний – обробка окисниками (наприклад Na_2CrO_4) для створення щільної плівки оксиду, яка захищатиме метал від дії на нього кисню та вологи;
- 3) електрохімічний – вкривання металу тонким шаром активнішого металу (приміром, цинку для заліза). При стиканні двох металів виникає гальванічна пара. При дії на таку пару окисників у першу чергу руйнується активніший метал.

Деякі метали при контакті з киснем повітря в агресивному середовищі переходять у пасивний стан, при якому різко уповільнюється корозія. У таких випадках на поверхні металу утворюється щільна захисна оксидна плівка, яка перешкоджає контакту металу з середовищем. Захисна плівка завжди є на поверхні алюмінію. Подібні плівки у сухому повітрі утворюються також на Be , Cr , Zn , Ta , Ni , Cu та інших металах. Кисень є найбільш поширеним пасиватором. Пасивуванням пояснюється корозійна стійкість нержавіючих сталей та сплавів.

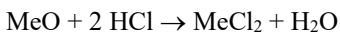
Завдання 17. Опишіть хімічну поведінку металів побічної підгрупи VIII групи таблиці Д.І. Менделєєва.

Рішення.

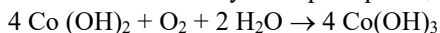
Окрім Феруму до VIII-ї групи побічної підгрупи належать Кобальт (Co) і Нікол (Ni). Вони утворюють родину Феруму; Рутеній (Ru), Родій (Rh), Паладій (Pd) утворюють родину паладію; Осмій (Os), Шридій (Ir), Платина (Pt) утворюють родину платини.

Це білі метали із сірим (Co , Ru , Pd , Os , Pt) та сріблястим (Ni , Rh , Ir) відтінком. Чистий Ni , Pd , Pt , Rh дуже ковкі, а Co , Ru , Os , Ir – тверді та крихкі. Нікол та Кобальт за звичайних умов феромагнітні. Рутеній., Родій, Паладій, Осмій, Іридій, Платина належать до рідких та розсіяних елементів.

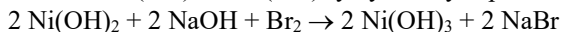
Оксиди Кобальту та Ніколу нерозчинні у воді та розчинах лугів, розчиняються в кислотах:



Гідроксиди $\text{Co}(\text{OH})_2$ та $\text{Ni}(\text{OH})_2$ випадають в осад під дією лугів на відповідні солі. Вони нерозчинні в розчинах лугів та легко розчиняються в кислотах із утворенням солей. $\text{Co}(\text{OH})_2$ повільно окислюється на вологому повітрі за реакцією:



Гідроксиди $\text{Co}(\text{OH})_3$ та $\text{Ni}(\text{OH})_3$ утворюються під дією сильних окисників на $\text{Co}(\text{OH})_2$ та $\text{Ni}(\text{OH})_2$ у лужному середовищі:

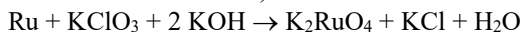


Гідроксиди $\text{Co}(\text{OH})_3$ та $\text{Ni}(\text{OH})_3$ – амфотерні:



Катіони Me^{2+} та Me^{3+} є комплексоутворювачами. Вони утворюють комплекси із координаційним числом 4 та 6. Найважливіші з них: $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$; $\text{Co}_2(\text{CO})_8$, $\text{Ni}(\text{CO})_4$.

Всі платинові метали досить інертні. Найбільш реакційно здатними з них є Pd та Pt. За звичайних умов лише Os окислюється на повітрі, а при нагріванні до 500°C лише у Pt на поверхні утворюється плівка оксиду PtO_2 . Усі платинові метали не витісняють водень із кислот. Паладій розчиняється в концентрованій нітратній кислоті, Pt та Os розчиняються в царській водці. Усі платинові метали можна перевести в розчинні солі сплавленням їх із сумішню лугу та окисника (такого як NaNO_3 та KClO_3):



Із оксидів платинових металів найважливіші оксиди складу MeO_2 та MeO_4 . Оксид OsO_4 – жовтувата летка речовина. Жовтий RuO_4 можна добути шляхом окиснення рутенатів (солей рутенової кислоти H_2RuO_4) сильними окисниками.

Гідроксиди цих металів – забарвлені малорозчинні у воді речовини, аморфні. У вищих ступенях окислення виявляють кислотні властивості.

Галогеніди утворюються при реагуванні цих металів із фтором та хлором при сильному нагріванні. Із фтором утворюються гексафлуориди MeF_6 (за винятком паладію, його вищий флуорид PdF_4), із хлором – три хлориди MeCl_3 (за винятком паладію PdCl_2 та платини PtCl_4).

Платинові метали схильні до утворення комплексних сполук. Серед цих комплексів зустрічаються сполуки із різними координаційними числами (3, 4, 6) та різними ступенями окислення металів (від 0 до +8), наприклад: $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$, $\text{Cs}_2[\text{RhCl}_5\text{CO}]$, $(\text{NH}_4)_2[\text{OsO}_3\text{Cl}_2]$, $[\text{Ru}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_3]$.

Хімія неметалів.

Завдання 1. Розчини яких з перерахованих нижче речовин можна використати для одержання водню: H_2SO_4 , NaHCO_3 , NaOH , NaCl , HCl ?

Рішення:

Гідроген – елемент I групи I періоду періодичної системи. Природний гідроген складається із двох стабільних ізотопів: протію ^1H (>99,9 %) і дейтерію $^2\text{H}(\text{D})$ (<0,1 %). Штучним шляхом одержують нестійкий радіоактивний ізотоп тритій $^3\text{H}(\text{T})$.

Це найпоширеніший елемент Всесвіту. У вільному вигляді на Землі зустрічається рідко, в основному - у вигляді сполук з неметалами (вода, нафта, природний газ).

Електронна будова атома: $1s^1$

Валентність I.

Ступені окислення: -1, 0, +1

У промисловості водень одержують такими способами:

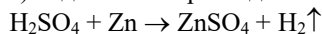
- взаємодією водяної пари з розпеченим коксом і далі з оксидом карбону (II) (нагрівання, каталізатор);
- конверсією метану з водяною парою (каталізатори Ni , MgO , Al_2O_3);
- ферум-паровим методом;
- електролізом води;
- крекінгом вуглеводнів.

У лабораторних умовах водень можна одержати наступними методами:

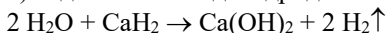
1) Відновленням води активними металами:

- а) $2 \text{H}_2\text{O} + \text{Ca} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\uparrow$ (лужні й лужноземельні);
- б) $\text{H}_2\text{O} + \text{Mg} \rightarrow \text{MgO} + \text{H}_2\uparrow$ (нагрівання, інші активні метали);
- в) $6 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{Al} + 6 \text{NaOH} \rightarrow 2 \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + \text{H}_2\uparrow$

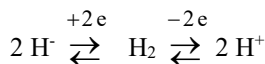
2) Відновлення розведених кислот металами (окрім HNO_3):



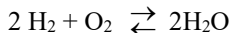
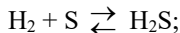
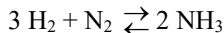
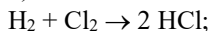
3) Відновлення води гідридами активних металів:



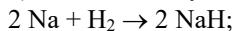
Хімічні властивості водню визначаються умовами протікання процесу. У звичайних умовах малоактивний, реагує тільки із фтором. При нагріванні вступає у взаємодію практично з усіма елементами основних підгруп (окрім інертних газів), виявляючи властивості відновника у реакції з неметалами й окислювача - з активними металами.



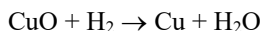
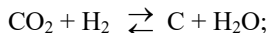
1) Взаємодія з неметалами:



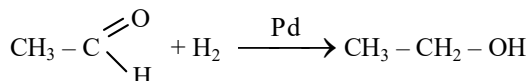
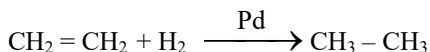
2) Взаємодія з лужними й лужноземельними металами:



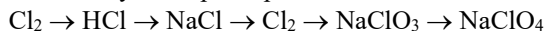
3) Взаємодія з оксидами неметалів і малоактивних металів:



4) Приєднання до органічних сполук:



Завдання 2. Дайте характеристику галогенів – елементів-неметалів головної підгрупи VII-ї групи таблиці Д.І. Менделєєва. Здійснити наступні перетворення:



Рішення:

До галогенів відносяться елементи: флуор F, хлор Cl, бром Br, йод I. Галогени – неметали, розташовані в головній підгрупі VII групи періодичної системи.

Електронна будова зовнішнього шару – ns²np⁵ (n - номер періоду).

Характерна валентність дорівнює I, у збудженому стані можлива поява 3, 5, 7 валентних електронів (за винятком флуору).

Ступені окислювання: - 1, 0 (F); -1, 0, +1, +3, +5, +7 (Cl, Br, I).

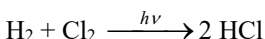
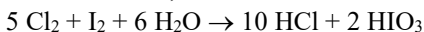
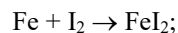
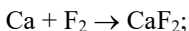
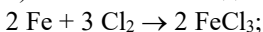
Позитивні ступені окислення галогени виявляють у сполуках з більш електронегативним елементом – киснем (НХО, НХО₂, НХО₃, НХО₄) або більш активним галогеном (FCl).

Галогени широко поширені в природі у вигляді солей (NaCl, KCl, MgCl₂, CaF₂ і ін.), знаходяться в морській воді; у вільному стані не зустрічаються.

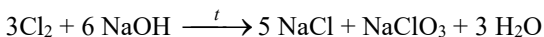
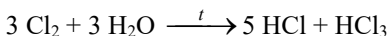
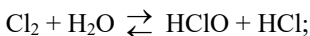
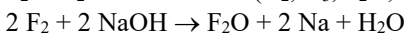
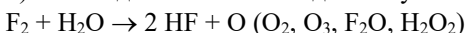
Хімічні властивості.

При переході від флуору до йоду зростає радіус атома, зменшується електронегативність, слабшають окисні властивості галогенів і підсилюються відбудовні властивості їхніх іонів.

1) Галогени взаємодіють із металами й неметалами:



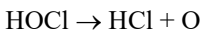
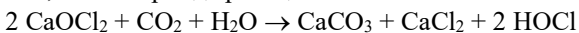
2) Взаємодія галогенів з водою й лугами (диспропорціонування):



Хлорне вапно
Загальна формула Ca(OCl)₂

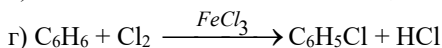
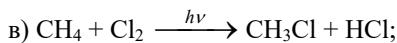
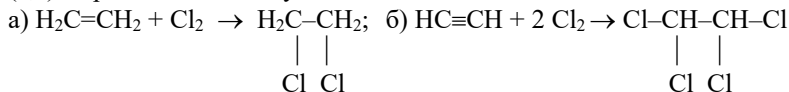
Хлорне вапно – сильний окислювач (за рахунок виділення атомарного оксигену).

Так, на повітрі йде реакція:



Бром і йод взаємодіють із водою й лугами аналогічно хлору, але менш активно і зворотньо.

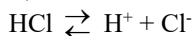
3) Галогени вступають до реакцій приєднання (а,б) і заміщення (в,г) з органічними сполуками:



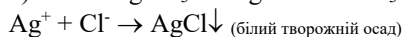
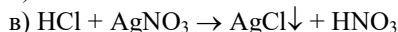
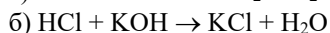
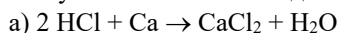
У ряді $\text{HF} \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{HBr} \rightarrow \text{HI}$ послідовно зростає радіус атома галогену, а отже, зменшуються енергія зв'язку Н-Х і міцність молекули. У цьому ж напрямку зростає сила кислот і їхні відбудовні властивості, тому HI – найдужча кислота, а I⁻ – найдужчий відновник. Плавикова кислота (HF) набагато слабкіше інших галогеноводневих кислот за рахунок водневих зв'язків, що приводять до її існування у вигляді димеру H_2F_2 , і навіть полімеру $(\text{H}_2\text{F}_2)_n$.

Хлористий водень - безбарвний газ із різким запахом, добре розчиняється у воді. Розчин хлороводню у воді називається хлороводною або хлоридною кислотою. Концентрована хлоридна кислота містить до 37 % HCl.

Це сильна кислота, у розчинах повністю розпадається на іони:

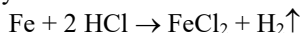


Реагує з основними оксидами (а), основами (б), солями (в):

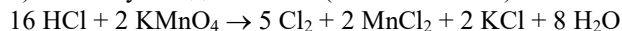


(якісна реакція на хлорид-іон)

3) Проявляє окисні властивості ($2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2$), взаємодіючи з металами, які знаходяться до гідрогену в електрохімічному ряді напруг:



4) Може бути відновником ($2 \text{Cl}^- - 2\text{e} \rightarrow \text{Cl}_2$):

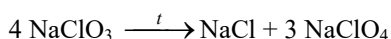
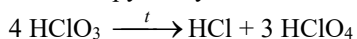


Оксигеновмісні кислоти хлору

| Формула кислоти | Назва кислоти | Назва солі |
|-----------------|---------------|------------|
| HClO | хлорнуватиста | гіпохлорит |
| HClO_2 | хлоратна | хлорит |
| HClO_3 | хлорнувата | хлорат |
| HClO_4 | хлорна | перхлорат |

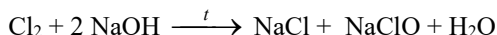
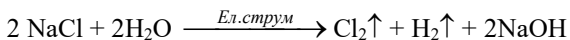
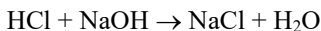
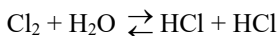
Одержати ці сполуки можна взаємодією хлору з водою й лугами.

При нагріванні оксигеновмісні сполуки із проміжним ступенем окиснення хлору можуть піддаватися реакціям диспропорціювання.



У ряді $\text{HClO} \rightarrow \text{HClO}_2 \rightarrow \text{HClO}_3 \rightarrow \text{HClO}_4$ стійкість і сила кислот зростає, а окисна активність падає.

Отже:



Завдання 3. Охарактеризуйте неметали головної підгрупи VI-ї групи таблиці Д.І. Менделєєва. З якими із перерахованих нижче речовин реагує кисень:

- а) Na , Cl_2 , Br_2 , Fe , C , Pt , Au ;
- б) CO , CO_2 , SiO_2 , CuO , SO_2 , SO_3 .

Рішення:

У головну підгрупу VI групи періодичної системи входять кисень O , сульфур S , селен Se (типові неметали), телур Te (амфотерний елемент) і полоній Po (радіоактивний метал).

Загальна назва цих елементів – *халькогени*.

Електронна будова зовнішнього рівня – ns^2np^4 (n – номер періоду).

Характерна валентність - II, у збудженому стані може збільшуватися до IV і VI (окрім кисеню).

Найбільш характерні ступені окислення: -2, -1, 0, +4, +6 (дві останні – окрім кисеню).

Окислювально-відновні властивості халькогенів змінюються в такий спосіб: при переході від кисеню до телуру окисна активність елемента E^0 падає, а відновна активність іона E^{2-} зростає.

Утворюють стійкі водневі сполуки загальної формули H_2E . За звичайних умов вода – рідина, інші халькогеноводні є газами. При їх розчиненні у воді утворюються кислоти, сила яких при переході від сульфору до телуру збільшується.

Сульфур, селен і телур утворюють кислотні оксиди EO_2 і EO_3 , яким відповідають кислоти H_2EO_3 і H_2EO_4 . Сила оксигеновмісних кислот халькогенів збільшується у ряді $\text{Te} \rightarrow \text{Se} \rightarrow \text{S}$.

Кисень – найпоширеніший елемент на Землі. Природний кисень складається із трьох ізотопів: ^{16}O (>99 %), ^{17}O і ^{18}O . Відомі три його алотропні модифікації: O (атомарний кисень), O_2 (молекулярний кисень), O_3 (озон). Вільний кисень (O_2) утримується в атмосфері (20,95

% за об'ємом), у гідросфері й літосфері – відповідно 85,82 % і 47 % за масою зв'язаного кисню. До складу більшості речовин, з яких побудований живий організм, входить кисень: тіло людини складається по масі на 65 % кисню.

Електронна будова: $1s^2 2s^2 2p^4$.

Основна валентність – II (донорно-акцепторним шляхом утворюється третій валентний зв'язок, наприклад в іоні гідроксонію H_3O^+).

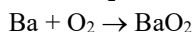
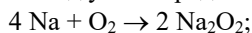
Ступені окислення: -2, -1 (пероксида), 0, +1, +2 (фториди).

Внаслідок високої міцності молекули взаємодія кисню з більшістю як простих, так і складних речовин вимагає ініціювання. Однак NO , Cu^{1+} і гемоглобін крові вступають у реакцію з киснем при кімнатній температурі.

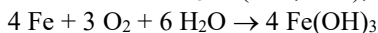
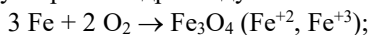
Безпосередньо кисень не вступає в реакцію тільки з Au , Pt , Xe , Kr і галогенами, оксиди яких одержують непрямим шляхом. У реакціях із простими речовинами (крім флуору) кисень є окислювачем.

1) Взаємодія з металами.

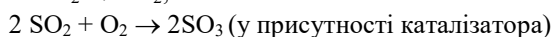
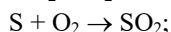
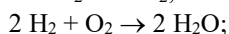
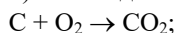
Найбільш активні лужні й лужноземельні метали, які утворюють залежно від умов середовища оксиди й пероксида:



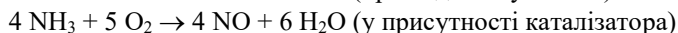
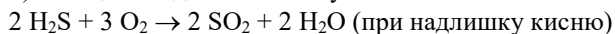
Інші метали утворюють оксиди. У присутності води можливе утворення гідроксиду:



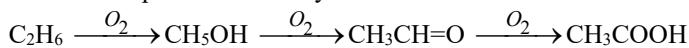
2) Взаємодія з неметалами.



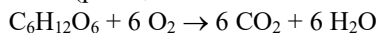
3) Реакція з водневими сполуками неметалів.



4) Окислення органічних сполук.

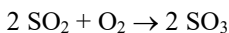
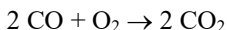
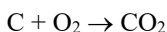
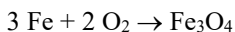
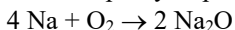


При твердому окисленні (горінні) органічні сполуки згорають до оксиду карбону (IV). Ця реакція є основним джерелом енергії живих організмів (реакція біологічного окислення):



Отже:

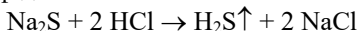
- кисень реагує з речовинами:



Завдання 4. Охарактеризуйте сполуки сірки, різницю у властивостях кислот, які утворює сірка, небезпеку при роботі з сульфатною кислотою. Розкажіть про отримання сульфатної кислоти в промисловості.

Рішення.

Гідрогенсульфід H_2S – безбарвний газ із неприємним запахом. Його розчин у воді являє собою слабку сульфідну кислоту, солі якої називаються сульфідами. В лабораторії H_2S добувають взаємодією сульфідів з кислотами:



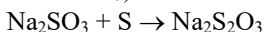
Гідрогенсульфід дуже отруйний.

Сульфіди лужних металів та амонію добре розчинні у воді, інші сульфіди або нерозчинні, або цілком гідролізуються в розчинах.

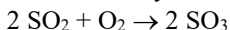
Оксиди сірки:

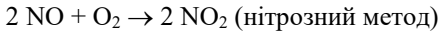
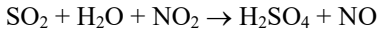
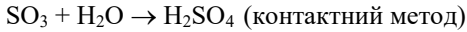
| SO_2 | SO_3 |
|--|--|
| Безбарвний газ із різким запахом | Безбарвна летка речовина |
| В реакції SO_2 з водою утворюється розчин нестійкої сульфитної кислоти: $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ | В реакції SO_3 з водою утворюється розчин сильної сульфатної кислоти: $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ |
| Солі сульфитної кислоти називаються сульфитами: $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ | Солі сульфатної кислоти називаються сульфатами: $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ |

Сульфіти при взаємодії з сіркою утворюють тиосульфати (солі кислоти $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$)

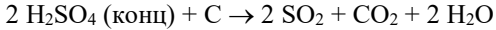
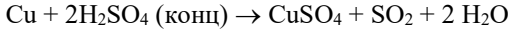


Сульфатна кислота H_2SO_4 – безбарвна гігроскопічна масляниста рідина, що змішується з водою у будь-яких співвідношеннях. Схеми її промислового добування:



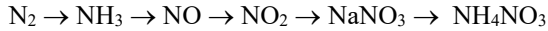


Концентрована H_2SO_4 – сильний окисник, здатний окислювати метали та неметали, відновлюючись при цьому до SO_2 :



Концентрована сульфатна кислота здатна спричиняти сильні опіки шкіри, тому працювати з нею слід дуже обережно. При приготуванні водних розчинів сульфатної кислоти слід доливати кислоту до води, але не навпаки.

Завдання 5. Дайте характеристику неметалів головної підгрупи V-ї групи таблиці Д.І. Менделєєва. Здійсніть наступні перетворення:



Рішення:

У головну підгрупу п'ятої групи входять неметали нітроген N, фосфор P та метали арсен As, стибій Sb і вісмут Ві.

Загальна назва цих елементів - *пниктогени*.

| N Нітро- ген | P Фосфор | As Арсен | Sb Стибій | Ві Вісмут |
|-------------------------------------|-------------|--------------------|--------------|--------------|
| неметали | | амфотерні елементи | | метал |
| збільшення радіуса атома → | | | | |
| зменшення електронегативності → | | | | |
| збільшення металевих властивостей → | | | | |

Електронна будова зовнішнього рівня: ns^2np^3 (n – номер періоду).

Характерна валентність - III, можлива - IV (азот), V (фосфор, арсен, стибій і вісмут).

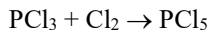
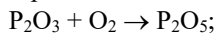
Ці елементи виявляють ступені окислення від -3 до +5, хоча для сурми й вісмуту негативні ступені окислення мало характерні.

Найважливіші форми кислотних оксидів E_2O_3 і E_2O_5 , їм відповідають гідроксиди типу HEO_2 або H_3EO_3 [$\text{E}(\text{OH})_3$] і HEO_3 [H_3EO_4].

Кислотні властивості гідроксидів від нітрогену до вісмуту зменшуються, а основні збільшуються. При ступені окислення атома від +3 гідроксиду нітрогену й фосфору – кислоти, арсену й стибію – амфотерні сполуки, гідроксид вісмуту - основа. При ступені окислення

+5 всі гідроксиди цих елементів - кислоти, сила яких зменшується при переході від нітрогену до вісмуту.

Стійкість оксигеновмісних сполук зі ступенем окислення +3 у тім же напрямку збільшується, зі ступенем окислення +5 – слабшає, тому P^{+3} – гарний відновник, а Bi^{+5} – сильний окислювач:



Елементи підгрупи нітрогену утворюють газоподібні водневі сполуки EH_3 , стійкість яких різко падає від нітрогену до вісмуту.

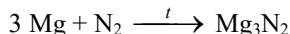
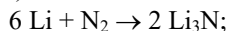
Нітроген входить до складу білків і ферментів (будівельний матеріал клітин і приймає участь в обміні речовин); нуклеїнових кислот (передача спадкоємної інформації); відіграє важливу роль в енергетиці клітини (входить до складу АТФ).

Азот – проста речовина, безбарвний газ без смаку й запаху, дуже погано розчинний у воді. Головна складова частина повітря (78,09% за об'ємом і 75,51% за масою). Нітроген зустрічається також у вигляді селітрів ($NaNO_3$, KNO_3). У природі зв'язування (фіксація) нітрогену відбувається за допомогою нітрогенофіксуючих мікроорганізмів, які знаходяться у клубеньках корінь бобових рослин.

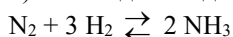
У медицині застосовується як холодоагент у кріотерапії.

Молекула азоту дуже міцна ($E_{зв'язку} = 945$ кДж/моль) і тому вкрай інертна.

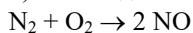
1) Взаємодія з металами (при кімнатній температурі - тільки з літієм).



2) Взаємодія з воднем (у присутності каталізатора):

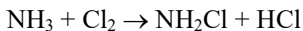


3) Взаємодія з киснем (тільки при грозових розрядах).



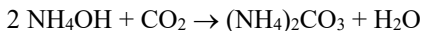
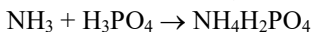
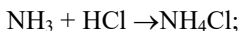
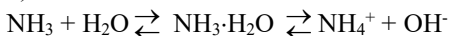
Основні сполуки азоту

Аміак – безбарвний газ із різким запахом, добре розчинний у воді. У медицині використовується як розчин аміаку (3-10 %), так і його солі. Аміак застосовується як місцевоподразнюючий засіб, для збудження серцевої діяльності й центру подиху (нашатирний спирт). Хлорид амонію - диуретик і відхаркувальний засіб. При взаємодії із хлором аміак утворює монохлорамін (дезінфікуючий засіб):

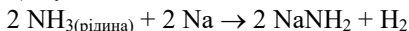


У природі аміак виділяється при гнитті речовин білкової природи.

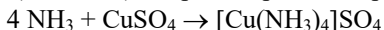
1) Слабка основа:



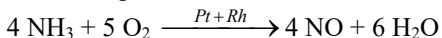
2) Дуже слабка кислота:



3) Ліганд (донор електронної пари) у комплексних сполуках:



Аміак - гарний відновник:

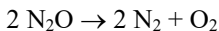


Оксиди нітрогену

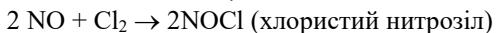
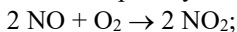
N_2O – оксид нітрогену (I) або «закис нітрогену», NO – оксид нітрогену (II), NO_2 – оксид нітрогену (IV) – гази, N_2O_3 – оксид нітрогену (III) або нітритний ангідрид – рідина при $t < 0^\circ$, N_2O_5 – оксид нітрогену (V) або нітратний ангідрид – безбарвна тверда речовина.

У медицині застосовується оксид N_2O як анестезуючий засіб у суміші з киснем (80 % N_2O і 20 % O_2) для газового наркозу.

Оксид нітрогену N_2O – несолеутворюючий, при нагріванні розкладається:

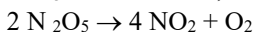


Оксид нітрогену NO - несолеутворюючий, відновник:

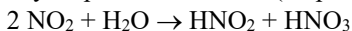


Оксиди N_2O_3 і N_2O_5 – кислотні, при взаємодії з водою утворюють відповідні кислоти HNO_3 і HNO_2 .

Ці оксиди нестійкі:



Оксид нітрогену NO_2 – кислотний, при взаємодії з водою й лугами утворює дві кислоти (нітратну і нітритну) або їхні солі:



Нітритна кислота.

Солі нітритної кислоти – нітрити – дуже токсичні, тому що окислюють іон, який є у гемоглобіні (переносник кисню в крові)

Fe^{2+} , а також служать причиною утворення в продуктах харчування канцерогенних речовин – нітритоамінів $\text{R}_2\text{N}-\text{N}=\text{O}$. Сіль NaNO_2 застосовується в медицині як спазмолітичний засіб.

Нітритна кислота HNO_2 – слабка, нестійка кислота, існує тільки у водяному розчині.



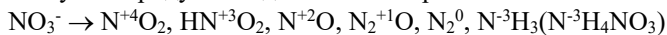
Нітритна кислота.

Безбарвна рідина, на світлі розкладається:



Виявляє всі властивості кислот (див. «гідроксиди»)

Нітратна кислота дуже сильний окислювач. У ній розчиняється багато металів. При цьому водень, як правило, не виділяється, утворюється суміш продуктів відновлення нітрат-іонів:



Склад суміші залежить від природи відновника, концентрації кислоти й температури. При записі рівнянь вказують той продукт відновлення, який є в суміші в більшій кількості.

Нітратна кислота будь-якої концентрації не реагує з такими металами, як золото й платина, які розчиняються в «царській горілці»:



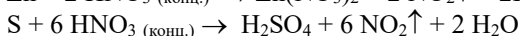
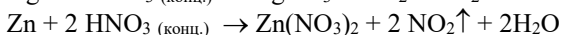
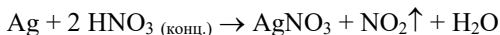
тетрахлороаурат (III) водню

1) Окисні властивості концентрованої нітратної кислоти:

а) Не реагує з Al, Cr, Fe (пасивація)

б) При взаємодії з іншими відновниками відновлюється до оксиду

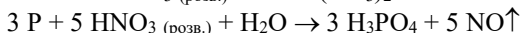
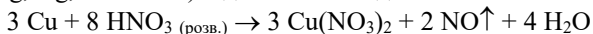
NO_2 :



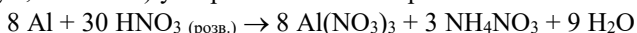
2) Окисні властивості розведеної нітратної кислоти.

а) При взаємодії зі слабкими відновниками (малоактивні метали

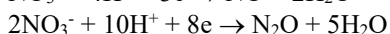
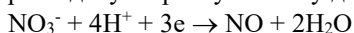
Cu, Ag, Hg, неметали) відновлюється до NO:

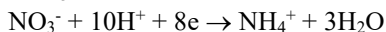
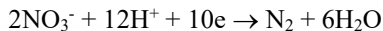


б) Із сильними відновниками (лужноземельні метали, ферум, станум, алюміній) утворює аміак або нітрат амонію:



в) Відновники середньої сили (наприклад, цинк) відновлюють розведену нітратну кислоту до різних речовин:

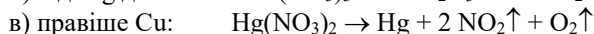
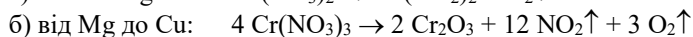
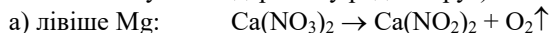




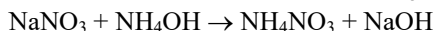
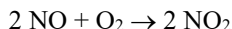
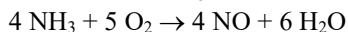
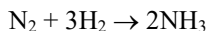
Нітрати, як і нітрити – отруйні, здатні окисляти Fe^{2+} в Fe^{3+} у гемоглобіні, який при цьому нездатний переносити кисень.

У медицині використовують припікальну дію нітрату аргентуму (ляпісу).

Особливістю нітратів є реакції термічного розкладу (залежно від положення металу в стандартному ряді напруг):



Отже:



Завдання 6. Дайте характеристику фосфору. Вкажіть кислоти, які утворюють оксиди фосфору, та їх властивості.

Рішення.

Фосфор існує в природі у вигляді єдиного ізотопу ^{31}P .

Електронна будова атома: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 3d^0$.

Валентність: III, IV, V.

Ступені окислення: -3, 0, +3, +5.

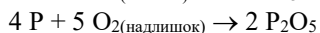
Основні мінерали: апатити $\text{Ca}(\text{PO}_4)_3$, де X = F(Cl або OH) і фосфорити $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Входить до складу зубів, кісток, м'язів, нервових тканин і мозку. Бере участь у передачі енергії в організмі (АТФ), спадкоємної інформації (ДНК і РНК), підтримці сталості кислотності крові.

1) При взаємодії з металами - окислювач:

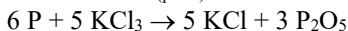
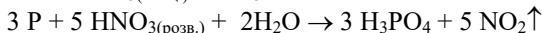
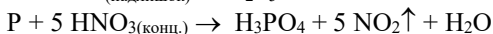
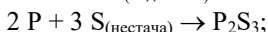
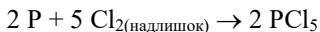


2) Відновні властивості:



(ці реакції єполягають в основі люмінесценції білого фосфору на повітрі)

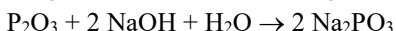
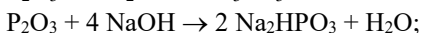
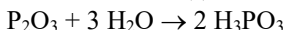




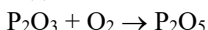
(реакція, яка протікає при запалюванні сірників)

Сполуки фосфору:

Кислотний оксид **P₂O₃**:

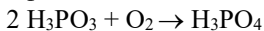


Відновник:

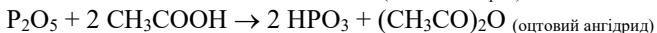
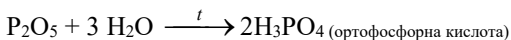
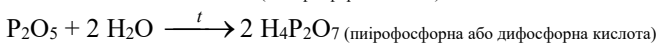


Йому відповідає кислота H₃PO₃ (фосфітна)

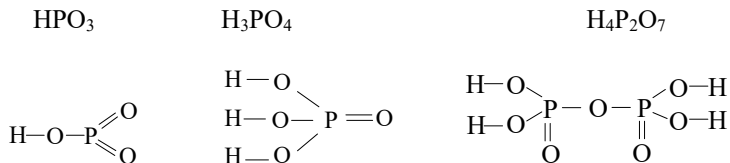
Виявляє всі властивості кислот, повільно окислюється на повітрі до фосфатної кислоти:



Оксид фосфору (V) – фосфорний ангідрид – **P₂O₅** (або P₄O₁₀) – білий гігроскопічний порошок. Виявляє всі властивості кислотних оксидів. Дуже енергійно взаємодіє з водою, віднімає воду від інших сполук, використовується як осушувач.



Фосфорні кислоти - всі слабкі, графічно їх можна зобразити в такий спосіб:

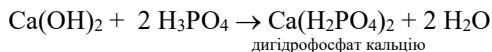
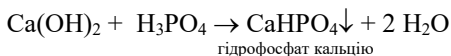
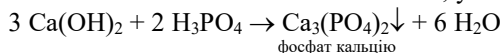


позначка- орто- піро-
Найбільше значення має ортофосфорна кислота – біла

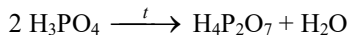
кристалічна речовина. Вона входить до складу деяких мікстур, її солі (наприклад Na_2HPO_4) застосовуються при підвищеній кислотності шлункового соку, при отруєнні кислотами, їх використовують також при подагрі й поліартритах.

Поліфосфати (натрієві солі конденсованих фосфатів) застосовуються як катіоніти для пом'якшення води.

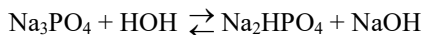
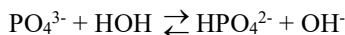
H_3PO_4 виявляє всі властивості кислот, утворює три типи солей:



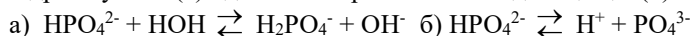
При нагріванні утворює пірофосфатну кислоту:



Фосфати гідролізуються, утворюючи у розчинах лужне середовище:



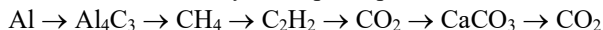
У розчинах гідрофосфатів – слабо лужне середовище, тому що окрім гідролізу іона (а) одночасно протікає і його дисоціація (б):



Дигідрофосфати створюють у розчині слабо кисле середовище, оскільки дисоціація іона H_2PO_4^- пригнічує його гідроліз:



Завдання 7. Неметали головної підгрупи IV-ї групи таблиці Д.І. Менделєєва. Здійснити наступні перетворення:



Рішення.

У головну підгрупу четвертої групи входять неметали Карбон С і Силіцій Si, а також амфотерні елементи – метали: Германій Ge, Станум Sn і Пломбум Pb (їх властивості викладені раніше).

Електронна будова зовнішнього рівня: ns^2np^2 (n – номер періоду).

Характерна валентність: II, IV.

Ступені окислення: від -4 до +4, але для металів негативні ступені окислення малопоширені.

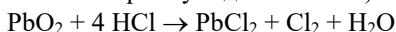
Утворюють оксиди EO й EO_2 , яким відповідають гідроксиди

типу $E(OH)_2 [H_2EO_2]$ (тільки для металів) і $H_2EO_3 [E(OH)_4]$.

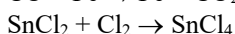
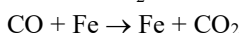
Оксиди карбону й силіцію в ступені окислення +2 - несолетворюючі (перший – за звичайних умов). Кислотні властивості інших оксидів зменшуються від карбону до плумбуму (оксиди карбону й силіцію – кислотні, оксиди металів у будь-якому ступені окислення – амфотерні).

Аналогічно змінюються й властивості гідроксидів цих елементів.

Сполуки, у складі яких вони проявляють ступінь окислення +2, мають відновні властивості (слабшають до плумбуму), +4 – окисні (у тім же напрямку підсилюються). Зокрема PbO_2 – сильний окислювач:



а CO і $SnCl_2$ – сильні відновники:



Утворюють летучі водневі сполуки загальної формули EH_4 , стійкість яких зменшується від карбону до плумбуму.

Ізотопи ^{12}C , ^{13}C , ^{14}C (радіоактивний, отримується тільки штучним шляхом).

Електронна будова: $1s^2 2s^2 2p^2$.

Валентність: II, III, IV.

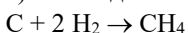
Ступені окислення: -4, -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4.

У природі зустрічається як у вільному (алмаз, графіт), так і у зв'язаному стані (нафта, газ, кам'яне вугілля, вуглекислий газ, карбонати металів). Є головною частиною органічних речовин тваринних і рослинних організмів.

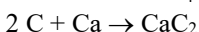
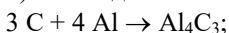
Карбон у звичайних умовах інертний. При нагріванні виявляє як окисні, так і відновні властивості (більш характерні).

1) Окисні властивості:

а) взаємодія з воднем:

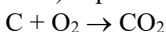


б) взаємодія з металами з утворенням карбідів:

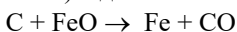


2) Відновні властивості:

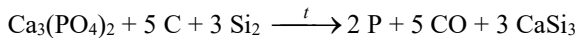
а) горіння:



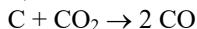
б) відновлення металів з їхніх оксидів:



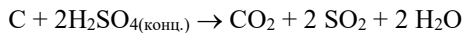
в) відновлення деяких неметалів:



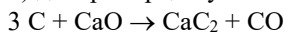
г) відновлення оксиду карбону (IV) до чадного газу:



д) реакція з концентрованими сульфатною й нітратною кислотами:



3) диспропорціонування:



До сполук карбону в ступені окислення +2 відносяться оксид карбону (II) («чадний газ»), ціаністий гідроген HCN, якому відповідає слабка синільна кислота і її солі - ціаніди. Всі перераховані сполуки вкрай отруйні.

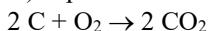
Оксид карбону (CO) – безбарвний газ без запаху. Може взаємодіяти з гемоглобіном крові, утворюючи карбоксигемоглобін, нездатний переносити кисень.

Окислювально-відновні властивості.

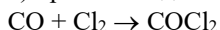
1) Відновні властивості (найбільш характерні):

а) відновлює метали з їхніх оксидів.

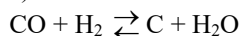
б) горіння:



в) при взаємодії із хлором утворює отруйний газ фосген:

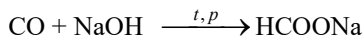


2) Окисні властивості:



Кислотно-основні властивості.

CO іноді відносять до несолеутворюючих оксидів, оскільки при звичайних умовах з водою й лугами не реагує. Однак, у жорстких умовах реагує з лугом, утворюючи сіль мурашиної кислоти - формиат натрію:



Таким чином, CO можна вважати ангідридом мурашиної кислоти.

Реакції комплексоутворення.

Чадний газ може виступати лігандом у комплексних сполуках:



Оксид карбону (IV) (CO_2) – це безбарвний газ, важче повітря, відносно мало розчинний у воді, не підтримує горіння й подиху.

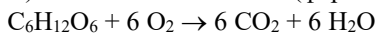
Суміш CO_2 (5%) з киснем або повітрям (карбоген) є засобом для збудження дихального центра, застосовується в медицині у випадках різкого пригнічення дихання. Використовується також як охолоджуючий агент «сухий лід».

Одержати CO_2 можна дією кислот на карбонати й гідрокарбонати:



Утворення в природі.

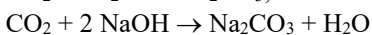
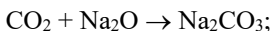
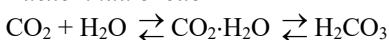
1) Біологічне окислення (ферментативна реакція):



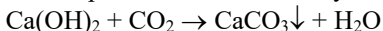
2) Спиртове бродіння (ферментативна реакція):



Кислотний оксид.



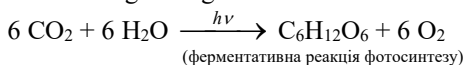
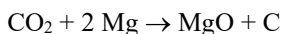
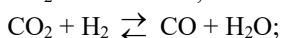
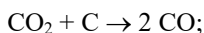
Якісна реакція на CO_2 - помутніння вапняної води:



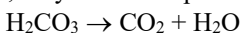
При пропусканні надлишку CO_2 осад розчиняється і розчин знову стає прозорим:



Окислювач.



Карбонатна кислота (H_2CO_3) - слабка двохосновна кислота, за другим ступенем дисоціює незначно. Проявляє всі властивості кислот. Нестійка, існує тільки в розведених водяних розчинах:



Карбонатна кислота утворює два ряди солей: середні (карбонати) і кислі (гідрокарбонати). Із карбонатів у воді розчинні тільки карбонати лужних металів і амонію.

Питна сода – NaHCO_3 – застосовується в медицині при хворобах, пов'язаних з порушенням кислотно-основної рівноваги; CaCO_3 (крейда, вапняк, мармур) використовується в зубних порошках,

пастах.

Карбонатам притаманно:

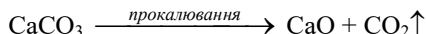
1) Розкладання сильними або нелеткими кислотами:



Дуже слабкі кислоти (боратна, силікатна) розкладають карбонати тільки при прожарюванні.

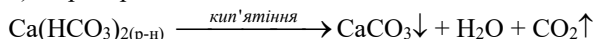
2) Термічне розкладання:

а) карбонати всіх металів, окрім лужних:



б) карбонати лужних металів розкладаються тільки при додаванні термостійкої кислоти або її ангідриду.

в) гідрокарбонати:

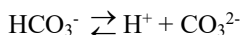
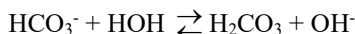
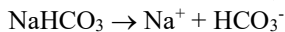


3) Карбонати у розчинах гідролізуються за аніоном:

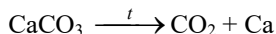
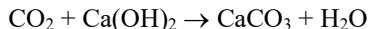
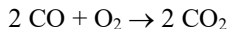
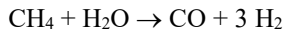
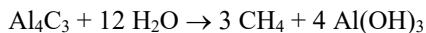
а) карбонати у водяному розчині утворюють лужне середовище:



б) гідрокарбонати в розчині мають слаболужне середовище, тому що HCO_3^- частково дисоціює, знижуючи лужність розчину:



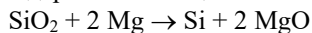
Отже:



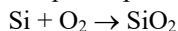
Завдання 8. Розкажіть про Силіцій, діоксид кремнію, кремнієві кислоти. Які будівельні матеріали утворюють сполуки Силіцію?

Рішення.

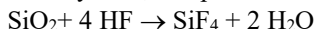
Одержання силіцію можливе за схемою:



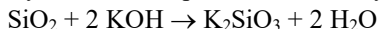
Кремній - темно-сіра тверда речовина, за звичайних умов досить інертна, при нагріванні реагує з киснем та іншими неметалами.:



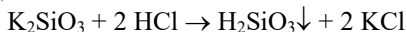
Силіцій оксид (IV) SiO_2 у чистому стані – біла тверда речовина, нерозчинна у воді, але розчинний у фторидній кислоті:



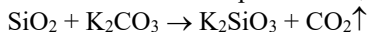
Дуже повільно розчиняється в лугах з утворенням силікатів:



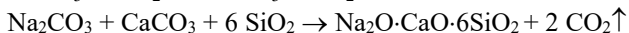
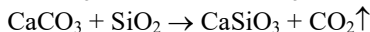
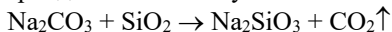
H_2SiO_3 - це біла тверда речовина, нерозчинна у воді, має дуже слабкі кислотні властивості, її можна добути з розчинних силікатів за реакцією:



Або сплавленням карбонатів з діоксидом кремнію:



Із штучних силікатів найбільше значення мають скло, цемент і кераміка. Скло добувають у спеціальних печах сплавленням суміші соди, крейди і білого піску:



Для виготовлення спеціального скла змінюють склад вихідної суміші, замінюючи соду Na_2CO_3 поташем K_2CO_3 одержують тугоплавке скло. Замінюючи крейду CaCO_3 оксидом плюмбуму (II) PbO , добувають кришталеве скло. Додавання до вихідної суміші оксидів металів надають склу різного забарвлення, оксид хрому Cr_2O_3 – зеленого, оксид кобальту CoO – синього, оксид мангану MnO_2 – червонувато-лілового тощо.

Цемент – це в'язучий порошкоподібний матеріал. При змішуванні з водою він твердне на повітрі і у воді, перетворюючись на масу, подібну до каменю. Він представляє собою суміш алюмінієвих та силікатів кальцію: $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (Ca_2SiO_4) або $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (Ca_3SiO_5). Цемент – це складова бетону. Бетон добувають, змішуючи цемент та пісок з водою. Якщо залити такою сумішшю залізну арматуру, то отримаємо залізобетон.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Тестові завдання першого рівня.

З перерахованих відповідей на питання вибрати правильний.

1. Виберіть найсильніший відновник із числа запропонованих:
а) Ca (кальцій); б) Mg (магній); в) Ba (барій).
2. Виберіть найсильніший окислювач із числа запропонованих:
а) I (йод); б) Cl (хлор); в) Br (бром).
3. Виберіть пероксид натрію із числа запропонованих речовин:
а) NaN; б) Na₂O; в) Na₂O₂.
4. Виберіть лужний метал:
а) Cu; б) Li; в) Zn
5. Виберіть реакцію, що відбувається при звичайних умовах:
а) $K + H_2O \rightarrow$ б) $Ca + H_2O \rightarrow$ в) $Al + H_2O \rightarrow$
6. Виберіть амфотерний метал:
а) Be; б) Fe; в) Na.
7. Виберіть формулу вапняка:
а) Ca(OH)₂; б) CaCO₃; в) CaO.
8. Неметалеві властивості в ряду C→N→O→F:
а) збільшуються; б) зменшуються; в) не змінюються?
9. Виберіть формулу оксиду, притаманну елементам VI-ї групи:
а) EO₂; б) EO₃; в) E₂O₃?
10. Виберіть можливі ступені окислення для Fe, який він виявляє у сполуках:
а) +2 та +3; б) +1 та +2; в) +4 та +5?
11. Яка з реакцій неможлива:
а) $ZnSO_4 + Mg \rightarrow MgSO_4 + Zn$;
б) $3Cu + 2AlCl_3 \rightarrow 3CuCl_2 + 2Al$;
в) $Zn + SnCl_2 \rightarrow ZnCl_2 + Sn$?
12. Виберіть ряд, де розташовані тільки елементи побічних підгруп:
а) S, Se, O; б) Zn, Cd, Hg; в) Br, Al, Zn.
13. Виберіть сіль, яка забезпечує постійну твердість води:
а) MgCl₂; б) NaHCO₃; в) Mg(HCO₃)₂.
14. Який іон є якісним реагентом на іони кальція:
а) Cl⁻; б) NO₃⁻; в) CO₃²⁻?
15. Який іон є якісним реагентом на іони срібла:
а) Cl⁻; б) SO₄²⁻; в) NO₃⁻?
16. Як називається сплав заліза з вугіллям (до 2 %) та іншими домішками (кремнієм, манганом, сіркою, фосфором):

- а) сталь; б) чавун; в) кокс?
18. Виберіть сіль – перманганат калію:
а) K_2MnO_4 ; б) $MnSO_4$; в) $KMnO_4$;
19. З яким із перерахованих речовин реагує хлоридна кислота:
а) Cu ; б) Ag ; в) Mg ?
20. Виберіть алотропну модифікацію Карбону:
а) метан; б) нафта; в) графіт.
21. Який метал найбільш розповсюджений у природі?
а) Na ; б) Al ; в) Fe ?
22. Виберіть метал, який реагує з розчином калій гідроксидом:
а) Ca ; б) Zn ; в) Mn ?
23. Укажіть, яку кислоту утворює нітроген (V) оксид:
а) нітратну; б) нітрітну; в) нітратну і нітрітну?
24. Виберіть формулу вищого оксиду хлору:
а) Cl_2O_3 ; б) Cl_2O_5 ; в) Cl_2O_7 .
25. Вкажіть кислоту, всі солі якої кислоти розчинні у воді?
а) хлоридна; б) нітратна; в) фосфатна.
26. Укажіть ознаку якісної реакції на карбонат-іони:
а) утворення білого осаду;
б) поява темно-синього забарвлення розчину;
в) виділення бурого газу.
27. Які елементи входять до складу мінеральних добрив?
а) магній, кальцій, бром;
б) хром, купрум, залізо;
в) нітроген, калій, фосфор.
28. Вкажіть речовину, з якою реагує Hg :
а) HBr ; б) S ; в) N_2 .
29. Вкажіть рН розчину Na_2CO_3 :
а) кисле; б) лужне; в) нейтральне.
30. Укажіть кількість валентних електронів у атомів елементів IV групи головної підгрупи:
а) 2; б) 4; в) 6.
31. Вкажіть метал, який пасивується концентрованою нітратною кислотою:
а) магній; б) залізо; в) цинк.
32. Виберіть формулу метафосфатної кислоти:
а) H_3PO_4 ; б) HPO_3 ; в) $H_4P_2O_7$.
33. Виберіть елемент, який є обов'язковим компонентом скла:
а) Ag ; б) Si ; в) C .
34. Вкажіть елемент, який входить до складу неорганічних і органічних сполук у великій кількості:

III. Завдання підвищеного рівня складності.

1. Укажіть, який мінімальний об'єм розчину з масовою часткою нітратної кислоти 28 % та густиною 1,17 г/мл слід додати до кальцій фосфату масою 50 г до його повного розчинення.
2. Обчисліть масу калій перманганату, необхідну для одержання кисню, який втрачено на окиснення фосфору, якщо внаслідок розчинення одержаного оксиду у воді утворилося 100 г розчину з масовою часткою метафосфатної кислоти 4,8 %. Обчисліть масу фосфору.
3. Газ, одержаний внаслідок термічного розкладання 11 г кальцій карбонату, пропустили через розчин натрій гідроксиду і одержали 11,44 г суміші солей натрій карбонату та натрій гідрогенкарбонату. Визначте масові частки солей у кінцевій суміші.
4. Розчином з масовою часткою натрій гідроксиду 40 % густиною 1,4 г/мл обробили суміш алюмінію з алюміній оксидом масою 7,8 г, при цьому виділився газ об'ємом 3,36 л (н.у.). Обчисліть масові частки компонентів у вихідній суміші.
5. При розчиненні 3,0 г сплава міді зі сріблом у розведений нітратній кислоті утворилось 7,34 г суміші солей. Визначте масову частку металів (%) у сплаві.

ТЕМА 7.

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ.

- теорія будови;
- класифікація органічних сполук;
- номенклатура органічних сполук;
- ізомерія органічних сполук;
- взаємний вплив атомів у молекулі й реакційна здатність.

2. КЛАСИ ОРГАНІЧНИХ СПЛУК: НАСИЧЕНІ Й НЕНАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ.

- будова й властивості насичених вуглеводнів;
- реакція Вюрца, реакція Коновалова;
- особливості будови й хімічне поведіння циклічних вуглеводнів;
- будова й хімічні властивості етиленових вуглеводнів;
- правило Марковнікова, реакція Вагнера;
- будова й хімічні властивості дієнових вуглеводнів, реакція Лебедева;

- будова й хімічні властивості ацетиленових вуглеводнів, р-я Кучерова;
- особливий характер зв'язку й хімічне поводження ароматичних вуглеводнів та їх гомологів, правило Хюккеля.

3. ПРИРОДНІ ДЖЕРЕЛА ВУГЛЕВОДНІВ.

- природний та супутній нафтові гази;
- нафта та продукти її переробки;
- кам'яне вугілля.

ТИПОВІ НАВЧАЛЬНІ ЗАВДАННЯ:

Завдання 1. Сформулюйте основні положення теорії будови органічних сполук.

Рішення: Основні положення теорії хімічної будови органічних сполук, запропоновані росіянином ученим А. М. Бутлеровим, полягають у наступному:

1) атоми в молекулах з'єднані між собою в певному порядку хімічними зв'язками відповідно до їхньої валентності; карбон у всіх органічних сполуках чотирьохвалентний;

2) властивості речовини визначаються не тільки якісною складом, але і його будовою, взаємним впливом атомів, як зв'язаних між собою хімічними зв'язками, так і безпосередньо не зв'язаних;

3) будова молекул може бути встановлена на основі вивчення їхніх хімічних властивостей.

Завдання 2. Покажіть класифікацію органічних сполук.

Рішення: Для класифікації органічних сполук по типах у молекулі прийнято виділяти *карбоневий скелет* і *функціональні групи*.

Карбоневий скелет являє собою послідовність хімічно зв'язаних між собою атомів карбону. Функціональні групи являють собою атоми інших елементів (окрім гідрогену) або групи атомів, пов'язані з атомом карбону.

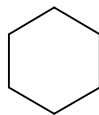
Залежно від карбоненого скелету органічні сполуки розподіляють на *ациклічні* й *циклічні*.

Ациклічні сполуки – сполуки з відкритим (незамкнутим) ланцюгом; вони можуть бути *насиченими* (алкани і їхні похідні) і *ненасиченими* (алкени, алкодієни, алкіни і їхні похідні).

Циклічні сполуки – сполуки із замкнутим ланцюгом. Залежно від природи атомів, які утворюють цикл, розрізняють *карбоциклічні* й *гетероциклічні* сполуки.

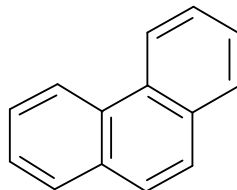
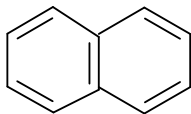
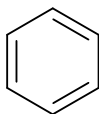
Карбоциклічні сполуки містять у циклі тільки атоми карбону й поділяються на дві групи: *аліфатичні* й *ароматичні* сполуки.

Найпростішим представником насичених аліциклічних вуглеводнів (циклоалканів) є циклопропан, який містить тричленний цикл.



циклопропан циклобутан циклопентан циклогексан

Родоначальником ароматичних вуглеводнів (аренів) є бензенол. Нафталін і фенантрен відносяться до поліциклічних арен, вони містять бензенові кільця, що мають сполучені зв'язки (конденсовані арени).

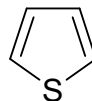
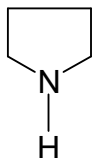


бензен

нафталін

фенантрен

Гетероциклічні сполуки містять у циклі, окрім атомів карбону, один або кілька атомів інших елементів - гетероатомів – кисень, нітроген, сульфур.



етиленоксид

піролідин

тіофен

Функціональна група - ознака, за якою сполуки відносять до того або іншого класу:

- F, -Cl, -Br, -Iгалогенопохідні
- OH.....спирти, феноли
- COH.....альдегіди, кетони
- COOH.....карбонові кислоти

- NH₂міни
- NO₂нітросполуки
- SO₃Hсульфокислоти
- CONH₂.....аміди

Сполуки, які містять кілька функціональних груп, називають поліфункціональними. Сполуки, які мають однакові функціональні групи, але розрізняються кількістю атомів карбону, мають досить схожі хімічні властивості. Гомологи – це сполуки, які належать до одного класу, але розрізняються один від одного за складом на одну чи декілька груп CH₂. Сукупність всіх гомологів утворює гомологічний ряд.

Завдання 3. Що таке номенклатура? Надайте алгоритм створення назви органічної сполуки.

Рішення: Будь-яка органічна молекула повинна мати свою назву. У цей час використовуються три основних типи номенклатури органічних сполук: *тривіальна, раціональна й систематична* (міжнародна).

Відповідно до *тривіальної* номенклатури органічні сполуки називають відповідно до історичної традиції, тобто тим ім'ям, яке було дано першовідкривачем цієї речовини.

У відповідності з *раціональною* номенклатурою за основу назви речовини, яка належить до того або іншого класу органічних сполук, береться назва найпростішого представника даного класу.

Найбільш універсальною є *міжнародна* номенклатура ІЮПАК (IUPAC – Міжнародний союз з чистої та прикладної хімії). Відповідно до неї кожній органічній сполуці поза залежністю від складності її будови відповідає тільки одна назва, створена за принципово певними правилами.

Щоб створити назву органічної сполуки за міжнародною номенклатурою, треба:

- вибрати головний вуглецевий ланцюг. Головним вважається ланцюг, що включає в собі всі кратні (подвійні й потрійні) зв'язки, а також атом карбону, який несе старшу функціональну групу (той, що визначає приналежність сполуки до класу органічних сполук). За інших однакових умов головним вважається найбільш довгий карбоновий ланцюг.
- пронумерувати головний ланцюг, починаючи з того кінця, ближче до якого перебувають кратні зв'язки (або старша функціональна група). При відсутності кратних зв'язків і функціональних груп нумерація починається з найбільш розгалуженого кінця ланцюга.

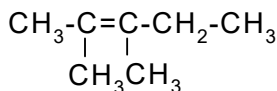
- скласти хімічну назву, яка складається із приставки, кореня й закінчення. **Корінь** назви визначає кількість атомів карбону в головному ланцюзі й виражається грецьким числом.

Приналежність молекули до класу органічних сполук визначається спеціальними *суфіксами* (-ан, -ен, -ін, -аль, -овая та ін.), що приводять у **закінченні** назви, після яких цифрами вказується місце знаходження кратного зв'язку або даної функціональної групи в головному ланцюзі. Останнім у закінченні вказується визначник старшої функціональної групи.

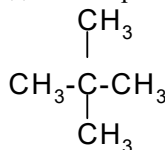
У **приставці** перераховуються замісники (радикали), приєднані до головного ланцюга. Перед назвою радикала ставиться цифра, яка відповідає номеру атома карбону, з яким він з'єднаний. Спочатку перераховуються функціональні групи (у порядку зростання старшинства), потім вуглеводневі заступники (у порядку зростання числа атомів карбону). Якщо в сполуці кілька однакових заступників або кратних зв'язків, то перед відповідним позначенням ставиться префікс, який множить (ди-, три-, тетра- і т.ін.).

Наприклад:

2,3-диметилпентен-2



2,2-диметилпропан

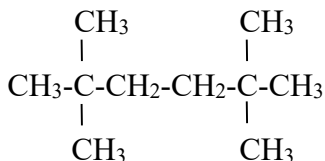


Старшинство груп зменшується у такому порядку:

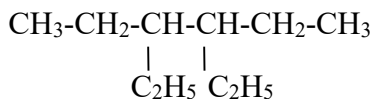
-- COOH > -- SO₃H > -- CH=O > -- OH > --NH₂

Завдання 4. Напишіть структурну формулу 2,2,5,5-тетраметилгексану. Напишіть формулу його ізомеру, який має замісники при основному ланцюзі - тільки етильні радикали.

Рішення. Структурна формула 2,2,5,5-тетраметилгексану:



Як ізомер з етильними радикалами можна привести вуглеводень, що має 6 атомів карбону в головному ланцюзі й два етильних замісники в положеннях 3 і 4, тобто 3,4-диетилгексан:



Завдання 5. Дайте визначення поняття ізомерії. Які види ізомерії органічних сполук ви знаєте?

Рішення: Ізомерами називають сполуки однакового складу й молекулярної маси, які відрізняються за властивостями. Всі ізомери поділяють на два типи: *структурні й просторові*.

Ізомерія карбонового скелету. Спостерігається в тому випадку, коли дві сполуки однакового складу відрізняються тільки порядком сполучення атомів карбону в молекулі.

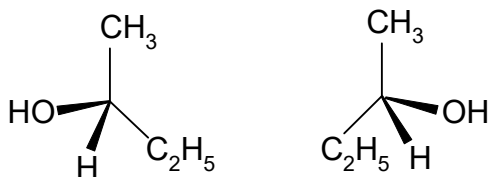
Міжкласова ізомерія. Найбільш яскравий приклад структурної ізомерії, при якому два ізомери відносяться до різних класів органічних сполук.

Ізомерія положення кратного зв'язку й функціональної групи. Спостерігається за умов різноманітного розташування кратних зв'язків і функціональних груп в однаковому карбоновому скелеті.

Просторова ізомерія визначається різним відносним розташуванням груп у просторі при однаковій послідовності сполучення атомів і підрозділяється на *геометричну й оптичну*.

Геометрична ізомерія звичайно обумовлена відсутністю вільного обертання навколо подвійного зв'язку. При цьому однакові заступники можуть розташовуватися по одну (*цис-*) або по різні (*транс-*) сторони площини подвійного зв'язку.

Оптична (дзеркальна) ізомерія спостерігається в тому випадку, якщо в молекулі є sp^3 -гібризований атом карбону, пов'язаний із чотирма різноманітними заступниками. Такий атом називається асиметричний або *хіральний центр*. Молекула, яка містить такий атом, несумісна зі своїм дзеркальним відбиттям, наприклад:



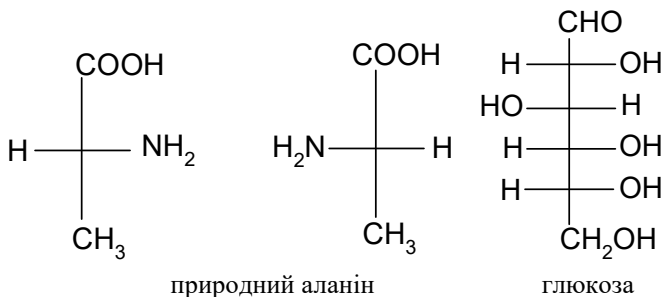
бутанол-2

Молекулу і її відбиття називають дзеркальними (оптичними) ізомерами, а речовина - оптично активною. Якщо через шар такої речовини пропустити промінь плоско-поляризованого світла, тоді

площина поляризації повернеться на певний кут. Обое дзеркальних ізомерів обертають площину поляризації світла на однаковий кут, але в різні сторони.

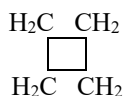
Явище оптичної ізомерії надто важливо при вивченні властивостей біомолекул. Звичайно біологічно активним є лише один оптичний ізомер. Зокрема, всі амінокислоти організму мають однакову конфігурацію асиметричного атома карбону.

Вуглеводи, які містять альдегідну групу, мають чотири асиметричних атоми карбону й шістнадцять оптичних ізомерів. Тільки один із цих ізомерів зі строго певною конфігурацією асиметричних центрів є глюкозою.



Завдання 6. Дано речовини: циклобутан, ацетилен, гептан, бутен-1, бутін-2, циклогексан, 2,2,3-триметилбутан, бутадієн-1,3. Виберіть серед них а) три пари ізомерів, б) дві пари гомологів.

Рішення: а) циклобутан і бутен-1 мають молекулярну формулу C_4H_8 , звідси: вони є ізомерами:



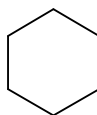
Гептан і 2,2,3-триметилбутан мають загальну формулу: C_7H_{16}



Бутін-1 і бутадієн-1,3 мають загальну формулу C_4H_6



б) циклобутан і циклогексан належать до гомологічного ряду циклоалканів:



Ацетилен і бутін-1 являються гомологами алкінів:

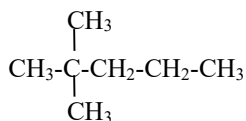


Завдання 7. Напишіть структурні формули всіх ізомерів із п'ятьма атомами карбону в головному ланцюзі, густина пари яких за воднем дорівнює 50. Назвіть їх за систематичною номенклатурою.

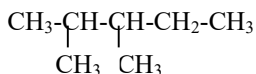
Рішення. Молярна маса алканів дорівнює:

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) = 2 \cdot 50 = 100 \text{ г/моль, звідки } n = 7.$$

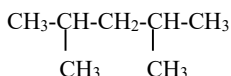
Із 7 атомів карбону 5 становлять головний ланцюг, а два входять до складу замісників: двох груп $-\text{CH}_3$ або однієї групи $-\text{C}_2\text{H}_5$. Дві групи $-\text{CH}_3$ можуть перебувати в наступних положеннях при головному ланцюзі: 2,2-; 2,3-; 2,4-; 3,3-.



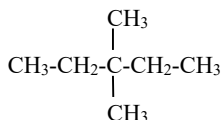
2,2-диметилпентан



2,3-диметилпентан

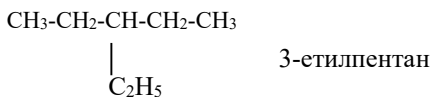


2,4-диметилпентан



3,3-диметилпентан

Одна група $-\text{C}_2\text{H}_5$ може перебувати тільки в положенні 3, у інших випадках вона ввійде до складу головного ланцюга й довжина останнього буде перевищувати п'ять атомів карбону:



Завдання 8. Чим визначається реакційна здатність молекул органічних сполук?

Рішення: Молекула органічної сполуки являє собою сукупність атомів, зв'язаних у певному порядку, як правило ковалентними зв'язками. При цьому зв'язані атоми можуть розрізнятися за величиною електронегативності. Величини електронегативностей у значній мірі визначають *полярність* і *міцність* зв'язку. У свою чергу, полярність і

міцність зв'язків у молекулі, у значній мірі, визначають можливості молекули вступати в хімічні реакції.

Всі складаючі молекулу атоми перебувають у взаємозв'язку й відчувають взаємний вплив. Цей вплив передається, в основному, через систему ковалентних зв'язків, за допомогою *електронних ефектів*.

Електронними ефектами називають зсув електронної густини в молекулі під впливом замісників.

Атоми, зв'язані полярним зв'язком, несуть часткові заряди, позначувані грецькою буквою «дельта» (δ). Атом, який відтягує електронну густину σ -зв'язку у свою сторону, здобуває негативний заряд δ^- . При розгляданні пари атомів, зв'язаних ковалентним зв'язком, більш електронегативний атом називають електроноакцептором. Його партнер за σ -зв'язком відповідно буде мати однаковий за величиною дефіцит електронної щільності, тобто частковий позитивний заряд δ^+ , і буде називатися електронодонором.

Зсув електронної щільності за ланцюгом σ -зв'язків називають **індуктивним ефектом** і позначають буквою I.

Індуктивний ефект передається за ланцюгом із загасанням. Напрямок зсуву електронної густини всіх σ -зв'язків позначається прямими стрілками.

Залежно від того, віддаляється електронна густина від розглянутого атома вуглецю або наближається до нього, індуктивний ефект називають негативним (-I) або позитивним (+I). Знак і величина індуктивного ефекту визначаються розходженнями в електронегативності між розглянутим атомом карбону й групою, яка його утворила.

Електроноакцепторні замісники, тобто атом або група атомів, які зсувають електронну густину σ -зв'язку від атома карбону до себе, проявляють *негативний індуктивний ефект* (-I-ефект). Цей ефект проявляють більшість функціональних груп: галогени, аміногрупа, гідроксильна, карбонільна, карбоксильна групи.

Електронодонорні замісники, тобто атом або група атомів, які зсувають електронну густину до атома карбону від себе, проявляють *позитивний індуктивний ефект* (+I-ефект). Цей ефект проявляють аліфатичні вуглеводні радикали, тобто алкільні радикали (метил, етил та ін.)



Вплив заступника на розподіл електронної густини, передане за π -зв'язками при наявності супрядження, називають **мезомерним ефектом** (M). Мезомерний ефект також може бути негативним і

позитивним. У структурних формулах його зображують вигнутою стрілкою, яка починається з центру електронної густини й завершується в тім місці, куди зсувається електронна густина. Наприклад, у молекулі фенолу гідроксильна група має +М-ефект: неподілена пара електронів атома оксигену взаємодіє з π -електронами бензенового кільця, підвищуючи електронну густина у ньому. У бензойній кислоті карбоксильна група має -М-ефект: вона відтягує електронну густина від бензенового кільця на себе.



Наявність електронних ефектів приводить до перерозподілу електронної густини в молекулі й появи часткових зарядів на окремих атомах. Це визначає реакційну здатність молекули в цілому й орієнтує наступний заступник у певне положення.

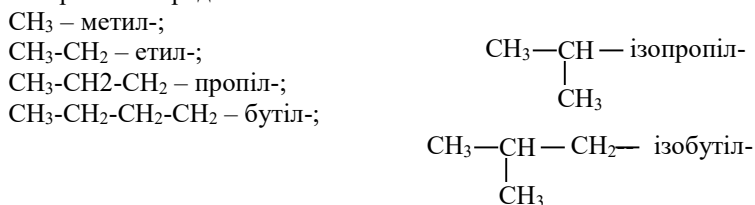
Класи органічних сполук: насичені й ненасичені вуглеводні.

Завдання 1. Охарактеризуйте будову й властивості насичених вуглеводнів (*алканів*).

Рішення. Алканами називаються насичені вуглеводні, що містять тільки прості зв'язки між атомами карбону в молекулі. Загальна формула алканів – C_nH_{2n+2} . Назви найпростіших алканів склалися історично, для інших – назви виробляються від грецьких числівників з додаванням суфікса **-ан**.

| | |
|----------------------|------------------------|
| CH_4 – метан | C_6H_{14} - гексан |
| C_2H_6 – етан | C_7H_{16} - гептан |
| C_3H_8 - пропан | C_8H_{18} - октан |
| C_4H_{10} - бутан | C_9H_{20} - нонан |
| C_5H_{12} - пентан | $C_{10}H_{22}$ – декан |

Алкани із кількістю атомів карбону більшою за чотири мають скелетні ізомери. Розгалужені насичені вуглеводні розглядають як алкани, у яких деякі атоми водню заміщені на радикали. Структури й назви найпростіших радикалів такі:



Для того, щоб правильно назвати сполуку за номенклатурою ІЮПАК, нумерувати атоми карбону треба з того кінця, до якого ближче розгалуження, причому гетерогенний замісник повинен одержати найменший номер.

Будова: Атом карбону в алканах перебуває в стані sp^3 -гібридизації й утворює чотири σ -зв'язки С-С і С-Н, кути між якими дорівнюють $109,5^\circ$. Довжина зв'язку С-С в алканах дорівнює 0,154 нм. Молекула має просторову будову у вигляді тетраедра.

Фізичні властивості алканів: перші чотири представники – гази, далі до $C_{16}H_{34}$ – рідини, інші – тверді речовини. Всі вони нерозчинні у воді, але добре розчиняються в неполярних органічних розчинниках (бензен, тетрахлорметан та ін.). По мірі збільшення кількості атомів карбону в ланцюзі, тобто з ростом відносної молекулярної маси, зростають температури кипіння й плавлення. За однакової кількості атомів карбону в молекулі алкани з розгалуженою будовою мають більш низькі температури кипіння, ніж нормальні алкани.

Медико-біологічне значення: метан утворюється із клітковини під дією мікроорганізмів, утримується в газах кишечника. Пентани й гексани - розчинники, застосовуються для знежирення рук, поверхонь. Вазелін - основа мазей - суміш рідких і твердих вуглеводнів (C_{12} - C_{25}). Парафін - суміш твердих насичених вуглеводнів, застосовується для лікування теплом.

Одержання:

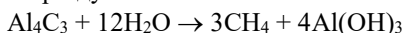
I. Основний промисловий метод - переробка нафти й газу:

а) *перегонка* – фізичний процес поділу нафти на фракції з різними температурами кипіння вуглеводнів:

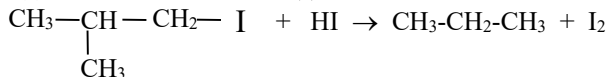
б) *крекінг* нафтопродуктів.

II. Лабораторні методи.

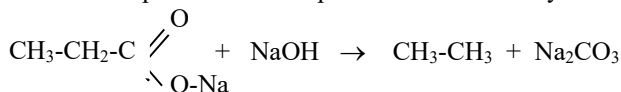
а) розкладання карбїду алюмінію:



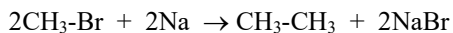
б) відновлення галогенопохідних:



в) сплавка натрієвих солей карбонових кислот з лугом:

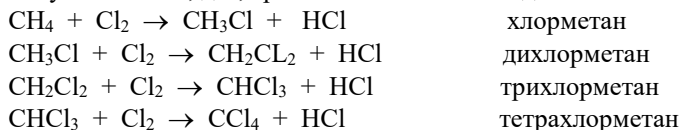


г) взаємодія галогенопохідних з металевим натрієм (реакція Вюрца):



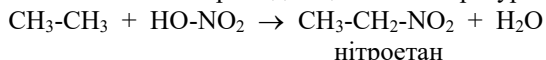
Хімічні властивості: завдяки своїй найбільшій насиченості й малій полярності зв'язків С-Н алкани хімічно стійкі, вступають тільки в реакції радикального заміщення, які ініціюються умовами проведення реакції.

а) **галогенування** протікає на світлі, звичайно воно не закінчується заміщенням одного атома гідрогену, приводячи до утворення суміші моно-, ди-, три- і т.ін. галогенопохідних.

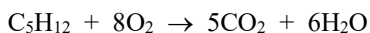


Якщо в реакцію галогенування вступають гомологи метану, тоді легше всього заміщується атом гідрогену при третинному атомі карбону (з'єднаному із трьома іншими атомами «С»), потім при вторинному, і лише потім при первинному.

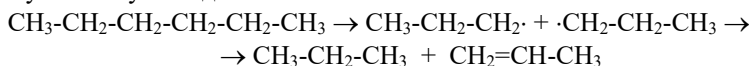
б) **нітрування** (реакція Коновалова): взаємодія алканів з розведеною нітратною кислотою при підвищених температурі й тиску.



в) **окислення:** м'які окислювачі (бромна вода, перманганат калію) на алкани не діють. Будь-які алкани згоряють до діоксиду карбону й води з виділенням великої кількості тепла.



г) **крекінг:** процес, який проходить за умов високої температури, тиску й звичайно в присутності каталізаторів. У результаті крекінгу утворюється суміш алканів і алкенів з меншою довжиною ланцюга, ніж у вихідного алкану. Каталітичний крекінг супроводжується ізомеризацією, яка приводить до утворення розгалужених вуглеводнів.



Завдання 2. Охарактеризуйте особливості будови й хімічного поведіння циклічних вуглеводнів.

Рішення. Циклоалкани – це циклічні вуглеводні, вони ізомерні алканам, загальна формула класу C_nH_{2n} . Назви утворюють додаванням приставки *цикло-* до назви відповідного алкану.

Будова: кожний атом карбону в циклоалканах перебуває в стані sp^3 -гібридації й утворює чотири σ -зв'язки С-С і С-Н. Кути між

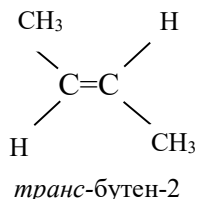
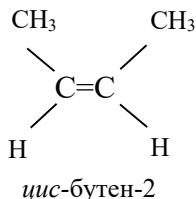
Рішення. Вуглеводні, які містять подвійний зв'язок C=C, називаються *алкенами* або етиленовими вуглеводнями. Загальна формула класу C_nH_{2n} . Вона збігається із загальною формулою циклоалканів, тому алкени й циклоалкани є міжкласовими ізомерами. Назви утворюються заміною суфікса **-ан** в алканах на **-ен**. Для родоначальника ряду застосовується тривіальна назва «етилен». При відщепленні атома гідрогену від молекул алкенів утворюються ненасичені радикали загальної формули C_nH_{2n-1} , найпростіші з яких:



Для того, щоб правильно назвати речовину, потрібно нумерацію атомів карбону починати з того кінця, ближче до якого перебуває подвійний зв'язок. У розгалужених алкенах вибирають головний ланцюг так, щоб він містив подвійний зв'язок, навіть якщо він при цьому й не буде самим довгим. Цифрою перед назвою вказують номер заступників, після назви - місце розташування подвійного зв'язку.

Будова: Атоми карбону при подвійному зв'язку перебувають у стані sp^2 -гібридизації. Три σ -зв'язки, утворені гібридними орбітальми, розташовані в одній площині під кутом 120° один від одного, π -зв'язок утворений перекриванням негібридних $2p$ -орбіталей сусідніх атомів карбону. При цьому атомні p -орбіталі перекриваються не в між'ядерному просторі, а поза ним. Додаткове π -зв'язування двох атомів карбону приводить до того, що зменшується відстань між ядрами. Довжина подвійного зв'язку C=C становить 0,133 нм.

Ізомерія: структурна – обумовлена ізомерією карбонового скелету й ізомерією положення подвійного зв'язку; *просторова* – обумовлена різним положенням заступників щодо площини подвійного зв'язку (*цис*- і *транс*-). Цис- і транс-ізомери являють собою різні індивідуальні речовини, які відрізняються один від одного фізичними й хімічними властивостями.



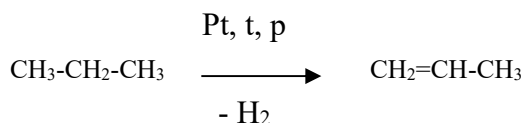
Фізичні властивості: всі алкени мають більш низькі температури плавлення й кипіння, ніж відповідні алкани. За звичайних

умов алкени C₂ - C₄ – гази, C₅ - C₁₅ – рідини, починаючи із C₁₆ – тверді речовини. Алкени нерозчинні у воді, добре розчинні в органічних розчинниках.

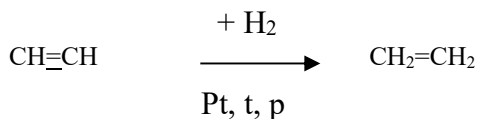
Медико-біологічне значення: На основі етиленових вуглеводнів за допомогою реакції полімеризації виготовляють різні медичні матеріали (поліетилен, поліпропілен, полівінілхлорид, полістирол та ін.). Вищі карбонові кислоти у вигляді цис-ізомерів входять до складу жирів біологічних мембран тваринних організмів.

Одержання:

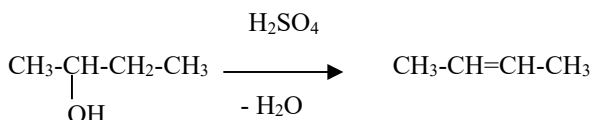
а) дегідрування алканів за умов підвищеного тиску й температури в присутності каталізатора (Pt):



б) неповне гідрування алкінів:

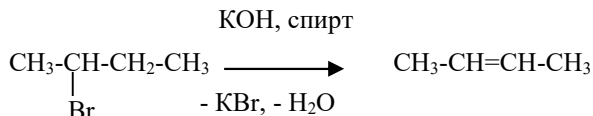


в) внутрішньомолекулярна дегідратація спиртів:

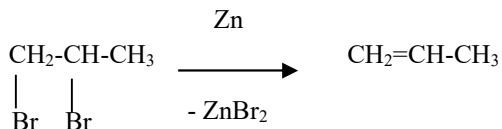


Відщеплення спиртів відбувається за *правилом Зайцева*: гідроген видривається від менш гідратованого атома карбону так, щоб отриманий алкен містив максимально заміщений подвійний зв'язок.

д) дегідрогалогенування моногалогенопохідних дією спиртового розчину луку (за *правилом Зайцева*):



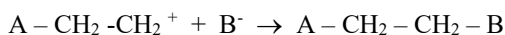
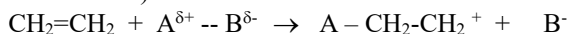
е) дія металевого цинку на дигалогенопохідні:



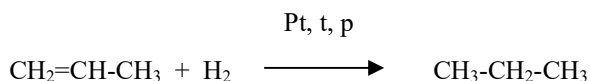
Хімічні властивості:

Подвійний зв'язок в алкенах складається з σ - і π -зв'язків. π -зв'язок менш міцний і легко розривається під дією багатьох реагентів. Тому для алкенів характерні реакції приєднання з розривом π -зв'язку.

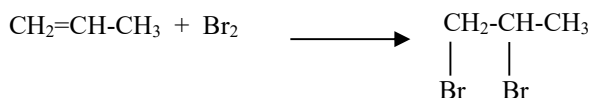
Тому що π -зв'язок є областю з підвищеною електронною густиною, реагентом у даних реакціях служить *електрофіл* (позитивно заряджена частинка):



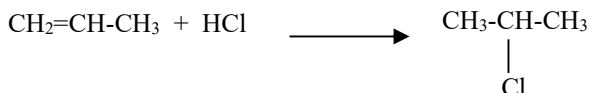
а) **гідронування** (у присутності каталізаторів Pt, Pd, Ni):



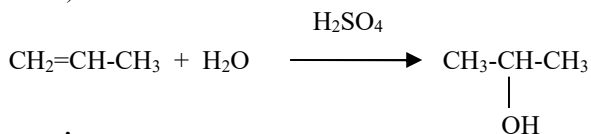
б) **галогенування**: знебарвлення бромної води за звичайних умов є якісною реакцією на кратний зв'язок.



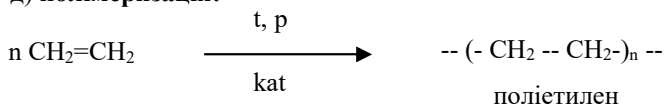
в) **гідрогалогенування**: приєднання галогеноводню до алкенів відбувається відповідно до *правила Марковнікова*: **приєднання реагентів до кратного зв'язку відбувається так, щоб атом гідрогену приєднувався до найбільш гідратованого атома карбону.**



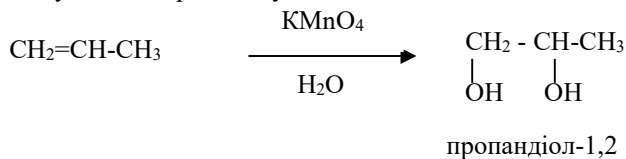
г) **гідратація**: протікає при нагріванні в присутності кислот (за правилом Марковнікова).



д) **полімеризація**:



е) **окислення:** алкени знебарвлюють водяний розчин перманганату калію, при цьому окислюючись в двохатомні спирти – гліколі.



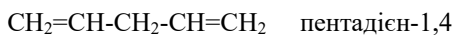
Завдання 4. Охарактеризуйте будову й хімічні властивості дієнових вуглеводнів.

Рішення. Вуглеводні, які містять два подвійні зв'язки, називають *дієнами*. Загальна формула гомологічного ряду дієнів $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$.
2. Залежно від розташування кратних зв'язків виділяють:

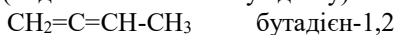
- сполучені дієни (подвійні зв'язки розділені одним простим)



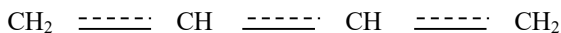
- ізольовані (між подвійними зв'язками більше одного простого)



- кумульовані (подвійні зв'язки по сусідству)



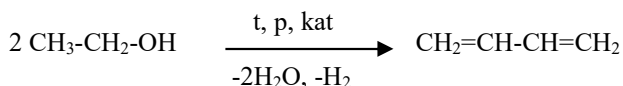
Будова: у сполучених дієнах π -електронні хмари подвійних зв'язків перекриваються між собою й утворюють єдину π -електронну хмару. У сполученій системі π -електрони вже не належать певним зв'язкам, вони делокалізовані між всіма атомами, тому структуру дієнів можна зобразити в такий спосіб:



Пунктирні лінії показують область делокалізації електронів і позначають проміжний порядок зв'язку між С-С і С=С. Система сполучення може включати велику кількість подвійних зв'язків. Чим вона довше, тим більше делокалізація π -електронів і тим стійкіше молекула.

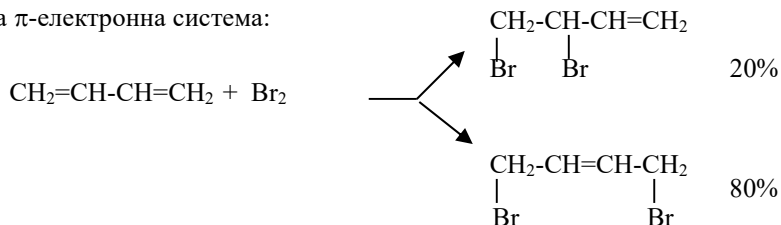
Фізичні властивості: бутадієн-1,3 – газ, який легко скраплюється, з неприємним запахом. Ізопрен – рідина з $t_{\text{кип}} = 34^\circ\text{C}$.

Одержання бутадієну: одночасна дегідратація й дегідрування двох молекул етилового спирту (синтез Лебедева).



Хімічні властивості:

Найбільш характерні реакції – реакції приєднання. Для сполучених дієнів характерні або 1,2-приєднання (з розривом тільки одного зв'язку), або 1,4-приєднання, де два кратних зв'язки реагують як єдина π -електронна система:



Завдання 5. Охарактеризуйте будову й хімічні властивості ацетиленових вуглеводнів.

Рішення. Алкіни – вуглеводні, які містять у своєму складі потрійний зв'язок. Загальна формула – $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$. Вона збігається із загальною формулою алкадієнів, тому алкіни й алкодієни є міжкласовими ізомерами. У міжнародній номенклатурі їм відповідає суфікс **-ін**. Перший представник ряду йменується ацетиленом.

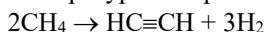
Будова: молекули алкінів мають лінійну будову, завдяки sp -гібридизації атомів карбону, зв'язаних потрійним зв'язком. Два σ -зв'язки, утворені гібридними орбіталями, розташовуються на одній лінії під кутом 180° один від одного, два π -зв'язки утворені при перекриванні двох пар негібридних $2p$ -орбіталей сусідніх атомів карбону. Довжина потрійного зв'язку $\text{C}\equiv\text{C}$ становить 0,120 нм.

Фізичні властивості: за звичайних умов (C_2 – C_4) – гази, (C_5 – C_{16}) – рідини, починаючи із C_{17} – тверді речовини. Температури кипіння алкінів вищі, ніж у відповідних алкенів. Розчинність нижчих алкінів у воді трохи вища, ніж алкенів і алканів, однак вона все-таки дуже мала. Алкіни добре розчинні в органічних розчинниках.

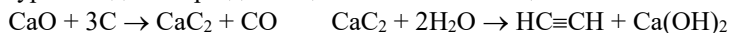
Одержання:

1) одержання ацетилену:

а) шляхом високотемпературного крекінгу метану:

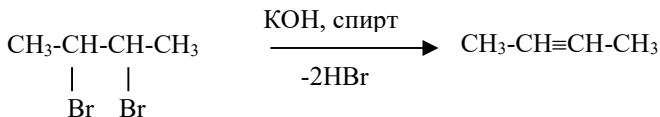
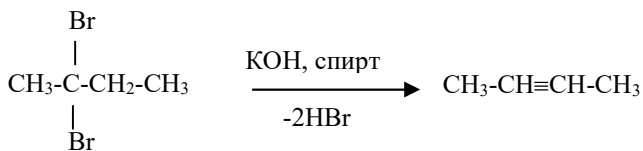


б) шляхом взаємодії вугілля з оксидом кальцію при температурі виходить карбід кальцію й з нього вже ацетилен:

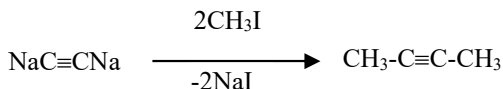
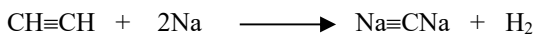


2) синтез гомологів ацетилену.

а) дегідрогалогенування дигалогенопохідних:

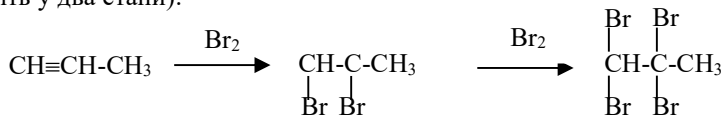


б) взаємодія алкінів з металевим натрієм і потім - з галогеналкілом:

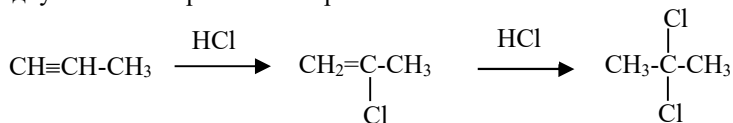


Хімічні властивості:

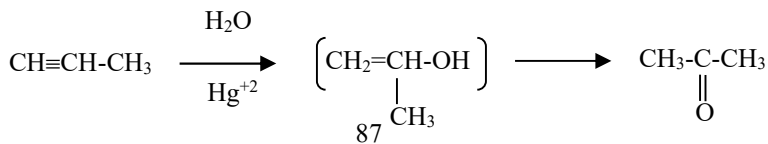
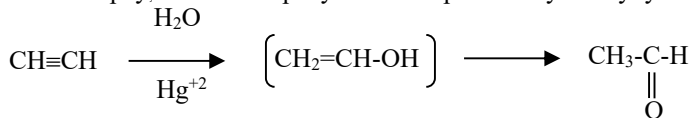
а) **гідрування, галогенування й гідрогалогенування** (проходить у два етапи):



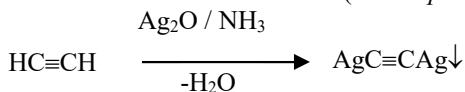
Приєднання гідрогеновмісних реагентів до несиметричних алкінів відбувається за правилом Марковнікова:



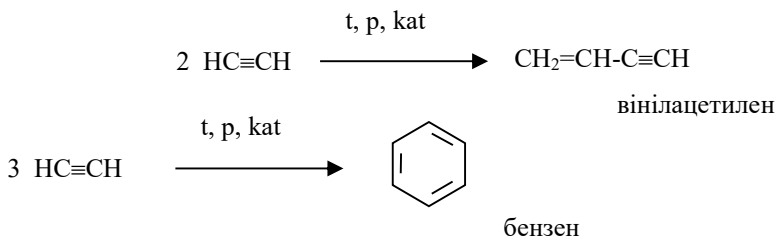
б) **реакція гідrataції** (*реакція Кучерова*) протікає в присутності солей двовалентного ртутію й приводить до ненасиченого спирту, який ізомеризується в карбонільну сполуку:



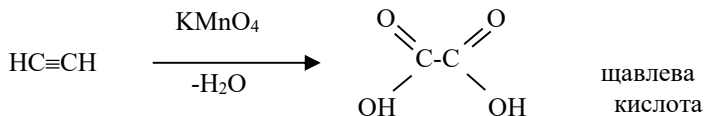
в) алкіни з кінцевим положенням потрійного зв'язку можуть вступати в **реакції заміщення** з активними металами й з оксидами металів, проявляючи слабкі кислотні властивості (**якісна реакція**):



г) **реакція полімеризації** $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ Димеризацією ацетилену одержують вінілацетилен, тримеризація приводить до утворення бензену, а полімеризація дає хімічно активні полімери:



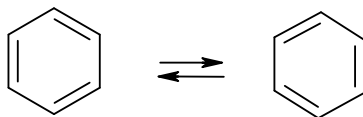
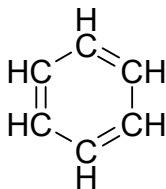
д) **окислення** ацетилену водяним розчином перманганату калію приводить до утворення щавлевої кислоти, тобто знебарвлення розчину KMnO_4 – **якісна реакція** на подвійний і на потрійний зв'язок:



Завдання 6. Охарактеризуйте особливий характер зв'язку й хімічної поведінки ароматичних вуглеводнів.

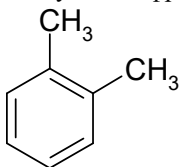
Рішення. *Арени* – це вуглеводні загальною формулою $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$, до складу яких входять цикли із шести атомів карбону, вони містять по три сполучені подвійні зв'язки. Найпростішим ареном є бензен C_6H_6 .

Будова: всі атоми карбону в цій сполуці перебувають у стані sp^2 -гібридації, а молекула має плоску структуру з кутами 120° , які приводять до вирівнювання зв'язків по всьому кільцеві й утворенню єдиної хмари π -електронів над і під площиною молекули (відображається кільцем у формулі молекули). Таким чином, у молекулі бензену здійснюється колове сполучення. Довжина зв'язку між атомами карбону дорівнює 0,139 нм.

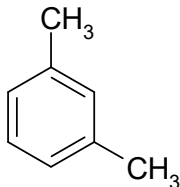


Сполуки з такою структурою називають *ароматичними*. У загальному вигляді поняття ароматичності було сформульовано німецьким фізиком Е. Хюккелем у вигляді *правила Хюккеля*. Відповідно до цього правила, ароматичні молекули повинні мати плоский циліндричний π -скелет і якусь кількість узагальнених π -електронів, яка дорівнює $4n+2$, де $n=1,2,3$ і т.ін. Тільки в цьому випадку молекула буде мати ароматичний характер. Число узагальнених π -електронів може бути 6,10,14 і т.ін.

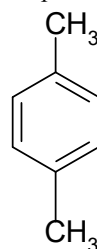
Структурна ізомерія в ряді бензену обумовлена взаємним розташуванням замісників у кільці. Якщо в бензеновому кільці тільки один замісник, то така сполука не має ароматичних ізомерів, тому що всі атоми карбону в бензеновому кільці рівноцінні. Якщо з кільцем пов'язані два замісники, то вони можуть перебувати в трьох різних положеннях відносно один до одного. Положення замісників показують цифрами або позначають словами: *орто-*, *мета-*, *пара-*:



1,2-диметилбензен
орто-ізомер

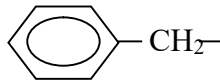
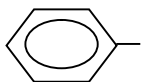


1,3-диметилбензен
мета-ізомер



1,4-диметилбензен
пара-ізомер

При відщепленні атома гідрогену від молекул ароматичних вуглеводнів утворюються ароматичні радикали загальної формули C_nH_{2n-7} (їх називають арильними радикалами), простіші з яких феніл- і бензил-



Фізичні властивості: перші члени гомологічного ряду бензену – безбарвні рідини зі специфічним запахом. Вони легкіші за воду й нерозчинні у ній. Добре розчиняються в органічних

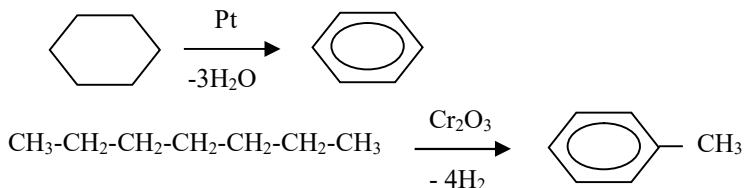
розчинниках і самі є гарними розчинниками для багатьох органічних речовин. Бензен має характерний досить приємний запах, але при цьому сильно токсичний.

Медико-біологічне значення: вдихання пари бензену викликає запаморочення й головний біль. За умов високих концентрацій бензену можливі випадки втрати свідомості. Його пари дратують слизові оболонки верхніх дихальних шляхів й очей, рідкий бензен потрапляє в організм через шкіру, і це може привести до отруєння.

Бензен і його конденсовані аналоги - нафталін, бензпірен - є канцерогенами, тобто речовинами, які викликають рак. У той же час похідні бензену є лікарськими препаратами.

Одержання:

а) дегідрування циклоалканів і алканів:



б) тримеризація алкінів:



в) гомологи бензолу одержують алкілуванням бензолу.

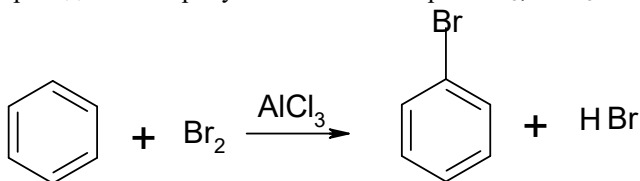
Хімічні властивості:

I. Реакції електрофільного заміщення.

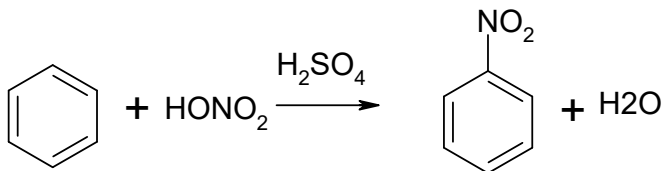
Ароматична система зв'язків у бензені приводить до особливого типу реакцій - реакціям заміщення в бензеновому кільці. При цьому подвійні зв'язки не розриваються, а відбувається заміщення атомів гідрогену зі збереженням ароматичного циклу.

а) **галогенування** – найбільш характерна реакція заміщення, тому що бензен являє собою циклічну сполучену систему.

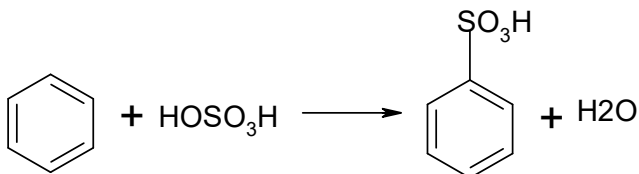
Проводиться в присутності каталізатора AlCl_3 , AlBr_3 або FeBr_3 .



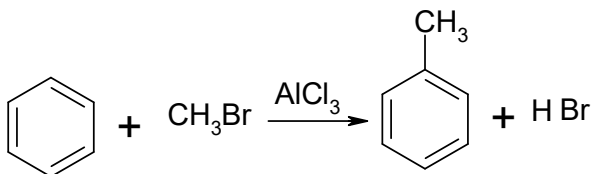
б) **нітрування** протікає під дією суміші концентрованих нітратної й сульфатної кислот (нітруюча суміш):



в) **сульфування** під дією концентрованої H_2SO_4 :

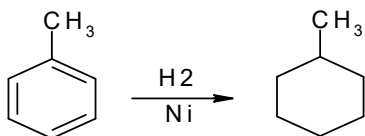


г) **алкілування** (реакція Фріделя-Крафтса):

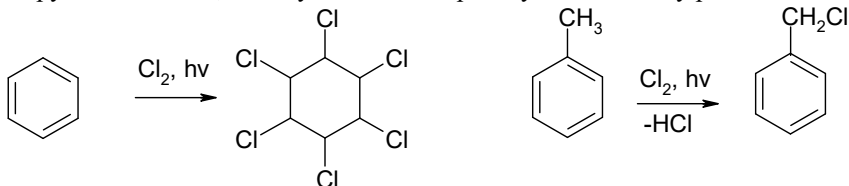


II. Реакції приєднання (нечисленні):

а) **гідрування** (у присутності каталізатора):

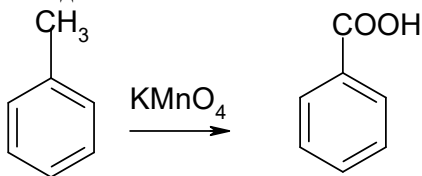


б) **приєднання галогенів**: при інтенсивному освітленні бензен може приєднувати три молекули хлору, перетворюючись у гексахлорциклогексан. Гомологи бензену при жорсткому опроміненні хлоруються інакше, замішуючи атом гідрогену в алкільному радикалі:



III. Реакції окислення.

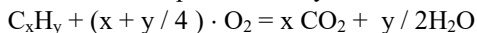
Бензен стійкий до дії м'яких окислювачів, а його гомологи окислюються до бензенової кислоти.



Розрахункові задачі та задачі на визначення формули органічної речовини.

Завдання 1. При згорянні деякої маси невідомого вуглеводню утворилося 7,7 г вуглекислого газу й 3,6 г води. Визначіть молекулярну формулу вуглеводню і його масу.

Рішення: Загальна формула вуглеводнів C_xH_y . Запишемо загальне рівняння повного згоряння всіх вуглеводнів:



Знайдемо кількості карбону й водню.

$$\nu(C) = \nu(CO_2) = 7,7/44 = 0,175 \text{ моль,}$$

$$\nu(H) = 2 \cdot \nu(H_2O) = 2 \cdot 3,6/18 = 0,4 \text{ моль.}$$

Звідси: $x : y = \nu(C) : \nu(H) = 0,175 : 0,4 = 7:16$

Найпростіша формула вуглеводню – C_7H_{16} . Вона збігається із істинною формулою. Шуканий вуглеводень – гептан. Масу згорілого гептану визначаємо за рівнянням реакції.

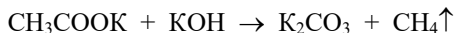
$$\nu(C_7H_{16}) = \nu(CO_2) / 7 = 0,025 \text{ моль.}$$

$$m(C_7H_{16}) = 0,025 \cdot 100 = 2,5 \text{ г.}$$

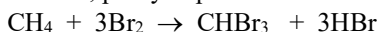
Відповідь: 2,5 г

Завдання 2. При прожарюванні суміші масою 49 г, яка складається з ацетату калію й надлишку гідроксиду калію, виділився газ, той що прореагував при освітленні з парами бромю. У результаті останньої реакції утворилося 25,3 г трибромметану. Вихід трибромметану склав 50% від теоретичного. Знайдіть масові частки речовин у вихідній суміші.

Рішення: При прожарюванні вихідної суміші відбувається реакція:



Метан, що виділяється, реагує при освітленні з парами бромю:



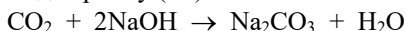
$M(\text{CHBr}_3) = 253 \text{ г/моль}$, $M(\text{CH}_3\text{COOK}) = 98 \text{ г/моль}$.
 Трибромметану утворилося $25,3/253 = 0,1$ моль. З обліком 50%-вого виходу до реакції бромовання вступило $0,1/0,5 = 0,2$ моль метану. Отже, у першу реакцію вступило 0,2 моль CH_3COOK (КОН – у надлишку) масою $0,2 \cdot 98 = 19,6$ г. Масова частка ацетату калію у вихідній суміші дорівнює:

$$\omega(\text{CH}_3\text{COOK}) = 19,6/49 = 0,4 \text{ або } 40\%$$

Тоді масова частка КОН дорівнює 0,6 або 60%.

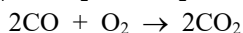
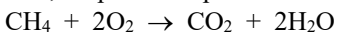
Завдання 3. При пропусканні 11,2 л суміші метану, оксиду карбону (IV) і оксиду карбону (II) через розчин гідроксиду натрію, який узятий у надлишку, об'єм вихідної суміші зменшився на 4,48 л (н.у.). Для повного згоряння суміші, яка залишилася, треба було 6,72 л (н.у.) кисню. Визначте склад вихідної суміші (у % за об'ємом).

Рішення: При пропусканні суміші через розчин лугу поглинається тільки оксид карбону (IV):



Об'єм поглиненого CO_2 становить 4,48 л. Отже, $v(\text{CO}_2) = 4,48/22,4 = 0,2$ моль. Після поглинання CO_2 об'єм суміші склав $11,2 - 4,48 = 6,72$ л, що відповідає: $6,72/22,4 = 0,3$ моль.

Гази, що залишилися, згоряють за рівняннями:



Нехай у суміші був x моль CH_4 і y моль CO , тоді на згоряння CH_4 витрачено $2x$ моль O_2 , а на згоряння CO – $y/2$ моль O_2 . Усього витрачено $6,72/22,4 = 0,3$ моль O_2 . Маємо систему:

$$x + y = 0,3$$

$$2x + y/2 = 0,3$$

Вирішуємо систему рівнянь: $y = 0,3 - x$; $y = 2((0,3 - 2x))$

$$0,3 - x = 0,6 - 4x$$

$$-x + 4x = 0,6 - 0,3$$

$$3x = 0,3$$

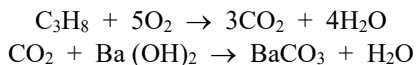
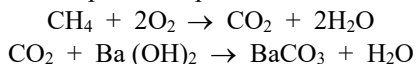
$$x = 0,1$$

а $y = 0,3 - 0,1 = 0,2$ моль

Виходить у вихідній суміші був 0,1 моль CH_4 (2,24 л або 20%), 0,2 моль CO (4,48 л або 40%) і 0,2 моль CO_2 (4,48 л або 40%).

Завдання 4. При спалюванні 5,6 л суміші метану й пропану (н.у.) утворився оксид карбону (IV), який був пропущений через баритову воду. При цьому утворився осад масою 72 г. Визначити об'ємні частки газів у суміші.

Рішення: Запишемо рівняння реакцій:



Звідси видно, що з 1 моль CH_4 утворюється в остаточному підсумку 1 моль BaCO_3 , а з 1 моль C_3H_8 – 3 моль BaCO_3 .

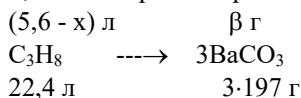
Складемо алгоритм рішення завдання:

Нехай x - об'єм метану, тоді $(5,6 - x)$ - об'єм пропану,

α - маса BaCO_3 за метаном, β - маса BaCO_3 за пропаном.

$$\alpha + \beta = 72$$

Знайдемо, скільки грамів карбонату барію утворилося із пропану:



Складемо пропорцію:
$$\frac{(5,6 - x) \text{ л}}{22,4 \text{ л}} = \frac{\beta \text{ г}}{3 \cdot 197 \text{ г}};$$

Вирішуємо пропорцію:
$$\beta = \frac{3 \cdot 197 (5,6 - x)}{22,4} = 26,37 (5,6 - x)$$

Знайдемо, скільки літрів метану було в суміші.

$$\begin{aligned}\alpha + \beta &= 72; & 8,79x + 26,37 (5,6 - x) &= 72 \\ & & 8,79x + 147,67 - 26,37x &= 72 \\ & & 8,79x - 26,37x &= 72 - 147,67 \\ & & - 17,58x &= - 75,67 \\ & & x &= 4,3 \text{ л}\end{aligned}$$

Знайдемо об'ємні частки газів у суміші:

$$\varphi = \frac{V(\text{газу})}{V(\text{суміші})} \cdot 100\%; \quad \varphi(\text{CH}_4) = \frac{4,3 \text{ л}}{5,6 \text{ л}} \cdot 100\% =$$

$$\varphi(\text{C}_3\text{H}_8) = 100\% - 76,86\% = 23,14\%.$$

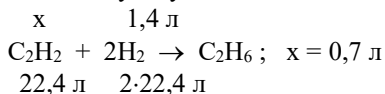
Завдання 5. До 1 л суміші етану й ацетилену додали 2 л водню й пропустили над платиновим каталізатором. Об'єм суміші після реакції став дорівнювати 1,6 л. Визначити об'ємний склад суміші.

Рішення: У реакцію з воднем вступає тільки ацетилен. Але якщо весь водень вступає в реакцію, то загальний об'єм суміші після реакції повинен скласти 1 л. А оскільки суміші залишилося 1,6 л, то це означає, що в реакцію не вступило $(1,6 \text{ л} - 1 \text{ л}) = 0,6 \text{ л}$ водню.

Знайдемо об'єм водню, який вступив у реакцію:

$$V_1(\text{H}_2) = 2 \text{ л} - 0,6 \text{ л} = 1,4 \text{ л}.$$

Знайдемо об'єм ацетилену в суміші:



Знайдемо об'ємні частки етану й ацетилену в суміші:

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{0,7 \text{ л}}{1 \text{ л}} \cdot 100\% = 70\%; \quad \varphi(\text{C}_2\text{H}_6) = 100\% - 70\% = 30\%.$$

Природні джерела вуглеводнів

Природні вуглеводі важливі як ефективне паливо та як сировина для органічного синтезу. Найціннішими природними джерелами вуглеводнів є природний та попутний газ, нафта, кам'яне вугілля.

Природний газ. Це безбарвний газ із слабким запахом, являє собою суміш нижчих алканів, серед яких найбільше метану (80-90 % за об'ємом).

Попутний газ. Це безбарвний газ із слабким запахом, зустрічається поряд із нафтовими родовищами. Його головна відмінність від природного газу – малий (до 50 %) вміст метану та великий вміст інших нижчих алканів. У природному та попутному газах також містяться азот і благородні газы, інколи у значних кількостях. Попутний газ в основному використовується для виділення індивідуальних нижчих алканів – етану, пропану тощо. Природний та попутний газы утворюють вибухонебезпечні суміші з повітрям.

Нафта являє собою маслянисту рідину темного (часто чорного) кольору, зі специфічним запахом, нерозчинну у воді. Нафта легша від води. Склад нафти суттєво залежить від її родовища. Усі види нафти містять алкани, циклоалкани та похідні бензину. Крім того до складу нафти входять сульфуро- та нітрогеновмісні органічні сполуки, металоорганічні сполуки, мінеральні солі, вода. Перегонка нафти – це спосіб розділення її на фракції, які різняться інтервалами температур кипіння. Кожна фракція містить велике число різних сполук. Фракції нафти підрозділяють на світлі (бензини, гас, лігроїни, газойль) та темні (мазут, вакуумні дистилати, гудрон).

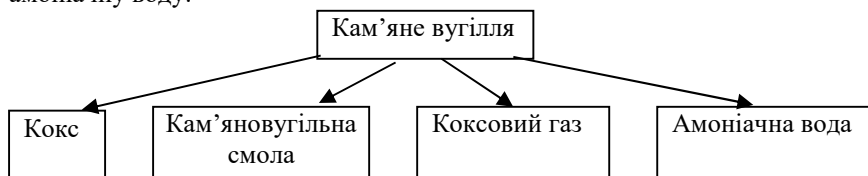
Крекінг нафти – це процес розкладу вищих вуглеводнів на нижчі та середні. Крекінг проводить шляхом дуже сильного нагрівання нафти (термічний крекінг) або шляхом помірного нагрівання, але з використанням каталізаторів (каталітичний крекінг).

| | | | | | |
|-------------------------------|--------|---------|-------|------------------|-------------------|
| Фракції нафти: | | | | | |
| Зростання температури кипіння | | | | | |
| 40°C | 70°C | 120°C | 200°C | 300°C | не переганяються |
| Газолін | Бензин | Лігроїн | Гас | Газойль мазут | Гудрон асфальт |

Природний газ та нафтопродукти – два дуже важливих джерела енергії. Практично всі фракції нафти використовуються після переробки як пальне. Крім того, із нафти виділяють багато сполук, цінних для хімічної промисловості, із яких виготовляють лаки, фарби, розчинники, мастильні матеріали тощо.

Кам'яне вугілля – темна (часто чорна) тверда суміш речовин, якій властивий металічний блиск. Вона містить карбон та велику кількість органічних сполук, переважно похідних бензину, нафталіну, антрацену, фенатрену та їх гетероциклічних аналогів.

Коксування – це процес переробки кам'яного вугілля шляхом його нагрівання. При коксуванні вугілля відбувається велика кількість складних хімічних процесів. У ході коксування добувають чотири основні фракції: кокс, кам'яновугільну смолу, коксовий газ та амоніачну воду:



Кокс, який складається з карбону та багатих ним сполук, використовується в доменних пічах для добування чавуну та сталей. Коксовий газ застосовується як паливо, оскільки містить в основному водень та метан. Із кам'яновугільної смоли виділяють цінні органічні сполуки (бензин, фенол, нафталін тощо). Амоніачна вода, добута коксуванням, являє собою в основному розчин амоніаку та солей амонію у воді, цей розчин застосовують для одержання нітрогенових добрив.

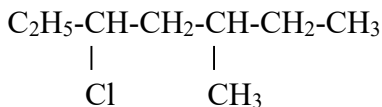
ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Тестові завдання першого рівня.

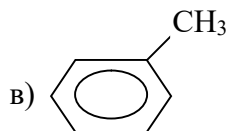
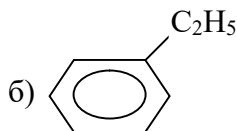
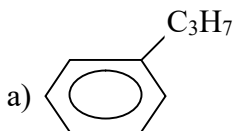
Із перерахованих відповідей на питання вибрати правильні

1. Позначте правильне твердження щодо ізомерів:
 - а) мають тотожні властивості;

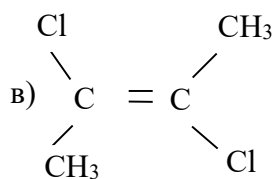
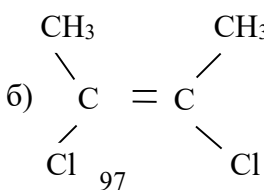
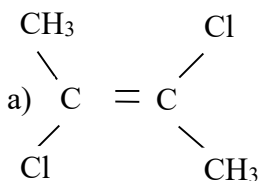
- б) мають різні молярні маси;
 в) відрізняються будовою.
2. Позначте основний компонент природного газу:
 а) етан; б) пропан; в) метан.
3. Укажіть сполуку, що є гомологом гексану:
 а) пропін; б) пропен; в) пропан.
4. Позначте назву алкану, який містить чотири атоми Карбону:
 а) пентан; б) бутан; в) пропан.
5. Визначте галузь переважного використання продуктів переробки кам'яного вугілля:
 а) рідке паливо; б) органічний синтез; в) добування полімерів.
6. Виберіть правильну назву речовини:
 а) дихлорізогептан;
 б) 3-метил-5-хлоргептан;
 в) 3-хлор-5-метилгептан



7. Укажіть ознаку якісної реакції на ненасичені органічні сполуки:
 а) випадіння осаду;
 б) знебарвлення розчину бромної води;
 в) забарвлення полум'я в зелений колір.
8. Виберіть гомологи:
 а) пропан і гептан;
 б) метилпропан і бутан;
 в) дибромпропан і бромпропан.
9. Вкажіть речовину, що є ізомером 1,3,5-триметилбензолу:



10. Виберіть ознаку реакції між етеном та калій перманганатом:
 а) виділення бурого газу;
 б) знебарвлення розчину;
 в) поява синього забарвлення.
11. Вкажіть формулу цис-ізомеру 2,3-дихлорбутена-2:



12. Укажіть тип зв'язку, що утворюються між атомами Карбону і Гідрогену в органічних сполуках:
а) іонний; б) водневий; в) ковалентний.
13. Укажіть речовину, яку можна одержати в результаті реакції пропену з гідрогенбромідом:
а) 1-бромпропан; б) 2-бромпропан; в) 2-бромпропен.
14. Укажіть тип хімічного зв'язку в алканах:
а) ω -зв'язок; б) π -зв'язок; в) σ -зв'язок.
15. Виберіть загальну формулу насичених вуглеводнів:
а) C_nH_{2n-2} ; б) C_nH_{2n} ; в) C_nH_{2n+2} .
16. Укажіть речовину, яка вступає в реакцію полімеризації:
а) етан; б) етен; в) метан.
17. Укажіть спільну ознаку для алкенів та алкінів:
а) наявність однакової кількості атомів Гідрогену;
б) наявність кратного зв'язку;
в) немає спільних ознак.
18. Укажіть тип реакції між алканами та галогенами:
а) радикальне заміщення;
б) радикальне приєднання;
в) радикальне відщеплення.
19. Укажіть тип гібридизації атому Карбону в молекулах алканів:
а) sp^3 ; б) sp^2 ; в) sp .
20. Укажіть, які реакції підпорядковуються правилу Марковникова:
а) галогенування алканів;
б) гідрогалогенування алканів;
в) гідрогалогенування алкенів.
21. Виберіть речовину з потрійним зв'язком між атомами Карбону:
а) C_2H_2 ; б) C_2H_4 ; в) C_2H_6
22. Вкажіть тип реакції, характерний для алкенів, що обумовлений наявністю π -зв'язку в молекулі:
а) заміщення; б) розкладу; в) приєднання
23. Укажіть до якого типу відноситься реакція Кучерова:
а) гідрогалогенування; б) галогенування; в) гідратація.
24. Укажіть речовину, що вступає в реакцію гідратації:
а) бутан; б) бутен-1; в) 2-метилбутан.
25. Укажіть речовину, що утворюється в результаті повної гідрогенізації бензену:
а) циклобутан; б) циклогексен; в) циклогексан.

26. Виберіть правильне твердження щодо гомологів:
- мають однаковий якісний та кількісний склад;
 - мають однакове значення молярних мас;
 - розрізняються за складом на одну або декілька груп $-\text{CH}_2-$.
27. Укажіть речовину, яка не вступає в реакцію полімеризації:
- C_2H_2 ;
 - C_2H_6 ;
 - C_3H_6
28. Укажіть агрегатний стан гексану:
- газ;
 - рідина;
 - тверда речовина.
29. Укажіть речовину, що має замісник з позитивним індуктивним ефектом:
- $\text{C}_2\text{H}_5-\text{Cl}$;
 - $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_3$;
 - $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$.
30. Укажіть тип реакції, за якою одержують каучук:
- крекінг;
 - ізомеризація;
 - полімеризація.
31. Укажіть реагент, який не взаємодіє з етиленом:
- бромна вода;
 - кисень;
 - нітратна кислота.
32. Виберіть загальну формулу алкінів:
- $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$;
 - C_nH_{2n} ;
 - $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.
33. Укажіть, що має замісник з негативним індуктивним ефектом:
- $\text{C}_6\text{H}_5-\text{Br}$;
 - $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$;
 - $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$.
34. Виберіть загальну формулу алкенів:
- $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$;
 - C_nH_{2n} ;
 - $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.
35. Укажіть компоненти нітруючої суміші, що застосовується для нітрування бензену:
- концентровані нітратна та хлоридна кислоти;
 - концентровані нітратна та сульфатна кислоти;
 - роведені нітратна та сульфатна кислоти.

II. Завдання середнього ступеню важкості.

- Напишіть структурну формулу алкену складу C_6H_{12} , до складу молекули якого входить один четвертинний атом Карбону, та назвіть дану речовину.
- Напишіть формули можливих ізомерів C_5H_{10} . Дайте назву даним речовинам.
- Напишіть реакцію полімеризації вуглеводню C_4H_8 з розгалуженим ланцюгом.
- Здійсніть перетворення:
 - етан \rightarrow брометан \rightarrow бутан \rightarrow карбон (IV) оксид;
 - метан \rightarrow хлорметан \rightarrow етан \rightarrow етен \rightarrow етанол;
 - метан \rightarrow етин \rightarrow етен \rightarrow хлоретан \rightarrow бутан \rightarrow бутадиєн-1,3.

- г) етилен → етанол → бутадієн-1,3 → цис-полібутадієн.
4. Розрахуйте масу бромної води з масовою часткою брому 1,6 %, що знебарвлює пропілен об'ємом 1,12 л (н.у.).
5. Алкен нормальної будови містить подвійний зв'язок після першого атому Карбону. 0,7 г цього алкену приєднав 1,6 г бром. Визначте формулу алкену та назвіть його.
6. Запропонуйте схему одержання з ацетилену:
- а) 1,2-дихлоретану
б) 1,1 дихлоретану.
7. В трьох ампулах знаходяться три різних гази: етан, етен, ацетилен. Напишіть, як визначити, де який газ знаходиться. Наведіть необхідні рівняння реакцій.
8. Обчисліть масу карбїду кальцію, що вступила в реакцію з водою, якщо при цьому виділився газ об'ємом 5,6 л (н.у.).
9. Який об'єм повітря потрібний для повного окислення 1,4-диметилбензену масою 5,3 г? Об'ємна частка кисню у повітрі складає 21 %.
10. Густина алкану за повітрям 4,414. Визначте формулу алкану.

III. Завдання підвищеного рівня складності.

1. Ацителен масою 15,6 г приєднав гідрогенхлорид масою 43,8 г. Встановить формулу продукту реакції.
2. При згоранні гомологу бензену масою 0,92 г у кисні одержали вуглекислий газ, який пропустили через надлишок розчину кальцій гідроксиду. При цьому випав осад масою 7 г. Визначте формулу вуглеводню.
3. Внаслідок згорання вуглеводню масою 14,2 г утворився карбон (IV) оксид та вода масою 19,8 г. Визначте об'єм кисню, витрачений на реакцію (н.у.).
4. Внаслідок дегідратації насиченого спирту одержали алкен, який повністю реагує з бромоводнем, одержаним із 51,5 г натрій бромїду. При спалюванні алкену утворюються 44,8 л (н.у.) карбон (IV) оксиду. Визначіть, який спирт та в якій кількості піддали дегідратації.
5. До суміші метану та ацетилену об'ємом 8 л (н.у.) додали вдвічі більший об'єм водню й пропустили газову суміш над платиновим каталізатором. Об'єм газів після цього склав 20 л (н.у.). Визначте об'ємну частку ацетилену в суміші.

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

ТЕМА 8.

1. ОКСИГЕНОВМІСНІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ.

- структура та властивості спиртів і фенолів;
- структура та властивості альдегідів, кетонів;
- структура та властивості карбонових кислот;
- структура та властивості складних ефірів, жирів;
- структура та властивості вуглеводів; штучні волокна;
- розрахункові та ситуаційні задачі.

2. НІТРОГЕНОВМІСНІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ.

- структура та властивості амінів, анліну;
- структура та властивості амінокислот, білків;
- первинні поняття про гетероциклічні сполуки;
- будова й властивості нуклеозидів та нуклеїнових кислот;
- розрахункові та ситуаційні задачі.

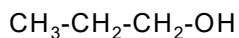
3. СИНТЕТИЧНІ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНІ СПОЛУКИ.

ТИПОВІ НАВЧАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Завдання 1. Охарактеризуйте особливості будови й хімічного поведіння одно- і багатоатомних спиртів.

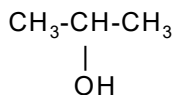
Рішення: *Спирти* – це органічні сполуки, у молекулах яких міститься одна або кілька гідроксильних груп (-ОН), з'єднаних з карбоновим радикалом. У номенклатурі IUPAC спиртам відповідає суфікс **-ол**. Загальна формула класу $C_nH_{2n+1}OH$. За місцем гідроксильної групи в ланцюзі спирти поділяються на:

а) первинні



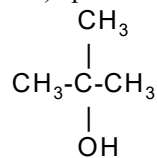
пропанол-1
або первинний
пропіловий спирт

б) вторинні



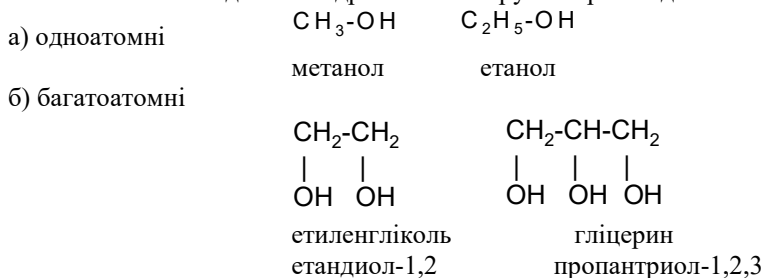
пропанол-2
або вторинний
пропіловий спирт

в) третинні



2-метилпропанол-2
або третинний
бутіловий спирт

Залежно від числа гідроксильних груп спирти поділяються на:



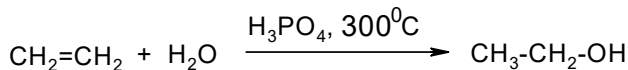
Фізичні властивості: всі одноатомні спирти безбарвні, легші за воду. Спирти із кількістю атомів карбону меншою за дванадцять - рідини. Температури їхнього кипіння аномально високі завдяки міжмолекулярним водневим зв'язкам. Метанол, етанол і пропанол необмежено розчинні у воді. Всі двохатомні спирти – в'язкі рідини.

Медико-біологічне значення: метанол – це сильна отрута. При прийомі навіть у малих дозах викликає сліпоту. Етанол застосовується як антисептичний і дратівний засіб. Використовується для виготовлення екстрактів, настійок, дезінфекції, консервування анатомічних препаратів.

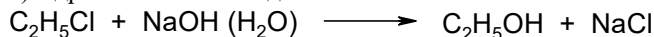
Гліцерин використовують у мазях для пом'якшення шкіри.

Одержання одноатомних спиртів:

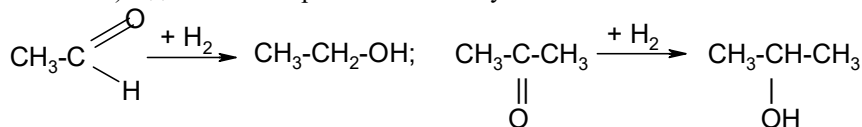
а) гідратація алкенів (у присутності фосфатної або концентрованої сульфатої кислот):



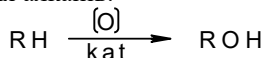
б) гідроліз галогенпохідних:



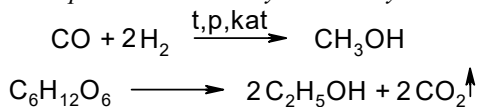
в) відновлення карбонільних сполук:



г) каталітичне окислення алканів:

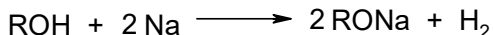


Способи одержання метанолу й етанолу:

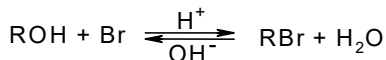


Хімічні властивості одноатомних спиртів:

а) проявляють слабкі **кислотні властивості**, утворюючи алкоголяти:

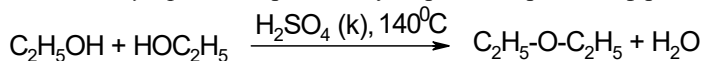


б) **заміщення гідроксильної групи** під дією галогеноводнів:



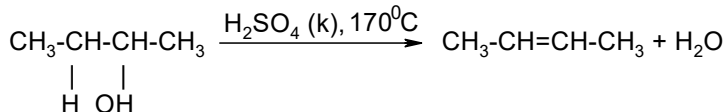
в) **реакція дегідратації:**

- *міжмолекулярна* дегідратація з утворенням простих ефірів:



диетиловий ефір

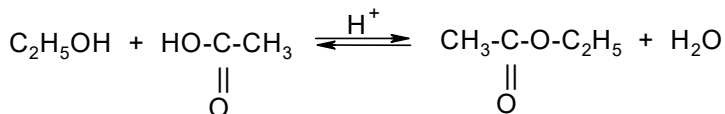
- *внутрішньомолекулярна* дегідратація протікає у більш жорстких умовах; для вторинних і третинних спиртів – за правилом Зайцева:



бутен-2

г) **реакція етерифікації** – реакція утворення складних ефірів.

Особливістю реакції є виділення молекули води, яке відбувається в такий спосіб: від молекули спирту відщеплюється атом гідрогену, а від молекули кислоти - гідроксильна група. Обов'язкова умова: кислотне середовище, яке дає поштовх до реакції.



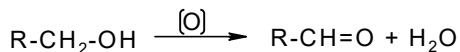
етанол

оцтова кислота

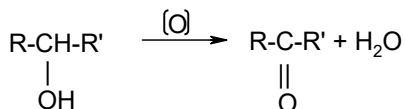
етиловий ефір оцтової
кислоти (етилацетат)

д) **реакції окислення.** Як окислювачі застосовують перманганат калію, біхромат калію, кисень повітря в присутності каталізаторів (Cu):

- окислення первинних спиртів відбувається з утворенням альдегідів:



- окислення вторинних спиртів відбувається з утворенням кетонів:

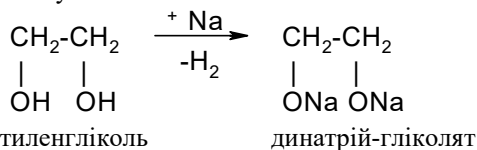


Третинні спирти у звичайних умовах не окислюються.

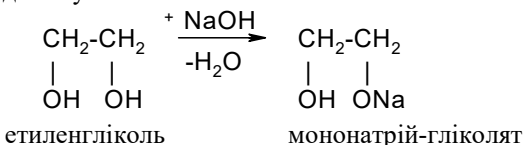
Хімічні властивості багатоатомних спиртів:

а) **кислотні властивості** більш виражені, ніж у одноатомних:

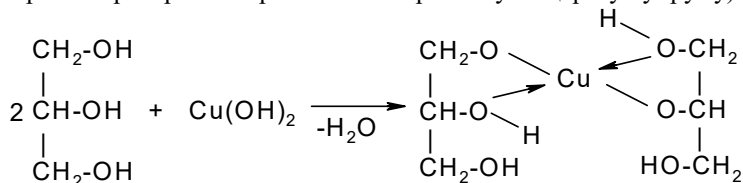
- взаємодія з лужними металами:



- взаємодія з лугами:



- взаємодія з гідроксидами важких металів, у результаті утворюються комплекси – *якісна реакція* на багатоатомні спирти (відбувається розчинення блакитного осаду гідроксиду купруму (II) і утворення прозорого яскраво-синього розчину гліцерату купруму):

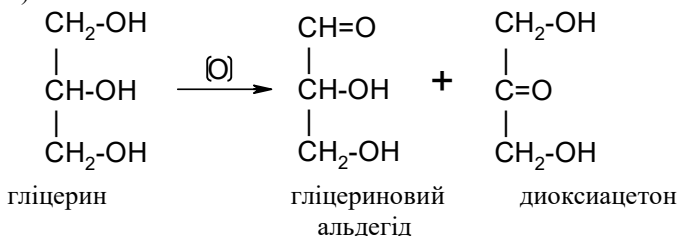


блакитний осад

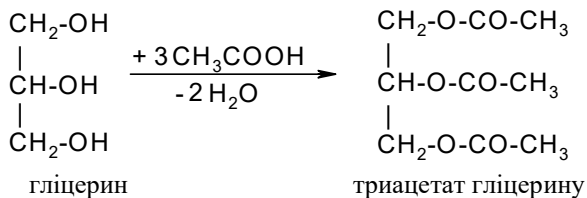
(яскраво-синій розчин)

гліцерат купруму

б) окислення:

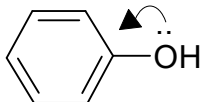


в) естерифікація:



Завдання 2. Охарактеризуйте спиртові похідні ароматичних вуглеводнів, знайдіть подібності й розходження зі спиртами в будові й хімічному поведженні.

Рішення: Сполуки, у яких гідроксильна група (одна або декілька) безпосередньо пов'язана з ароматичним кільцем, називаються *фенолами*. Назви фенолів складають із обліком того, що для родонаочної структури за правилами ІЮПАК збережена тривіальна назва «фенол».



Будова фенолу. Одна із двох неподілених електронних пар атома оксигену втягується в π -електронну систему бензенового кільця (+M ефект групи -OH). Це приводить до двох наслідків:

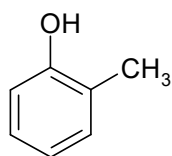
а) збільшується електронна густина у бензеновому кільці, причому максимум електронної густини перебувають в *орто*- і *пара*-положеннях стосовно групи -OH; тому фенол високо активний у реакціях електрофільного заміщення саме в зазначених положеннях;

б) електронна густина на атомі оксигену зменшується, це приводить до послаблення зв'язку O-H; тому кислотність фенолу вища за кислотність насичених спиртів.

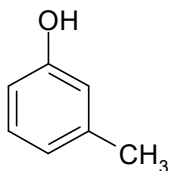
Фізичні властивості фенолу: більшість сполук класу – це кристалічні речовини з невисокою температурою плавлення. Вони мають характерний запах, досить погано розчинні в холодній воді, але добре – у гарячій і особливо у водяних розчинах лугів.

Медико-біологічне значення:

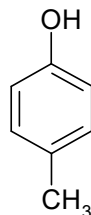
Фенол (карболова кислота) має бактерицидну, дратівну, припікальну дію. Це – гарний антисептик, який застосовується у хірургії. *Резорцин* (*мета*-дигідроксibenзол) застосовується при шкірних захворюваннях. *Лізол* (суміш *орто*-, *мета*- і *пара*-метилфенолів) – для дезінфекції.



o-крезол;



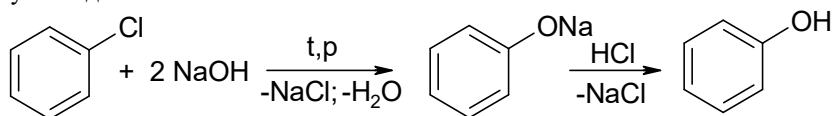
m-крезол;



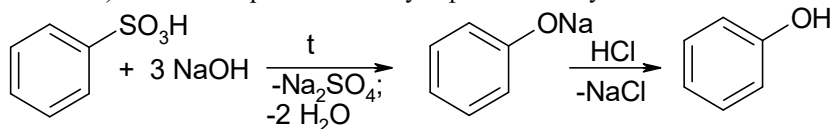
p-крезол

Одержання фенолів:

а) лужним гідролізом галогенопохідних ароматичних вуглеводнів:



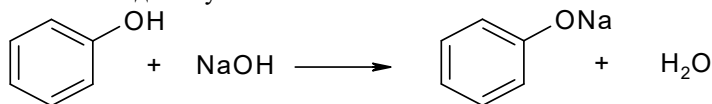
б) сплавкою ароматичних сульфокислот з лугами:



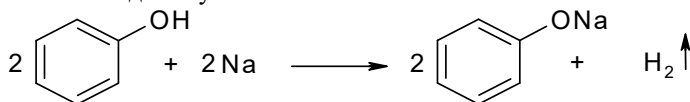
Хімічні властивості фенолів:

а) **кислотні властивості** виражені значно яскравіше, ніж у аліфатичних спиртів:

- взаємодія з лугами:

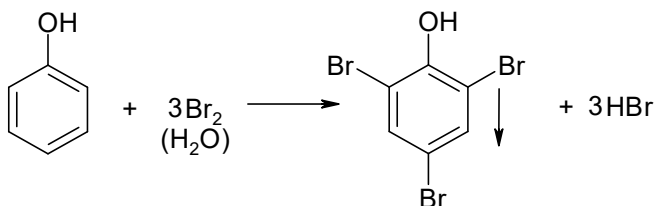


- взаємодія з лужними металами:

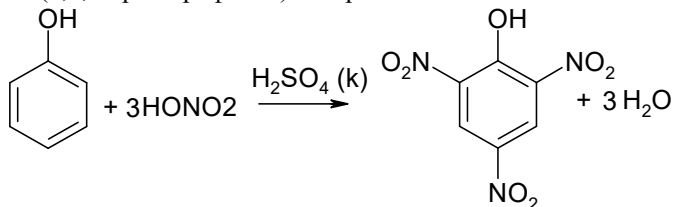


б) реакції електрофільного заміщення в бензеновому кільці відбуваються у фенолі легше, ніж у бензолі, і в більш м'яких умовах:

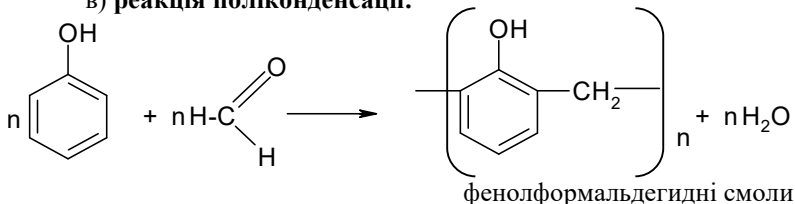
- взаємодія із бромною водою з утворенням білого осаду 2,4,6-трибромфенолу (якісна реакція):



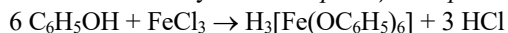
- нітування, у результаті якого утворюється вибухова речовина (2,4,6-тринітрофенол) - пікринова кислота:



в) реакція поліконденсації:



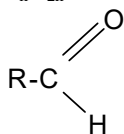
г) взаємодія із хлоридом феруму (III) з утворенням яскраво забарвлених комплексних сполук – якісна реакція на феноли:



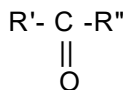
Завдання 3. Охарактеризуйте будову й властивості карбонільних сполук, приведіть якісну реакцію на альдегідну групу.

Рішення: Альдегіди й кетони (карбонільні сполуки, оксосополики) – похідні вуглеводнів, які містять карбонільну групу. У

молекулах альдегідів карбонільна група пов'язана з одним карбоновим радикалом, у молекулах кетонів – із двома. Загальна формула насичених сполук цих класів C_nH_{2n} .



альдегіди



кетони

За міжнародною номенклатурою альдегідам відповідає суфікс **-аль**, кетонам **-он**. Для найпростіших альдегідів і кетонів часто використовують тривіальні або раціональні назви.

Будова: у карбонільній групі зв'язок між атомами карбону й кисню – подвійний. Атом карбону перебуває в стані sp^2 -гібридизації й утворює 3 σ -зв'язки (два зв'язки C-H і один C-O), які розташовуються в одній площині під кутом 120° один від одного, π -зв'язок C-O утворений за допомогою перекривання негібридних $2p$ -орбіталей атомів карбону й кисню. Подвійний зв'язок C=O є сполученням одного σ - і одного π -зв'язків. У силу більшої електронегативності атому кисню електронна густина зміщена убік атома кисню. Полярність зв'язку C=O впливає на фізичні і хімічні властивості карбонільних сполук.

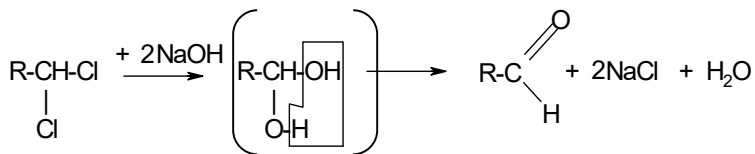
Ізомерія альдегідів пов'язана тільки з будовою карбонового ланцюга. Ізомерія кетонів пов'язана з будовою вуглецевого ланцюга й з положенням карбонільної групи. Окрім того, альдегіди й кетони з однаковим кількістю атомів карбону ізомерні один до одного, наприклад: ацетон і пропаналь, глюкоза й фруктоза.

Фізичні властивості: формальдегід (перший представник гомологічного ряду) – газ із різким запахом, добре розчинний у воді; альдегіди, які містять від двох до одинадцяти атомів карбону – рідини; далі – тверді речовини. Карбонільні сполуки не утворюють водневих зв'язків. Тому температури кипіння альдегідів і кетонів нижча, ніж у відповідних спиртів.

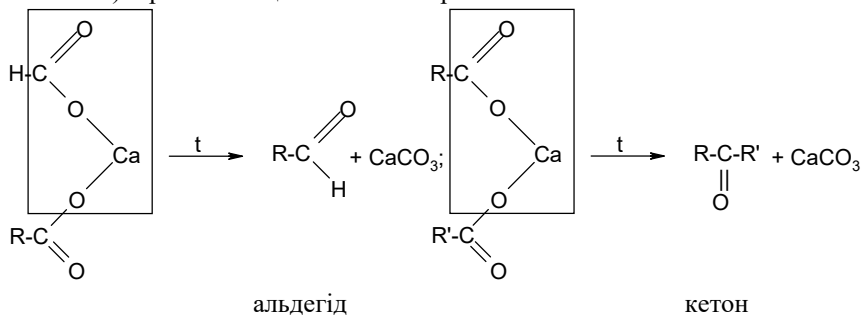
Медико-біологічне значення: формалін (40% водяний розчин формальдегіду) застосовується для дезінфекції, а також консервування анатомічних препаратів.

Одержання:

- а) реакцією Кучерова;
- б) окислення спиртів;
- в) лужний гідроліз дигалогенопохідних вуглеводнів:



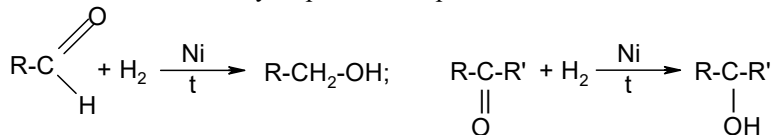
г) піроліз кальцієвих солей карбонових кислот:



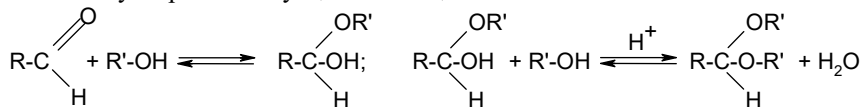
Загальні хімічні властивості альдегідів і кетонів:

а) реакції приєднання:

- відновлення з утворенням спиртів:



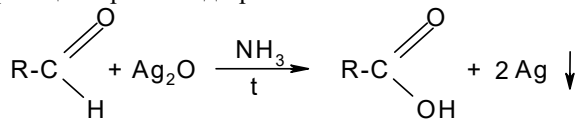
- утворення полуацеталей і ацеталей:



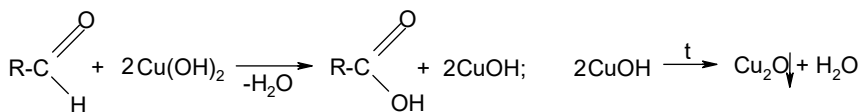
Якісні реакції на альдегідну групу:

а) реакції окислення:

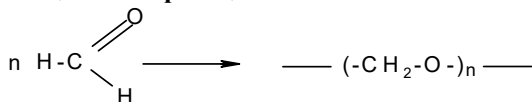
- реакція «срібного дзеркала»:



- окислення гідроксидом купруму (II) при нагріванні:



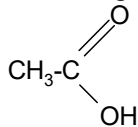
б) реакції полімеризації:



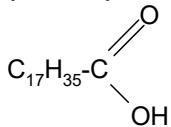
в) реакції поліконденсації (див. тему: «Феноли») протікають із утворенням фенолформальдегідних смол.

Завдання 4. Охарактеризуйте кислотні властивості найважливіших представників класу карбонових кислот, розкажіть про біологічне значення вищих жирних карбонових кислот.

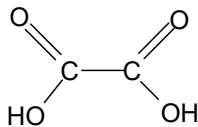
Рішення: Карбоновими кислотами називаються органічні сполуки, які містять у своєму складі карбоксильну групу. За міжнародною замісною номенклатурою карбоновим кислотам відповідає закінчення **-ова кислота**. Для найпростіших представників класу, а також вищих жирних кислот прийняті тривіальні назви. Загальна формула класу $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$.



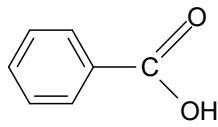
оцтова
кислота



стеаринова
кислота



щавлева
кислота



бензенова
кислота

За числом карбоксильних груп вони поділяються на монокарбонові (одноосновні) і дикарбонові (двохосновні), залежно від будови карбонового ланцюга – на аліфатичні й ароматичні. Якщо у карбоновому радикалі карбонових кислот атом (один або декілька) заміщений на інші функціональні групи, то такі кислоти називають *гетерофункціональними*. Серед них розрізняють галогенкарбонові, нітрокислоти, амінокислоти, оксикислоти та ін.

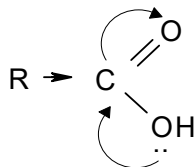
У карбонових кислот можливі наступні види *ізомерії*:

- карбонового ланцюга;
- положення кратного зв'язку в ненасичених кислот;
- цис-транс-ізомерія в кислот з подвійним зв'язком у молекулі;
- міжкласова ізомерія;

- ізомерія функціональних груп у гетерофункціональних к-т;
- оптична ізомерія.

Карбонові кислоти із кількістю атомів карбону вищою за 6 називають *вищими (жирними)* кислотами. Назву «жирні» ці кислоти одержали тому, що більшість із них були виділені із жирів.

Будова: карбоксильна група $-\text{COOH}$ складається з карбонільної групи $\text{C}=\text{O}$ й гідроксильної групи $-\text{OH}$. Властивості повної карбоксильної групи відрізняються від властивостей складових її груп, які впливають одна на одну. У групі $\text{C}=\text{O}$ внаслідок перерозподілу електронної густини атом карбону несе частковий позитивний заряд й притягує до себе неподілену пару електронів атома кисню в групі $-\text{OH}$. При цьому електронна густина на атомі кисню зменшується й зв'язок $\text{O}-\text{H}$ послаблюється.



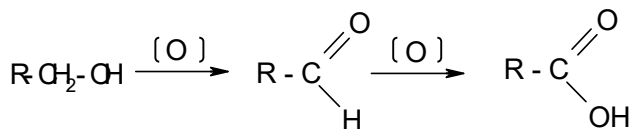
Фізичні властивості:

Насичені одноосновні карбонові кислоти, які вміщують від одного до одинадцяти атомів карбону - рідини, що добре змішуються з водою. У твердому й рідкому стані, а також у водяних розчинах молекули кислот димеризуються в результаті утворення між ними водневих зв'язків.

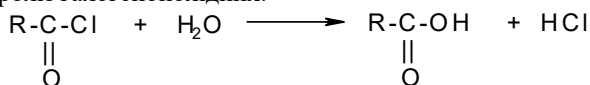
Мурашина кислота має дратівну дію на шкіру, може викликати опіки. *Ацетату калію* притаманна діуретична дія. *Ізовалеріанова кислота* має заспокійливу дію, входить до складу валідолу, настійки валеріани. *Бензойна кислота* застосовується в якості противомікробного засобу. Її сіль – *бензоат натрію* – відхаркувальний засіб. *Саліцилова кислота (орто-гідроксибензойна)* застосовується як антисептичний, дратівний засіб. *Саліцилат натрію* – анальгезуючий, жарознижуючий, протизапальний засіб. Вихідний продукт для одержання аспірину.

Загальні способи одержання:

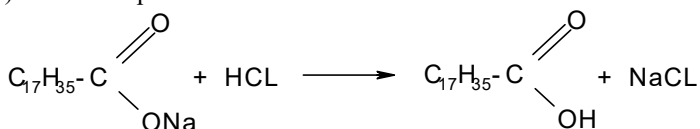
а) окислення первинних спиртів і альдегідів KMnO_4 або $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$:



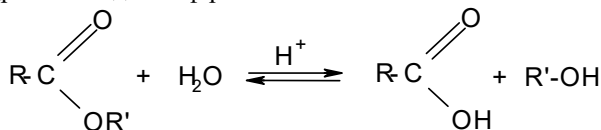
б) гідроліз галогенопохідних:



в) із солей карбонових кислот:



г) гідроліз складних ефірів:



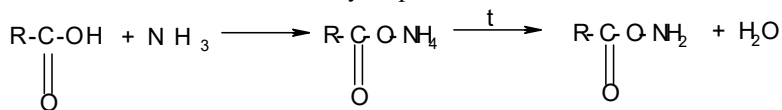
Хімічні властивості:

а) **кислотні властивості** обумовлені рухливістю атома гідрогену карбоксильної групи. Карбонові кислоти - слабкі електроліти, зі збільшенням карбонового радикала ступінь дисоціації зменшується. Насичені монокарбонові кислоти мають всі властивості звичайних кислот:

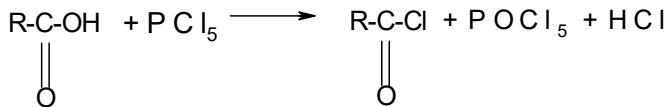
- $2\text{RCOOH} + \text{Mg} \rightarrow (\text{RCOO})_2\text{Mg} + \text{H}_2\uparrow$;
- $\text{RCOOH} + \text{KOH} \rightarrow \text{RCOOK} + \text{H}_2\text{O}$;
- $2\text{RCOOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{RCOONa} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$;

б) **реакції заміщення -ОН групи:**

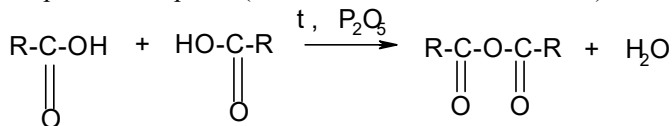
- взаємодія зі спиртами (реакція етерифікації):
- взаємодія з аміаком з утворенням амідів:



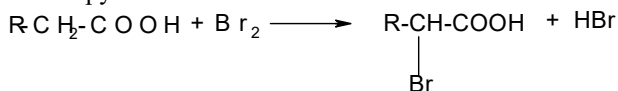
- утворення галогенангідридів:



- утворення ангідридів (дією водовіднімаючих засобів):

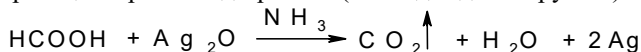


в) **реакції заміщення в α -карбонového атома** пов'язані зі зсувом електронної густини від α -карбонového атома убік карбоксильної групи:

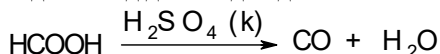


Особливості мурашиної кислоти:

1-я: реакція «срібного дзеркала» (за альдегідною групою):

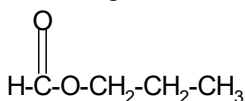


2-я: розкладання під дією водовіднімаючих засобів:

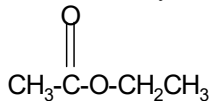


Завдання 5. Як утворюються складні ефіри?

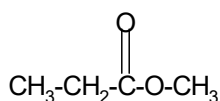
Рішення: Складні ефіри – похідні органічних кисневмісних кислот. Назви утворюють із назв кислот (кислотних залишків) і назв алкільних радикалів, що входять до складу спиртів:



пропіловий ефір
мурашиної кислоти
(пропілформіат)



етиловий ефір
оцтової кислоти
(етилацетат)



метиловий ефір
пропанової к-ти
(метилпропіонат)

Ізомерія складних ефірів буває трьох видів:

- ізомерія карбонového ланцюга;
- ізомерія положення складноєфірного угруповання;
- міжкласова ізомерія.

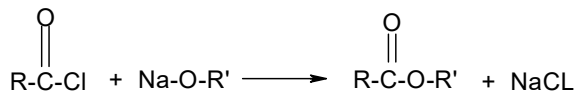
Фізичні властивості: найпростіші за складом складні ефіри – безбарвні легкокиплячі рідини із фруктовим запахом, вищі складні ефіри – віскоподібні речовини, не мають запаху, добре розчинні в

органічних розчинників. Всі складні ефіри у воді розчиняються погано. Між молекулами складних ефірів відсутні водневі зв'язки.

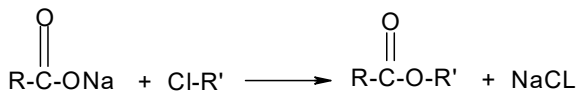
Медико-біологічне значення: *Метилсаліцилат* (метилловий ефір орто-гідроксibenзойної кислоти) застосовується в якості знеболюючого й протизапального засобу, *фенілсаліцилат* – при захворюваннях кишечника. *Етилові ефіри ненасичених жирних кислот* (олеїнової, лінолевої, ліноленової) входять до складу препаратів, які застосовуються для профілактики й лікування атеросклерозу, при опіках і променевих поразках шкіри.

Одержання:

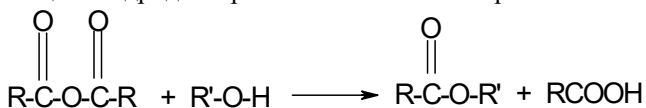
- а) реакція етерифікації;
- б) взаємодія хлорангідридів кислот і алкоголятів лужних металів:



- в) взаємодія солей карбонових кислот і галогензаміщених вуглеводнів:

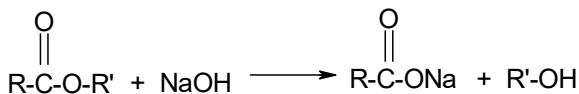
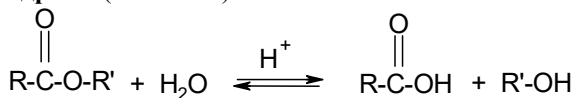


- г) реакція ангідридів карбонових кислот зі спиртами:

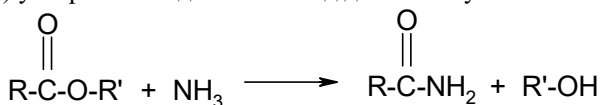


Хімічні властивості:

- а) **гідроліз** (омилення):

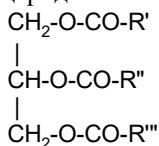


- б) утворення амідів кислот під дією аміаку:



Завдання 6. Напишіть рівняння найважливіших реакцій для жирів (одержання, омилення, гідрування, галогенування).

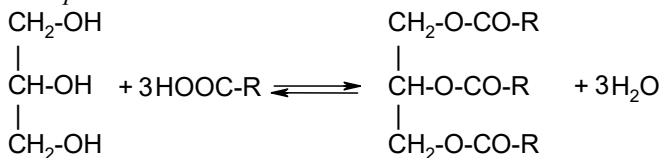
Рішення: Жири (тригліцериди) – складні ефіри гліцерину й вищих карбонових (жирних) кислот з нерозгалуженим карбоновим ланцюгом, що містять парне число карбонових атомів. Найбільш часто до складу жирів входять насичені (пальмітинова $C_{15}H_{31}COOH$, стеаринова $C_{17}H_{35}COOH$) і ненасичені кислоти (олеїнова $C_{17}H_{33}COOH$, лінолева $C_{17}H_{31}COOH$, ліноленова $C_{17}H_{29}COOH$). Природні жири являють собою суміш тригліцеридів. Загальна формула жирів:



Фізичні властивості: жири – в'язкі рідини або тверді речовини, легше води, у воді не розчиняються, але розчиняються в органічних розчинниках. Агрегатний стан жирів визначається природою жирних кислот. Тверді жири, як правило, утворені насиченими кислотами, рідкі жири (масла), як правило, ненасиченими. Температура плавлення жиру тим вища, чим більше в ньому вміст насичених кислот. Вона також залежить від довжини карбонового ланцюга жирної кислоти; температура плавлення зростає із подовженням карбонового радикалу. До складу тваринних жирів переважно надходять насичені кислоти, до складу рослинних - ненасичені. Тому тваринні жири, як правило, тверді речовини, а рослинні - найчастіше рідкі (рослинні масла).

Медико-біологічне значення: жири надходять до складу рослинних і тваринних організмів, вони є одним із джерел енергії.

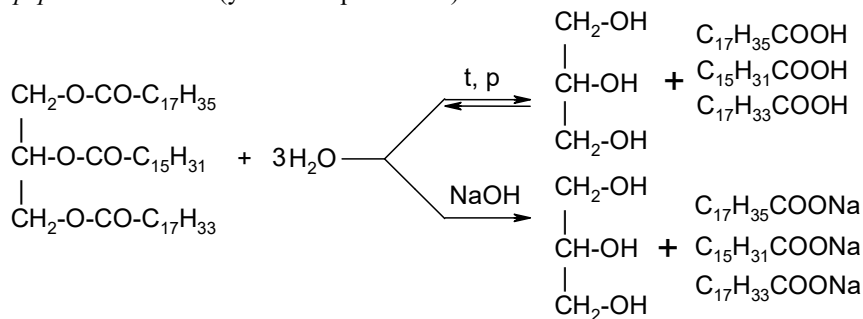
Одержання:



Хімічні властивості:

а) **гідроліз** (омилення) залежно від умов гідроліз буває *водний* (без каталізатора, за умов високої температури й тиску), *кислотний* (у

присутності кислоти, як каталізатора), *лужний* (під дією лугів) і *ферментативний* (у живих організмах):

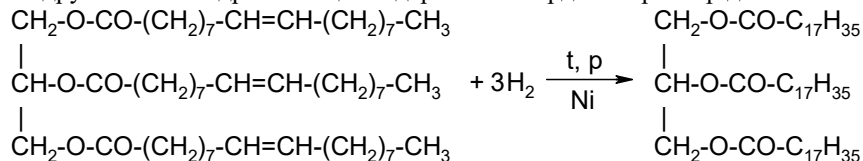


стеарил-пальмітил-олеїл-гліцерин

У результаті лужного гідролізу утворюються солі вищих жирних кислот – *мила*. Натрієві солі утворюють тверді мила, калієві – рідкі.

б) **реакції приєднання** характерні для рідких жирів:

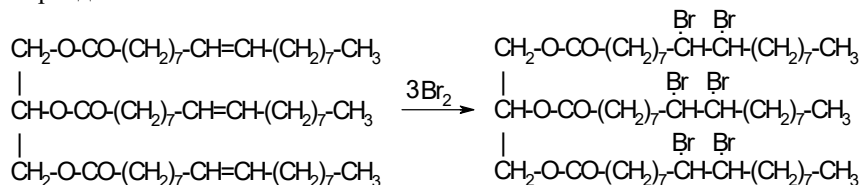
- гідрування або гідрогенізація - одержання твердих жирів із рідких:



триолеїлгліцерин

тристеарилгліцерин

- приєднання галогенів:



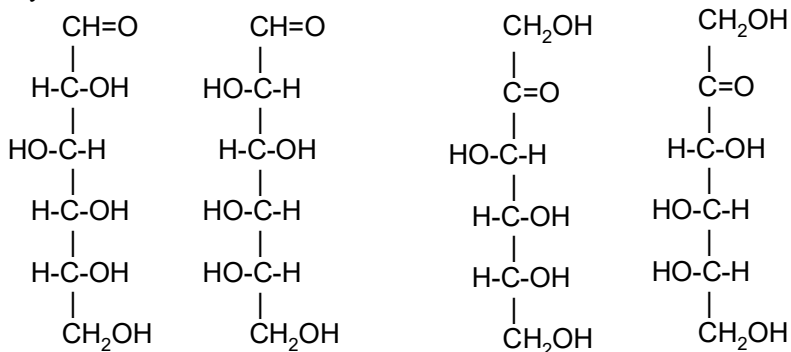
триолеїлгліцерин

9,10-гексабромтристеарилгліцерин

Завдання 7. Приведіть будову й хімічні властивості моносахаридів на прикладі глюкози й фруктози.

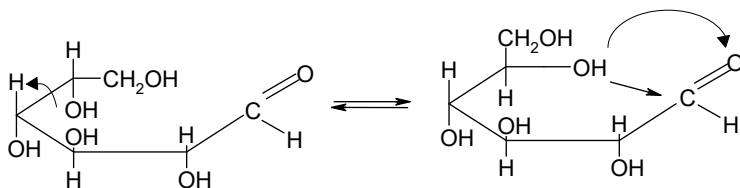
Рішення: всі моносахариди являють собою біфункціональні сполуки, до складу яких надходять нерозгалужений карбоновий ланцюг, кілька гідроксильних груп і одна карбонільна група. Моносахариди із альдегідною групою називають *альдозами*, а із кетогрупою – *кетозами*. За кількістю атомів карбону моносахариди поділяються на триози, тетрози, пентози, гексози. Загальна формула $C_n(H_2O)_m$.

Ізомерія: Всі ці речовини містять асиметричні атоми карбону, тому вони виявляють оптичну активність і можуть існувати у вигляді оптичних ізомерів. Знак у дужках у назві вуглеводу позначає напрямок обертання площини поляризації світла: (-) позначає обертання ліворуч, (+) – обертання праворуч. Буква D перед знаком обертання означає, що у всіх цих речовинах асиметричний атом карбону, найбільш вилучений від карбонільної групи, має таку ж конфігурацію, що й гліцериновий альдегід. Вуглеводи із протилежною конфігурацією відносяться до L-ряду.

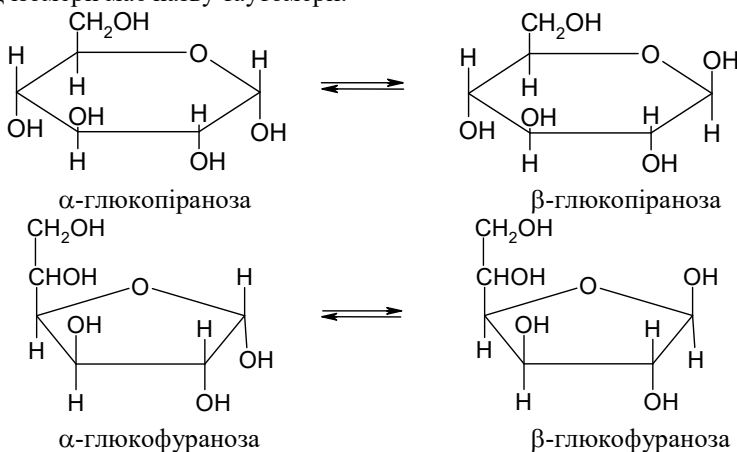


D-(+)-глюкоза L-(-)-глюкоза D-(-)-фруктоза L-(+)-фруктоза

Фізичні властивості: глюкоза $C_6H_{12}O_6$ являє собою білі кристали, солодкі на смак, добре розчинні у воді. У водяному розчині існує динамічна рівновага п'яти різних форм глюкози - однієї лінійної й чотирьох циклічних. Утворення циклічної форми можливо за рахунок внутрішньомолекулярної взаємодії альдегідної групи з гідроксогрупою при 4-му або 5-му атомах карбону:



Тому що карбонільна група має площинну будову, можливо два напрямки атаки, у результаті чого знову утворена гідроксогрупа може бути спрямована нагору (β -форма), або вниз (α -форма) щодо площини циклу. Ці форми молекул є ізомерами одна до одної. Такий вид ізомерії має назву таутомерії.



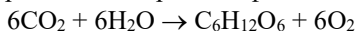
У найменуванні відповідних циклічних форм вказується положення знову утвореної (полуацетальної) гідроксильної групи (α - або β -) і тип циклу (фуран – п'ятичленний цикл із одним атомом оксигену, піран – аналогічний шестичленний цикл). Функціональним визначенням класу вуглеводів за міжнародною номенклатурою є закінчення **-оза**.

Фруктоза $C_6H_{12}O_6$ – це кетоспирт, ізомер глюкози. Аналогічно ній може існувати в лінійній і циклічній формах.

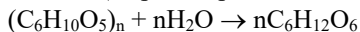
Медико-біологічне значення: глюкоза застосовується в медицині для внутрішньовенного вливання, на її основі готуються багато лікувальних препаратів.

Одержання:

а) у природі (ферментативна реакція фотосинтезу):

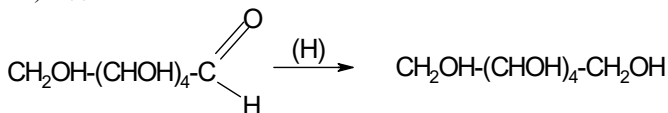


б) у промисловості (гідроліз крохмалю або целюлози):



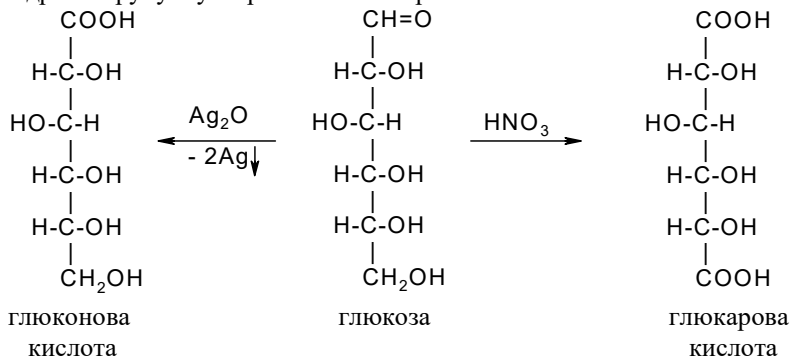
Хімічні властивості:

а) відновлення:



сорбіт

б) **окислення**: за умов дії слабких окислювачів (Ag_2O) альдегідна група окислюється до карбоксильної – утворюється глюконова кислота (реакція «срібного дзеркала»), сильні окислювачі (HNO_3) окрім альдегідної групи окислюють також і первинну гідроксогрупу – утворюється глюконова кислота:



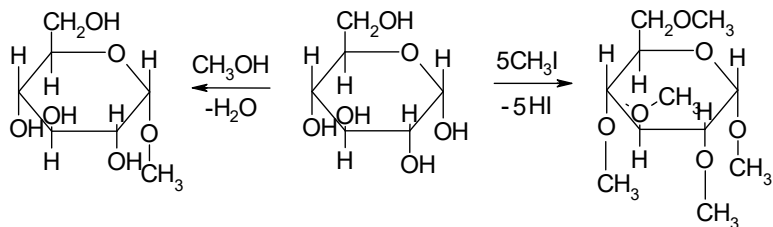
Фруктоза не дає реакцію «срібного дзеркала», тому що не має альдегідної групи, в іншому її хімічні властивості аналогічні властивостям глюкози.

в) **бродіння**: - спиртове: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2\uparrow$
спирт

- молочнокисле: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3.CH(OH)-COOH$
молочна кислота

- маслянокислое: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_3H_7COOH + 2CO_2 + 2H_2$
масляна кислота

г) **утворення ефірів**: м'які реагенти (CH_3OH , CH_3COOH) дають ефіри тільки за напівацетальною гідроксогрупою (оскільки вона найбільш реакційно-здатна), тверді реагенти, такі як CH_3I , $(CH_3CO)_2O$ – за всіма гідроксогрупами:



Завдання 8. Охарактеризуйте особливості будови й властивостей полісахаридів.

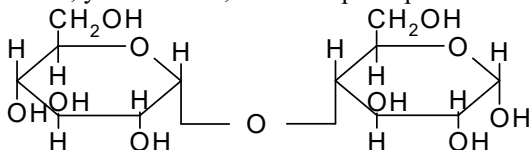
Рішення: Полісахариди поділяються на:

олігосахариди
(мальтоза, сахароза)

й

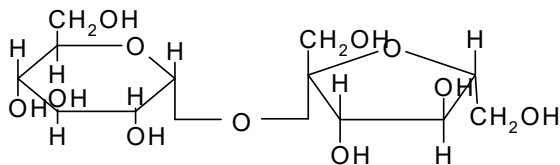
властиво полісахариди
(крохмаль, целюлоза)

Мальтоза ($C_{12}H_{22}O_{11}$) – це сахароподібний дисахарид, побудований із двох молекул глюкози, що перебувають в α -піранозній формі. Одна молекула глюкози поєднується з іншою за допомогою напівацетальної гідроксильної групи, друга реагує спиртовою гідроксильною групою при четвертому атомі карбону. Будучи димером глюкози, мальтоза, у той же час, є мономером крохмалю.

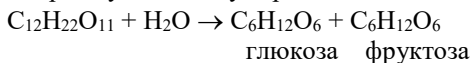


Хімічні властивості полягають у тім, що в молекулі мальтози зберігається напівацетальний гідроксил, тому в розчині вона частково перетворюється у відкриту альдегідну форму й вступає в реакції, характерні для альдегідів, зокрема, у реакцію «срібного дзеркала». Завдячуючи цьому мальтозу відносять до класу дисахаридів, які відновлюють (відновлює Ag_2O). Дає якісну реакцію на багатоатомні спирти – синє фарбування з розчином $Cu(OH)_2$. При гідролізі мальтози утворюється глюкоза.

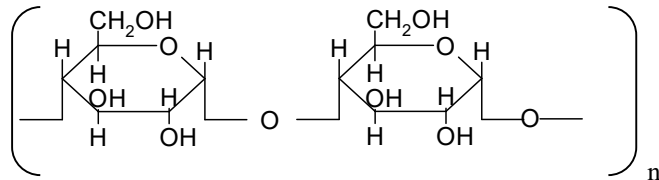
Сахароза ($C_{12}H_{22}O_{11}$) – це буряковий або тростинний цукор – біла кристалічна речовина, більш солодка, ніж глюкоза. Складається з молекул α -глюкопіранози й фруктози в β -фуранозній формі, з'єднаних за допомогою напівацетальних гідроксогруп.



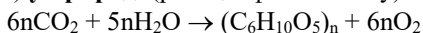
Особливості хімічних властивостей полягають у тім, що сахароза не вступає в реакцію «срібного дзеркала», тому що не містить альдегідних груп, по-тому сахароза відноситься до дисахаридів, які не відновлюють (не відновлює Ag_2O). Якісно визначається по синьому фарбуванню при взаємодії з розчином $\text{Cu}(\text{OH})_2$ – реакція утворення сахаратів. Піддається гідролізу в кислому середовищі:



Крохмаль ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n – білий порошок без смаку, не розчинний в холодній воді. Являє собою високомолекулярну сполуку. Є основним вуглеводом їжі. Молекула крохмалю утворена залишками α -глюкопіраноз, з'єднаних у положенні 1→4 (лінійна форма) або 1→6 (розгалужена форма). Структурну формулу крохмалю зображують у такий спосіб:



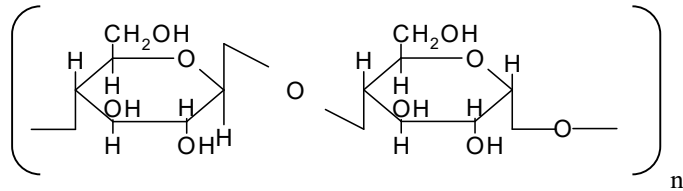
Одержання: а) у природі (реакція фотосинтезу):



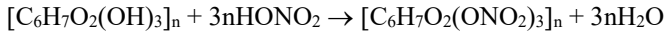
б) у промисловості (з картоплі або кукурудзи).

Хімічні властивості: гідроліз у кислому середовищі з утворенням глюкози. При взаємодії з йодом крохмаль дає яскравосиню комплексну сполуку - якісна реакція на крохмаль.

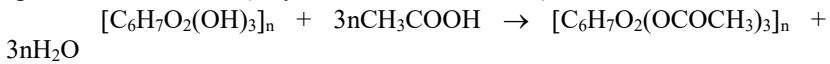
Целюлоза ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n – ізомер крохмалю. На відміну від нього не має розгалуженої структури й не засвоюється людиною (в організмі відсутні ферменти, здатні розщеплювати зв'язки між залишками β -глюкопіраноз). З погляду структури являє собою залишки β -глюкопіраноз, які пов'язані у положеннях 1→4 (лінійна структура):



Продукт нітрування целюлози - тринітрат целюлози - вибухова речовина (піроксилін), «бездимний порох»:



Целюлоза може утворювати складні ефіри з органічними кислотами, наприклад, при реакції з оцтовою кислотою виходить триацетат целюлози (штучне ацетатне волокно):

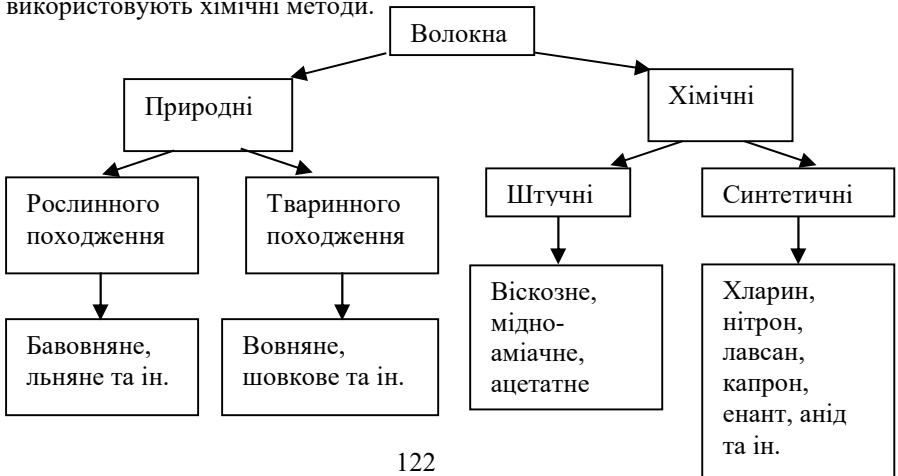


Штучні волокна.

У міру збільшення потреб населення в тканинах і розвитку техніки стала гостро відчуватися нестача волокнистих матеріалів. Виникла необхідність одержання волокон хімічними способами.

У промисловості одержують волокна двома способами: методом перебудови у природному волокні розташування макромолекул, тобто укладанням їх в одному напрямку і синтетичним шляхом з подальшим потрібним укладанням макромолекул.

Волокна, які одержують переробкою природних полімерних матеріалів, називають *штучними*, а ті, що одержують із синтезованих полімерів – *синтетичними*. Штучні й синтетичні волокна поєднують в одну групу *хімічних* волокон, тому що при одержанні тих і інших використовують хімічні методи.



За вихідний природний полімер для одержання штучних волокон беруть целюлозу, виділену з деревини, або бавовняний пух, що залишається на насінні бавовнику після того, як з нього знімуть волокна бавовни.

Щоб лінійно молекули полімеру розташувати уздовж осі утвореного волокна, їх треба відокремити одне від одного, зробити рухливими, здатними до переміщення. Цього можна досягти розплавленням полімеру або його розчиненням. Розплавити целюлозу неможливо: при нагріванні вона руйнується. Для її розчинення целюлозу обробляють оцтовим ангідридом у присутності сульфатної кислоти. Продукт етерифікації – триацетат целюлози – розчиняють у суміші дихлорметану CH_2Cl_2 й етилового спирту. Утворюється в'язкий розчин, у якому молекули полімеру вже можуть переміщатися й розташовуватися в тому чи іншому порядку.

З метою одержання волокон розчин полімеру продавлюють через фільтри, що являють собою металеві ковпачки з численними отворами. Утворюються тонкі струмені розчину, які опускаються у вертикальну шахту висотою 3 м, через яку проходить нагріте повітря.

Під дією теплоти розчинник випаровується і триацетат целюлози утворює тонкі довгі волокна, що скручуються потім у нитки і йдуть на подальшу переробку. При проходженні через отвори фільтри макромолекули вибудовуються уздовж струменя розчину. У процесі подальшої обробки розташування макромолекул в них стає ще більш упорядкованим. Це призводить до великої міцності волокон і утворення ними ниток.

Ацетатне волокно менш втрачає міцність у вологому стані, ніж штучне віскозне. Унаслідок нижчої теплопровідності воно краще зберігає теплоту. Крім того, це волокно відрізняється м'якістю, погано зминається, менше «сідає» під час прання, має приємний блиск. Усе це робить його цінним текстильним матеріалом.

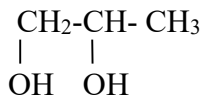
Одержання штучних волокон з природної сировини (целюлози) базується на реакції етерифікації. Найбільш розповсюдженими речовинами є продукти взаємодії целюлози з нітратною кислотою (нітроцелюлоза) й оцтовою кислотою (ацетилцелюлоза).

Розрахункові та ситуаційні задачі

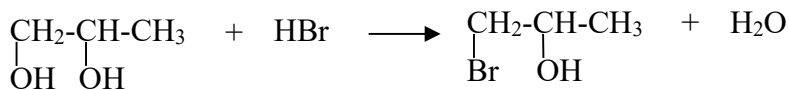
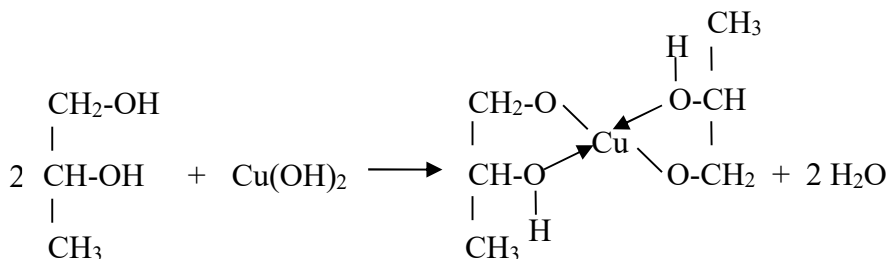
Завдання 1. Запропонуйте можливу структурну формулу речовини, про яку відомо, що вона: а) реагує з лужним розчином гідроксиду купруму (II); б) реагує із бромоводневою кислотою; в) не

реагує з аміаком; г) містить три атоми карбону; д) оптично активна. Напишіть схеми відповідних реакцій.

Рішення. Із а) і б) виходить, що речовина може уявляти собою двохатомний спирт. Із в) виходить, що вона не містить атомів галогенів і карбоксильної групи. Нарешті, один із трьох атомів карбону повинен мати чотири різних замісники (асиметричний атом карбону, який забезпечує оптичну активність). Можлива формула:

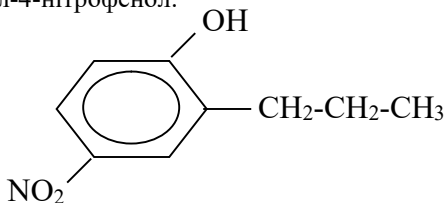


Схеми реакцій взаємодії з гідроксидом купруму (II) і HBr:



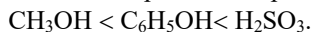
Завдання 2. Напишіть загальну молекулярну формулу гомологічного ряду нітрофенолу. Приведіть структурну формулу одного із членів ряду, який містить 11 атомів гідрогену в молекулі.

Рішення. Молекулярна формула нітрофенолу $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ ($\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{NO}_2$). Гомологи нітрофенолу відрізняються від нього на n груп CH_2 і мають загальну формулу $\text{C}_{n+6}\text{H}_{2n+5}\text{NO}_2$. 11 атомів гідрогену ($n=3$) мають, наприклад, 2-пропіл-4-нітрофенол:

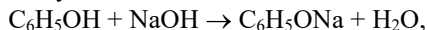


Завдання 3. Розташуєте в порядку зростання кислотності наступні речовини: фенол, сульфїтна кислота, метанол. Наведїть рївняння хїмїчних реакцїй, якї пїдтверджують правильнїсть обраної послїдовностї.

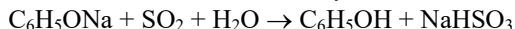
Рїшення: Правильний ряд виглядає так:



Тому що спирти проявляють набагато менш вираженї кислотнї властивостї за рахунок впливу радикалу (+M), фенол реагує з розчинами лугїв, а метанол - нї:



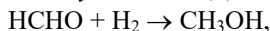
Далї скористаємося правилом, вїдповїдно до якого бїльш сильна кислота витїсняє бїльш слабку з її солей:



Фенол витїсняється сульфїтною кислотою з феноляту натрїю, отже сульфїтна кислота сильнїша за фенол.

Завдання 4. Для каталїтичного гїдрування 17,8 г сумїшї мурашиного й оцтового альдегїдїв до вїдповїдних спиртїв треба було 11,2 л водню (н.у.). Визначте масовї частки альдегїдїв у сумїшї.

Рїшення: Нехай у сумїшї перебувало x моль НСНО й y моль CH_3CHO , тодї маса сумїшї дорївнює: $30x + 44y = 17,8$ г. Для повного гїдрування сумїшї за рївняннями:



$\text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ потрібно $(x + y)$ моль водню, або $11,2/22,4 = 0,5$ моль. Вирїшуючи систему двох рївнянь для x и y , знаходимо: $x = 0,3$, $y = 0,2$.

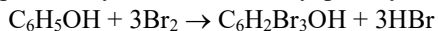
Масовї частки альдегїдїв у сумїшї дорївнюють:

$$\omega(\text{НСНО}) = 0,3 \cdot 30/17,8 = 0,506 \text{ або } 50,6\%,$$

$$\omega(\text{CH}_3\text{CHO}) = 0,2 \cdot 44 / 17,8 = 0,494 \text{ або } 49,4\%.$$

Завдання 5. При нейтралїзацїї 20 г водяного розчину оцтової кислоти й фенолу було витрачено 95,2 мл розчину гїдроксиду натрїю з масовою часткою 6,4% ($\rho = 1,05$ г/мл). При дїї на таку ж кїлькїсть розчину бромної води утворилося 20 г осаду. Знайти масовї частки фенолу й оцтової кислоти у вихїдному розчинї.

Рїшення: В реакцїю з лугом вступає й оцтова кислота й фенол. А в реакцїю їз бромом з утворенням осаду вступає тїльки фенол. За характером осаду визначаємо масу фенолу:



$$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 94 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_3\text{OH}) = 331 \text{ г/моль}$$

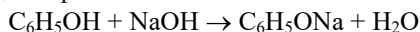
$$x / 94 \text{ г} = 20 \text{ г} / 331 \text{ г} ; x = 5,68 \text{ г}.$$

Знаходимо, скільки грамів гідроксиду натрію витрачено на нейтралізацію суміші:

$$W = m(x) / m(\text{розчину}) ; m(\text{розчину}) = V \cdot \rho,$$

$$6,4\% = 0,064 \rightarrow 0,064 = x / 1,05 \cdot 95,2 = 6,4 \text{ г}.$$

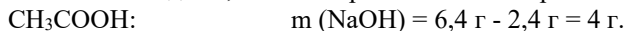
Знаходимо, скільки грамів гідроксиду натрію витрачено на взаємодію з фенолом:



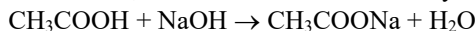
$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль}.$$

$$5,68 \text{ г} / 94 \text{ г} = x / 40 \text{ г} ; x = 5,68 \cdot 40 / 94 = 2,4 \text{ г}.$$

Знаходимо, скільки грамів NaOH витратили на нейтралізацію



Знаходимо, скільки оцтової кислоти було в суміші:



$$x / 60 \text{ г} = 4 \text{ г} / 40 \text{ г} ; x = 6 \text{ г}.$$

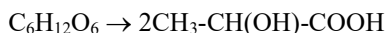
Знаходимо масові частки фенолу й оцтової кислоти в розчині:

$$W(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 5,68 \text{ г} / 20 \text{ г} = 0,284 \text{ або } 28,4\%.$$

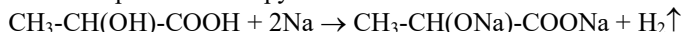
$$W(\text{CH}_3\text{COOH}) = 6 \text{ г} / 20 \text{ г} = 0,3 \text{ або } 30\%.$$

Завдання 6. Отримана за умов бродіння глюкози сполука $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ у реакції з натрієм утворює сполуку, що має склад $\text{C}_3\text{H}_4\text{Na}_2\text{O}_3$, з карбонатом кальцію – $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{CaO}_6$, з етанолом у присутності сульфатної кислоти – $\text{C}_3\text{H}_{10}\text{O}_3$. Назвіть цю сполуку й напишіть схеми реакцій.

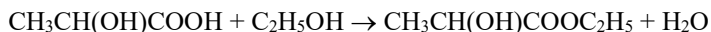
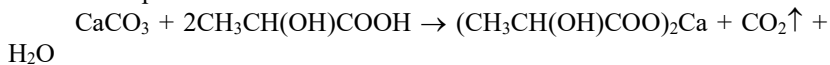
Рішення. При молочнокислому бродінні із глюкози виходить молочна кислота:



У реакції молочної кислоти з натрієм беруть участь і гідроксильна й карбоксильна групи:



З карбонатом кальцію і з етанолом молочна кислота реагує як звичайна карбонова кислота:



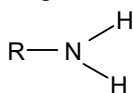
Нітрогеновмісні органічні сполуки.

Завдання 1. Приведіть будову й властивості амінів.

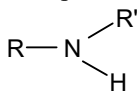
Рішення. Аміни – це органічні сполуки, які розглядають як похідні аміаку, де атоми гідрогену (один, два або три) замінені на

карбонів радикали. Аміни поділяють на первинні, вторинні й третинні залежно від того, скільки атомів гідрогену заміщено на радикал:

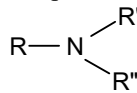
- первинний



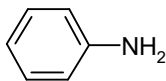
- вторинний



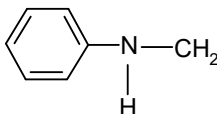
- третинний



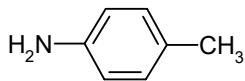
Залежно від природи радикала аміни можуть бути аліфатичні (насичені й ненасичені) і ароматичні. Назви аліфатичних амінів утворюються з назв карбонів радикалів, до яких додається закінчення **-амін**. Ароматичні аміни іменують або за тривіальною номенклатурою, або як похідні найпростішого ароматичного аміну – аніліну:



феніламін
анілін



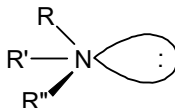
метилфеніламін
N-метиланілін



para-метиланілін
para-толуїдин

Загальна формула насичених аліфатичних амінів $C_nH_{2n+3}N$.

Будова: атом нітрогену в молекулах амінів перебуває в стані sp^3 -гібридації. Три із чотирьох гібридних орбіталей беруть участь в утворенні σ -зв'язків N-C і N-H, на четвертій орбіталі перебуває неподілена електронна пара, яка обумовлює основні властивості амінів:

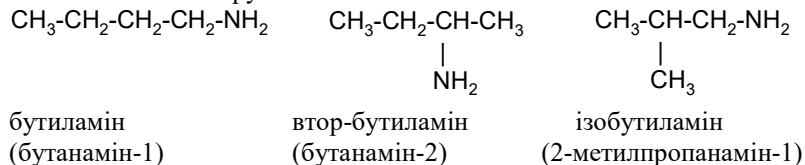


Електронодонорні замісники (насичені вуглеводні радикали) збільшують електронну густину на атомі нітрогену й підсилюють основні властивості амінів, тому вторинні аміни - більш сильні основи, ніж первинні, оскільки два радикали створюють на атомі нітрогену більшу електронну густину, ніж один. У третинних амінах важливу роль відіграє просторовий фактор: три радикали загороджують електронну пару атома нітрогену й утруднюють її взаємодію з іншими молекулами, тому основність третинних амінів менша, ніж первинних або вторинних.

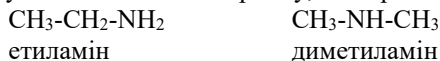
Фізичні властивості: Залежно від кількості й довжини карбонів радикалів аміни можуть бути газами (метиламін), рідинами (триетиламін, анілін) і твердими речовинами (трифеніламін,

нітроанілін). Нижчі аліфатичні аміни мають неприємний різкий запах, схожий на запах аміаку. Між молекулами амінів у рідкій фазі утворюються слабкі водневі зв'язки, тому температури кипіння амінів вищі за температури кипіння відповідних вуглеводнів. Аміни також утворюють слабкі водневі зв'язки з водою, тому нижчі аміни добре розчинні у воді, а по мірі зростання карбонового кістяка розчинність у воді зменшується.

Ізомерія амінів пов'язана з будовою карбонового ланцюга й положенням аміногрупи:

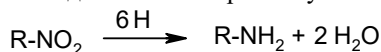


Окрім того, первинні, вторинні й третинні аміни, які містять однакову кількість атомів карбону, ізомерні між собою:

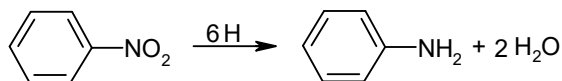


Медико-біологічне значення: аміни – похідні сполуки для одержання багатьох лікарських засобів. Ароматичні аміни є кров'яними й нервовими отрутами.

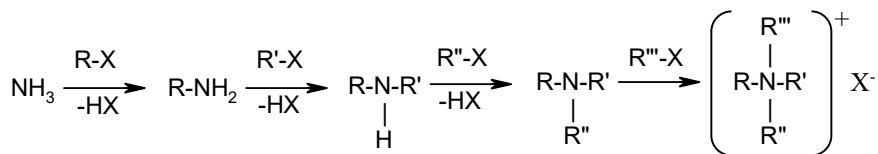
Одержання: - відновлення нітросполук:



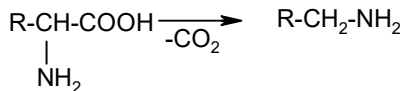
- реакція М.М.Зініна – відновлення нітробензолу в анілін (відновники $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, чавунні стружки із хлоридною кислотою, H_2 у присутності каталізатора):



- реакція Гофмана – взаємодія галогенпохідних з аміаком (амінами):



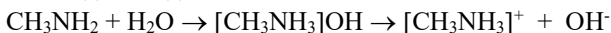
- декарбоксілювання амінокислот:



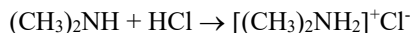
Хімічні властивості: завдяки наявності неподіленої електронної пари на атомі нітрогену аміни здатні приєднувати протон за донорно-акцепторним механізмом, а також інші позитивно заряджені частинки:

а) **основні властивості:**

- взаємодія з водою:

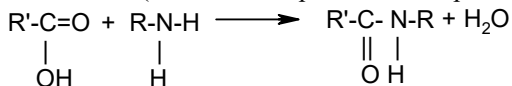


- взаємодія з кислотами:

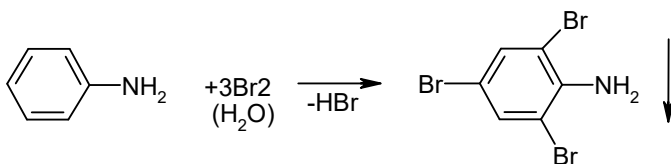


б) **нуклеофільні властивості** (алкілювання амінів – реакція Гофмана);

в) **утворення амідів** (тільки для первинних і вторинних):



г) **заміщення в бензеновому кільці** (для ароматичних амінів): аміногрупа є донором електронів, тому реакції електрофільного заміщення в аніліні відбуваються легше, ніж у бензені. При взаємодії із бромною водою відбувається заміщення атомів гідрогену в *орто*- і *пара*-положеннях з утворенням білого осаду 2,4,6-триброманіліну (якісна реакція на анілін):

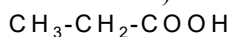


д) **горіння:** $\text{RNH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$

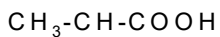
Завдання 2. Сформулюйте поняття про амінокислоти як складові компоненти білків, охарактеризуйте спосіб одержання й структуру поліпептидного ланцюга білків.

Рішення: амінокислоти – це органічні біфункціональні сполуки, які містять одночасно аміногрупу (-NH₂) і карбоксильну групу (-COOH). Назви амінокислот будуються із назви відповідної карбонової кислоти з додатком префікса **аміно-** і вказівкою положення

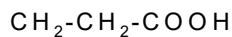
аміногрупи. При цьому атоми карбону часто позначаються буквами грецького алфавіту по мірі віддалення від карбоксильної групи (α - і β -амінокислоти).



пропанова кислота

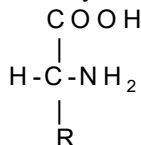


α -амінопропіонова
2-амінопропанова

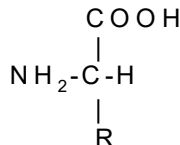


β -амінопропіонова
3-амінопропанова

Ізомерія: для всіх природних амінокислот, крім гліцину, характерна оптична ізомерія. Кожний ізомер відносять до D або L ряду залежно від того, збігається його конфігурація з конфігурацією D-гліцеринового альдегіду чи ні:



D-амінокислоти



L-амінокислоти

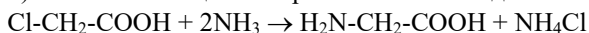
Фізичні властивості: амінокислоти являють собою тверді кристалічні речовини, добре розчинні у воді й мало розчинні в органічних розчинниках. Багато амінокислот мають солодкий смак.

Медико-біологічне значення: до складу білків тваринних організмів надходять 19 основних L-амінокислот і одна імінокислота.

Одержання:

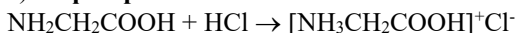
а) α -амінокислоти, які входять до складу білків, одержують гідролізом білків у кислому або лужному середовищі, або під дією ферментів.

б) з галогензаміщених карбонових кислот дією аміаку:



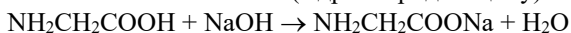
Хімічні властивості:

а) **амфотерність:**



хлориднокисла сіль гліцину

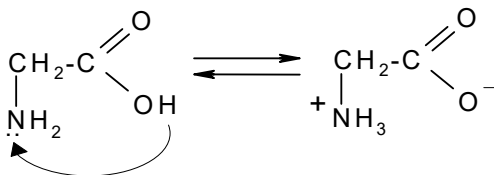
(гідрохлорид гліцину)



натрієва сіль гліцину

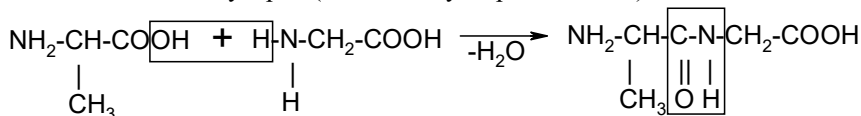
(аміноацетат натрію)

б) **внутрішньомолекулярна взаємодія** між карбоксильною і аміногрупами (рівноважний процес у розчинах):



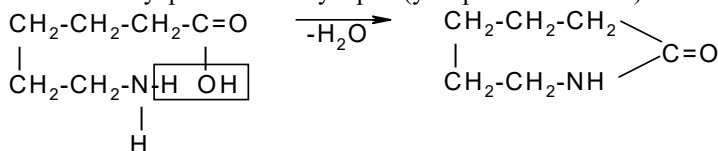
в) конденсація амінокислот:

- міжмолекулярна (є основою утворення білків):



аланін гліцин
 аланілгліцин(дипептид)

- внутрішньомолекулярна (утворення лактамів):



ε-амінокапронова кислота

капролактама

Структура білка:

- первинна структура - це послідовність з'єднання амінокислот;
- вторинна структура - це просторова організація окремих ділянок поліпептидного ланцюга, яка фіксується у просторі водневими зв'язками. Моделлями вторинної структури білкової молекули є α-спіраль (водневі зв'язки виникають між витками одного пептидного ланцюга) і β-складчаста структура (водневі зв'язки виникають між двома й більше пептидними ланками);
- третинна структура - це сумарна просторова організація, «архітектура» макромолекули, яка фіксується декількома видами зв'язків (ковалентними -S-S- зв'язками, іонними взаємодіями, водневими зв'язками).

Завдання 3. Охарактеризуйте гетероциклічні сполуки на прикладі піролу й піридину, підкресліть їх амфотерність. Приведіть структуру пуринових і піримідинових основ.

Рішення: Гетероциклічними сполуками називаються такі, які містять цикли, що складаються не тільки з атомів карбону, але й атомів

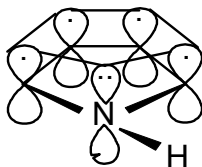
інших елементів, найчастіше нітрогену, кисню, сульфору, які називаються *гетероатомами*.

Гетероциклічні сполуки можуть класифікуватися:

- за числом ланок у циклі (*пірол* – п'ятичленний, *піридин* – шестичленний гетероцикли);
- за характером гетероатомів (киснено-, нітрогено-, сульфуровмісні);
- за кількістю гетероатомів у циклі;
- за ступенем насиченості (насичені, ненасичені).

Пірол

Будова: атоми карбону й атом нітрогену в піролі перебувають в sp^2 -гібризованому стані, неподілена пара нітрогену творює із π -електронами подвійних зв'язків загальну хмару, у результаті чого має місце утворення супряженої системи.

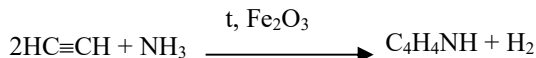


Фізичні властивості: пірол – безбарвна рідина із запахом, який нагадує запах хлороформу, слабо розчинний у воді, але добре розчинний в органічних розчинниках. На повітрі швидко окислюється й темнішає.

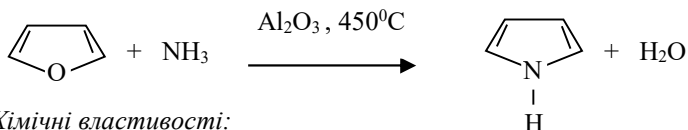
Пірольний цикл входить до складу дуже важливих біологічно активних речовин, таких як хлорофіл, гемоглобін, амінокислоти – пролін і гідроксипролін.

Одержання:

а) конденсацією ацетилену з аміаком:



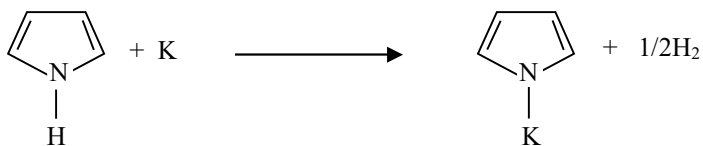
б) аммонолізом п'ятичленних гетероциклів з іншими гетероатомами – фурану й тіофену (*реакція Юр'єва*):



Хімічні властивості:

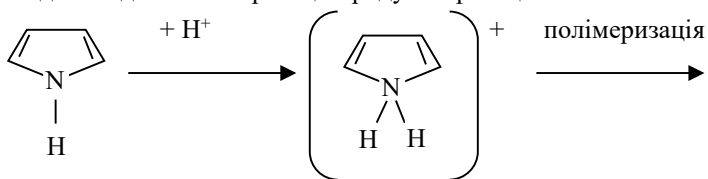
а) **кислотні властивості:**

- пірол - слабка кислота, тому що вільна пара електронів нітрогену бере участь у створенні ароматичної системи кільця, це послабляє зв'язок між нітрогеном і гідрогеном:

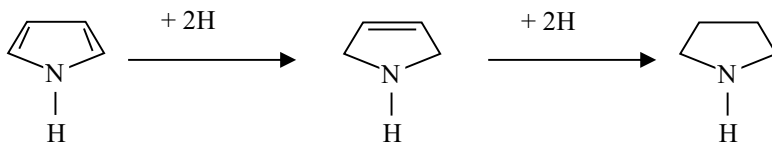


б) **основні властивості:**

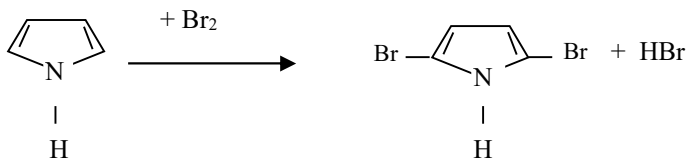
- пірол - дуже слабка основа, до того ж, тому що утворення солі пов'язане з порушенням ароматичності структури, кислотні реагенти приводять до швидкої полімеризації продуктів реакції:



в) **гідрування** піролу приводить до тетрагідропіролу (піролідину) – більш сильної основи в порівнянні з піролом:

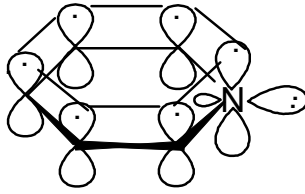


г) **електрофільне заміщення** в піролі під дією неруйнуючих реагентів відбувається легше, ніж у бензені й протікає переважно в α -положенні.



Піридин

Будова: піридин можна розглядати як π -електронну ароматичну систему. Із трьох гібридних орбіталей атома нітрогену дві вступають у створення σ -зв'язків C-N, а третя містить неподілену пару електронів, яка забезпечує піридину основні властивості.



Фізичні властивості: піридин – безбарвна рідина, небагато легша за воду, з характерним неприємним запахом, з водою змішується в будь-яких відносинах.

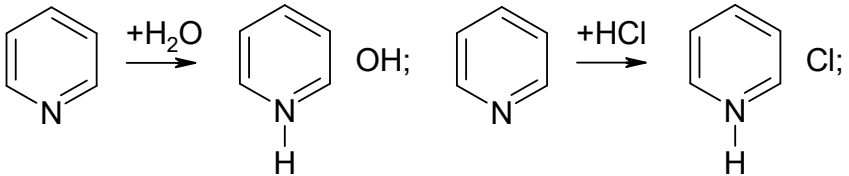
Піридиновий цикл надходить до складу багатьох лікарських препаратів, таких як, наприклад, вітамін РР (нікотинамід), вітамін В₆.

Одержання: з кам'яновугільної смоли, у лабораторних умовах із синильної кислоти й ацетилену:

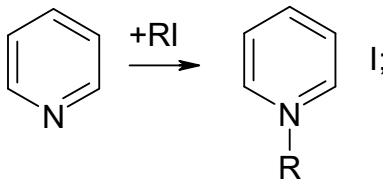


Хімічні властивості:

а) **кислотно-основні** (слабка основа, розчиняється у воді):

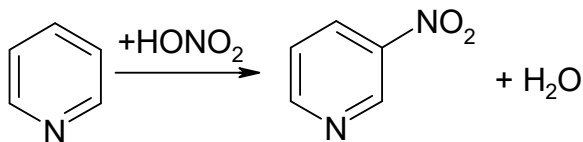


б) **нуклеофільні властивості:**

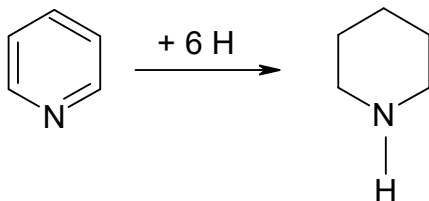


в) **реакції ароматичного кільця:**

- електрофільне заміщення в піридиновому кільці відбувається у жорстких умовах із заміщенням атома гідрогену при β-карбонівому атомі:



- реакції приєднання:

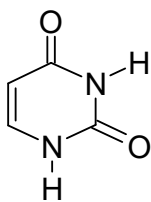


Піримідин

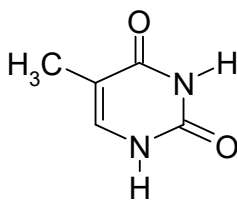
Піримідин – нітрогеновмісна основа, яка містить два атоми нітрогену в шестичленному ароматичному кільці. Піримідиновий цикл входить до складу нуклеїнових кислот, деяких лікарських препаратів, наприклад, барбітуратів, вітаміну В₁ та інші.

Піримідинові основи – похідні піримідину, які надходять до складу біомолекул – нуклеотидів:

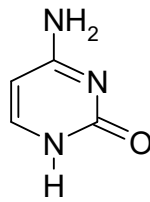
Урацил



Тимін



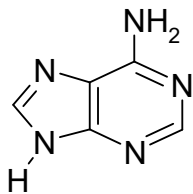
Цитозин



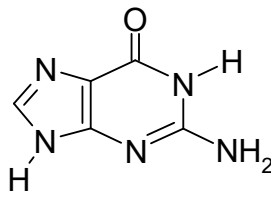
Пурин

Пурин – конденсований ароматичний гетероцикл, який складається з піримідину й імідазолу – п'ятичленного гетероциклу, який містить також два атоми нітрогену. Пурин надходить до складу нуклеїнових кислот, а також лікарських препаратів.

Пуринові основи - похідні пурину. Аналогічно піримідиновим основам є головною частиною при побудові нуклеотидів:



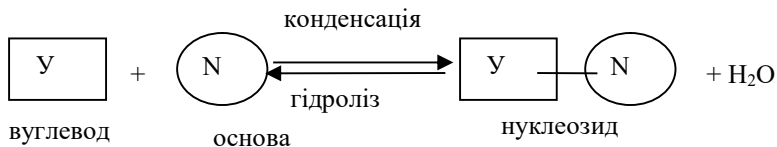
Аденін



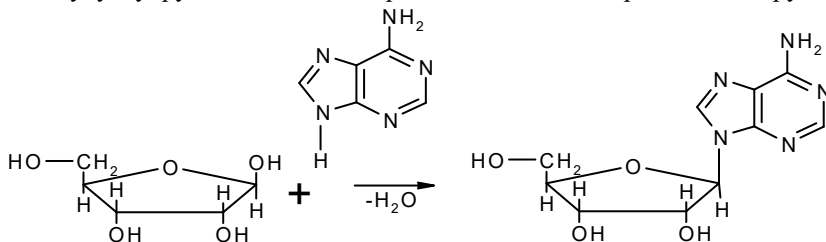
Гуанін

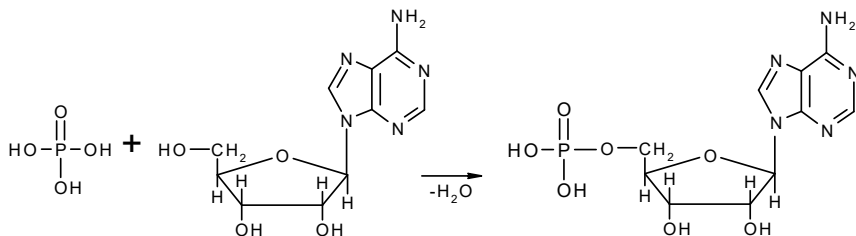
Завдання 4. Дайте поняття нуклеотидам. Приведіть схему їх утворення.

Рішення: Нуклеотиди – складні органічні молекули, утворені нуклеозидом – продуктом взаємодії нітрогеновмісних (пуринових і піримідинових) основ з молекулою вуглеводу – і залишком ортофосфатної кислоти. В якості вуглеводу при утворенні нуклеозиду виступають рибоза й дезоксирибоза, які перебувають у циклічній β-фуранозній формі. Молекула цукру з'єднується з нітрогеновмісною основою за допомогою гідроксильної групи в першому положенні (напівацетальним гідроксилем), нітрогеновмісна основа з'єднується атомом гідрогену в положенні 9 (пуринові) і 3 (піримідинові основи).

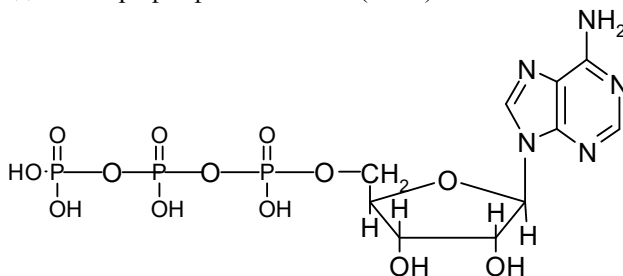


Із залишком фосфатної кислоти нуклеозид з'єднується через молекулу цукру за допомогою третьої або п'ятої гідроксильної груп:





Основною речовиною, яка здійснює перенос енергії в біологічних системах, є аденозин-5'-трифосфат або аденозинтрифосфатна кислота (АТФ):



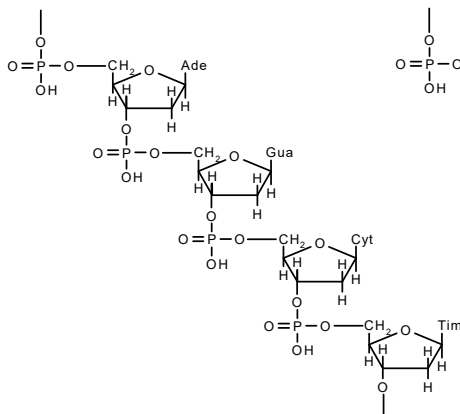
Завдання 5. Що ви знаєте про нуклеїнові кислоти?

Рішення: Нуклеїнові кислоти – це полінуклеотиди.

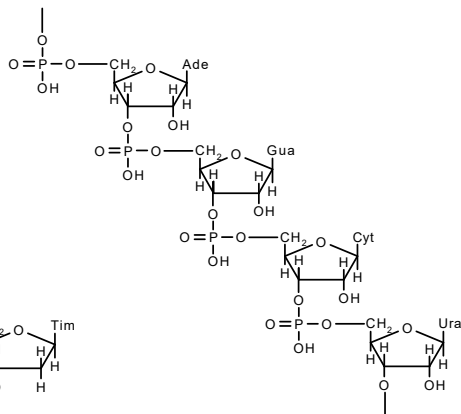
ДНК – дезоксирибонуклеїнова кислота – утворена нуклеотидами, в основі яких лежить дезоксирибоза. РНК – рибонуклеїнова кислота – побудована з нуклеотидів, які мають у своєму складі рибозу.

Первинна структура нуклеїнових кислот – це послідовність нуклеотидних ланок. Нуклеотиди з'єднуються один з одним через залишок фосфатної кислоти. Ефірні зв'язки, утворені фосфатною кислотою, з'єднують атом карбону (3-й) вуглеводного залишку даного нуклеозиду з атомом карбону (5-м) вуглеводного залишку наступного нуклеозиду.

ДНК



РНК

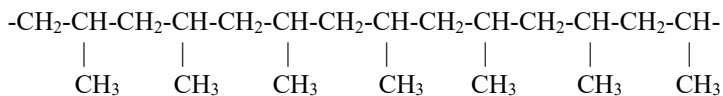


Синтетичні високомолекулярні сполуки.

Синтетичні високомолекулярні сполуки є основою пластмас, волокон, резини. За деякими властивостями ці матеріали перевершують традиційні – дерево, кераміку, скло, металеві сплави. За своїми властивостями полімерні матеріали відрізняються від природних. Вони мають більш тривалий термін використання, не підлягають корозії, мають невелику густину, достатньо міцні.

Серед синтетичних високомолекулярних сполук найбільше використання отримали поліетилен, поліпропілен, полістирол. Загальна назва цих та інших подібних речовин – *полімери*.

Поліетилен та поліпропілен (см. вище) складаються з достатньо довгих молекул, які називають макромолекулами:



поліпропілен

в цій молекулі багаторазово повторюється група атомів: $-\text{CH}_2-\text{CH}-$
елементарна ланка CH_3

Кількість елементарних ланок в макромолекулі полімеру називають ступенем полімеризації й позначають буквою **n**. Формулу макромолекули поліпропілену записують так: $(-\text{CH}_2-\text{CH}-)_n$



Сполука, від якої походить елементарна ланка полімеру, називають *мономером*. Для поліпропілену мономером є пропен $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$. Полімер у твердому стані може мати упорядковане розташування молекул на одних ділянках й хаотичне – на інших. Такі речовини характеризують, використовуючи поняття *ступінь кристалічності* (це частка речовини з упорядкованим розташуванням макромолекул). Якщо ступінь кристалічності дорівнює 90 %, тоді полімер кристалічний, а якщо 10 % - аморфний.

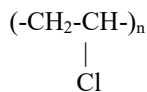
Як парвило, полімери нерозчинні у воді, а ті, що мають сетчасту будову, – ще й у органічних розчинниках. Для багатьох полімерів не існує визначених температур плавлення чи кипіння. Багато полімерів після нагрівання й подальшого охолодження не зазнають хімічних перетворень й зберігають свої фізичні властивості. Такі полімери називають *термопластичними*. До них відносяться поліетилен, поліпропілен та деякі інші. *Термореактивні* полімери після нагрівання гублять пластичність і спроможність розчинятися у органічних розчинниках. Термореактивними полімерами є фенолоформальдегідні смоли.

Пластмаси – це матеріали на основі полімерів, які зберігають свою форму після нагрівання й наступного охолодження. Окрім полімерів, пластмаси вміщують різноманітні домішки, що поліпшують їх властивості, підвищують стійкість до хімічно агресивних речовин й зміни зовнішніх умов. Домішками слугують подрібнена деревина, крейда, графіт, папір, а також сажа, різноманітні волокна.

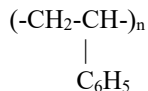
Поліетилен – термопластичний матеріал. Із нього виготовляють водопровідні та каналізаційні труби, пакувальну плівку та плівку для парників, тару, предмети побуду, ємкості для зберігання неорганічних кислот та лугів. Він також слугує тепло- та електроізоляційним матеріалом. Поліетиленові вироби морозостійкі, але не видержують нагрівання вище 60-100°C.

Поліпропілен схожий з поліетиленом не тільки за зовнішнім виглядом, але й за термопластичністю, способом отримання тощо. Поліпропілен використовують для виробництва волокон, труб, пакувальної плівки, тари, деталей технічної апаратури, предметів побуту, іграшок, одноразового посуду, ізоляційного матеріалу.

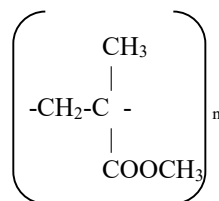
Полівинилхлорид – тверда речовина, стійка до розчинів лугів, кислот, багатьох органічних розчинників. Його використовують для виготовлення штучного хутра, лінолеума, труб, волокон, тари, різноманітних деталей.



Полістирол – аморфний термопластичний полімер лінійного складу. Він не реагує з розведеними розчинами лугів та кислот. Він добре склеюється та обробляється. Недоліки цього полімеру – невисока міцність та термостійкість. Із цього полімеру виготовляють звуко- та теплоізоляційні, облицювальні та декоративні плитки, деталі для мбедичних приладів та систем пререливання крові, одноразовий посуд, дитячі іграшки, захисні шоломи тощо. Недоліками **пінополістиролу** є горючість та крихкість. Плити із цього матеріалу помірно виділяють невелику кількість стиролу – токсичної речовини, спроможної накопичуватись у організмі. Окрім того, він легко займається і горить з виділенням чорного диму та шкідливих речовин.



Поліметилметакрилат відомий як органічне скло. Він прозорий, легкий, міцний, волого-, морозо-, світлостійкий. Він нерозчинний у спирті, але розчинний у бензені, ацетоні, оцтовій кислоті. На нього не діють розведені розчини кислот та лугів. При нагріванні вище 120°C розм. 'якшується, а при згорянні не утворює токсичних речовин.

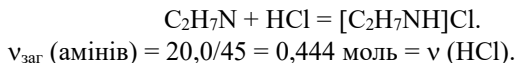


Фенол-формальдегідні смоли – перші синтетичні полімери. Їх отримують поліконденсацією фенолу $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ с формальдегідом HCHO . В залежності від умов співвідношення вихідних речовин, каталізатора утворюються термопластичні або термореактивні полімери. Феноло-формальдегідні смоли є основою фенопластів. Це термостійкі матеріали, нерозчинні у воді та органічних розчинниках.. із них виготовляють деталі електрообладнання, предмети побуту. Суміші пеноплатів з відходами обробки деревини використовують у вигляді плит у будівництві, виробництві меблів. Недоліки деякий фенопластів – це виділення токсичних речовин у оточуюче середовище.

Розрахункові та ситуаційні задачі.

Завдання 1. Який об'єм хлороводню (н.у.) може прореагувати із 20,0 г суміші, яка складається з диметиламіну й етиламіну?

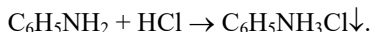
Рішення: Аміни, що є у суміші, - $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ і $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ - є ізомерами (загальна формула $\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$), тому кількість хлороводню, яка прореагувала, визначається тільки загальною кількістю амінів і не залежить від вмісту кожного із них у суміші. Загальне рівняння реакцій:



$$(HCl) = 0,444 \cdot 22,4 = 9,95 \text{ л.}$$

Завдання 2. Через 10 г суміші бензену, фенолу й аніліну пропустили струм сухого хлороводню, при цьому випало 2,59 г осаду. Його відфільтрували, а фільтрат обробили водяним розчином гідроксиду натрію. Верхній органічний шар відокремили, його маса зменшилася на 4,7 г. Визначте маси речовин у вихідній суміші.

Рішення: При пропусканні через суміш сухого хлороводню випадає осад хлориду феніламонію, який не розчинний в органічних розчинниках:

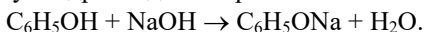


$$v(C_6H_5NH_3Cl) = 2,59 / 129,5 + 0,02 \text{ моль, отже}$$

$$v(C_6H_5NH_2) = 0,02 \text{ моль,}$$

$$m(C_6H_5NH_2) = 0,02 \cdot 93 = 1,86 \text{ г.}$$

Зменшення маси органічного шару на 4,7 г відбулося за рахунок реакції фенолу з гідроксидом натрію:



Фенол перейшов у водяний розчин у вигляді феноляту натрію.

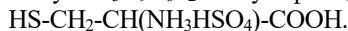
$$m(C_6H_5ONa) = 4,7 \text{ г.}$$

$$\text{Маса бензену в суміші становить } 10 - 4,7 - 1,86 = 3,44 \text{ г.}$$

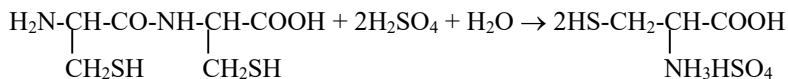
Завдання 3. Серед ізомерів сполуки $C_6H_{12}O_3S_2N_2$ виберіть такий, з якого в одну-дві стадії можна одержати сполуку за складом $C_3H_9O_6S_2N$.

Рішення: Кінцева сполука містить у два рази менше атомів карбону, ніж вихідна, тому можна припустити, що схема реакцій включає гідроліз і що вихідна речовина – дипептид. Кінцева сполука містить нітроген і сульфур, тому імовірно, що це сульфатнокисла сіль амінокислоти. Якщо із формули $C_3H_9O_6S_2N$ виняти H_2SO_4 , то одержимо $C_3H_7O_2SN$. Це формула амінокислоти – цистеїну. Якщо молекулярну формулу цистеїну помножити на 2 і відняти H_2O , то одержимо $C_6H_{12}O_3S_2N_2$ – формулу вихідної сполуки.

Таким чином, вихідна сполука $C_6H_{12}O_3S_2N_2$ – дипептид цистеїну, кінцева сполука $C_3H_9O_6S_2N$ – сульфат цистеїну,



Сульфат цистеїну можна одержати з дипептида цистеїна в одну стадію шляхом гідролізу дипептиду при нагріванні з надлишком сульфатної кислоти:

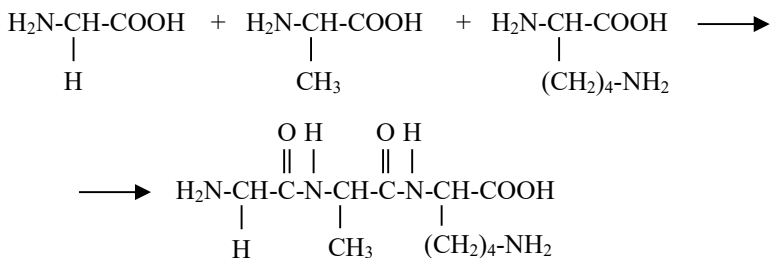


Процес можна провести у дві стадії, якщо спочатку гідролізувати дипептид у лужному середовищі, а потім додати надлишок сульфатної кислоти.

Завдання 4. Утворити трипептид з амінокислот: гліцин, аланін, лізин. Визначити реакцію середовища й дати назву отриманій сполуці.

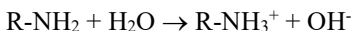
Рішення: трипептиди утворюються в результаті реакції міжмолекулярної конденсації:

У назві трипептиду аланін і гліцин одержують суфікс **-ил**, а лізин залишає за собою суфікс **-ин**. Назва трипептиду буде звучати так: гліцил-аланіл- лізин



Тепер визначимо характер середовища водяного розчину трипептиду:

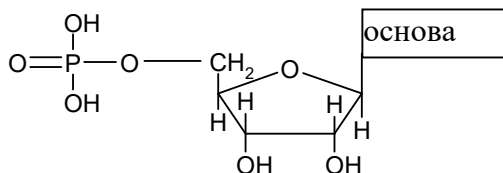
Кінцеві аміно- і карбоксильна групи вступають у внутрішньомолекулярну взаємодію, забезпечуючи існування трипептиду у вигляді біполярного іону, це зумовлює нейтральне середовище його водяного розчину. Але є ще й інші складові молекули, які можуть впливати на характер середовища – це гідрофільні функціональні групи амінокислот, які надходять до складу їхнього вуглеводневого радикалу: так у гліцину R- атом водню, який не міняє характер середовища ні в кислу, ні в лужну сторону; у аланіну R- група CH_3 , яка має той же ефект, а в лізині до складу R входить група $-\text{NH}_2$, яка дає лужну реакцію середовища, вступаючи у взаємодію з водою:



Виходить реакція водяного розчину представленого трипептиду- лужна.

Завдання 5. При обробці продуктів гідролізу 3,63 г рибонуклеотиду, який містить 19,28 % нітрогену за масою, надлишком вапняної води випало 1,55 г осаду. Встановіть структурну формулу рибонуклеотиду й напишіть рівняння реакцій.

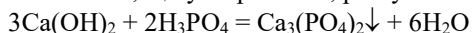
Рішення: Загальна формула рибонуклеотиду:



Повний гідроліз цієї речовини йде за рівнянням:

Рибонуклеотид + 2H₂O = H₃PO₄ + C₅H₁₀O₅ + нітрогеновмісна основа

Фосфатна кислота, що утворюється, реагує з вапняною водою:



$M(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 310$ г/моль,

$\nu(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = m/M = 1,55/310 = 0,005$ моль,

$\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2 \cdot \nu(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 0,01$ моль,

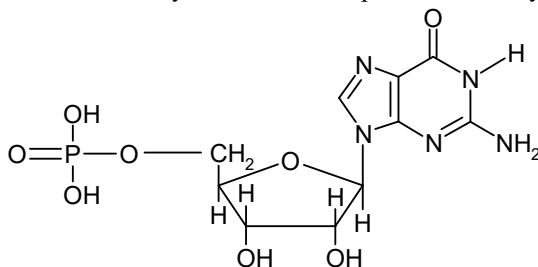
$\nu(\text{рибонуклеотиду}) = \nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,01$ моль,

$M(\text{рибонуклеотиду}) = m/\nu = 3,63/0,01 = 363$ г/моль.

В одному молі рибонуклеотиду вміщується нітрогену:

$$m(\text{N}) = 363 \cdot 0,1928 = 70 \text{ г, або } (\text{N}) = m/\text{Ag} = 5 \text{ моль.}$$

Це означає, що до складу нітрогеновмісної основи входять 5 атомів нітрогену. Таких основ у складі нуклеотидів може бути два: аденін і гуанін. Молярній масі нуклеотида 363 г/моль відповідає гуанін. Таким чином, нуклеотид, який треба знайти - гуанозинфосфат:



ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Тестові завдання першого рівня.

Із перерахованих відповідей на питання вибрати правильні.

- Укажіть загальну формулу одноатомних насичених спиртів:
а) $C_nH_{2n}-OH$; б) $C_nH_{2n+2}O$; в) $C_nH_{2n}O$.
- Позначте правильне твердження щодо будови і складу білків:
а) Білки – це похідні альдегідоспиртів;
б) Молекули білків є полімерами, що складаються з залишків амінокислот;
в) До складу білків обов'язково входять атоми Фосфору і Сульфуру.
- Укажіть реакцію, що характерна для спиртів:
а) приєднання хлору;
б) заміщення атомів Гідрогену металами;
в) дегідрування.
- Позначте правильне твердження щодо будови амінокислот:
а) молекули амінокислот містять атоми Оксигену;
б) у молекулах амінокислот наявна група $-NH_2$;
в) молекули амінокислот містять атоми Сульфуру.
- Укажіть неароматичну сполуку, молекули якої містять карбоксильну групу:
а) етанова кислота; б) бензойна кислота; в) етаналь.
- Укажіть загальну формулу одноосновних насичених кислот:
а) $C_nH_{2n+2}-COOH$; б) $C_nH_{2n+1}COOH$; в) $C_nH_{2n}COOH$.
- Позначте речовину, вміст якої в людському організмі найбільший:
а) глюкоза; б) білки; в) вода.
- Укажіть речовину, що містить карбонільну групу:
а) етанол; б) етаналь; в) гліцерол.
- Виберіть формулу диметилового ефіру:
а) $C_2H_5-O-C_2H_5$; б) CH_3-COH ; в) CH_3-O-CH_3 .
- Вторинні спирти окислюються до:
а) альдегідів; б) кетонів; в) карбонових кислот.
- Альдегіди відновлюються до спиртів:
а) первинних; б) вторинних; в) третинних.
- Укажіть речовини, необхідні для добування метилформіату:
а) метанова кислота та етанол;
б) метанова кислота та метанол;
в) етанова кислота та метанол.
- Укажіть речовину, за допомогою якої можна визначити фенол у розчині:
а) реактив Фелінга; б) ферум (III) хлорид; в) купрум (II) гідроксид.

14. Укажіть речовину, за допомогою якої можна визначити гліцерол:
а) реактив Фелінга; б) аргентум (I) оксид; в) купрум (II) гідроксид.
15. Для яких речовин якісною є реакція «срібного дзеркала»?
а) спирти; б) карбонові кислоти; в) альдегіди.
16. Укажіть ароматичну сполуку, що містить гідроксильну групу:
а) етанол; б) толуен; в) фенол.
17. Укажіть ознаку якісної реакції на багатоатомні спирти з купрум (II) гідроксидом:
а) утворення білого аморфного осаду;
б) поява блакитного забарвлення;
в) знебарвлення розчину.
18. Укажіть ознаку якісної реакції на альдегідну групу:
а) розчнення світло-блакитного осаду;
б) виділення газу;
в) утворення сріблястого нальоту на стінках посудини.
18. Укажіть назву вуглеводу, молекулярна формула якого $C_{12}H_{22}O_{11}$:
а) сахароза; б) глюкоза; в) крохмаль.
19. Укажіть, які хімічні властивості аніліну обумовлені наявністю у молекулі бензенового ядра:
а) приймає участь у реакції заміщення з бромом;
б) реагує з кислотами з утворенням солей;
в) солі аніліну реагують з лугами.
20. Який агрегатний стан має пальмітинова кислота за звичайних умов:
а) газ; б) рідина; в) тверда речовина.
21. Укажіть хімічну властивість глюкози, яка обумовлена наявністю альдегідної групи:
а) реакція з карбоновими кислотами і утворення складного ефіру;
б) спиртове бродіння;
в) реакція з аргентум (I) оксидом із утворенням металу срібла.
22. Укажіть причину аномально високих для своїх молекулярних мас температур кипіння спиртів:
а) утворення водневих зв'язків між молекулами спиртів;
б) вплив вуглеводневого радикалу;
в) внутрішньомолекулярна дегідратація.
23. Укажіть речовину, що утворюється у вигляді білого осаду при взаємодії фенолу з бромною водою:
а) 2-бромфенол;
б) 4-бромфенол;
в) 2,4,6-трибромфенол.
24. Укажіть клас органічних сполук, які утворюються при взаємодії карбонових кислот зі спиртами:

- а) етери; б) естери; в) вуглеводи.
24. Укажіть речовини, що утворюються при лужному гідролізі жирів:
- а) гліцерол і карбонова кислота;
б) гліцерол і мило;
в) гліцерол і вода.
25. Солі якої кислоти називають милами:
- а) бутанової; б) мурашиної; в) стеаринової.
26. Укажіть реагент, за допомогою якого можна якісно виявити альдегідну групу в молекулі глюкози:
- а) купрум (II) гідроксид при нагріванні;
б) кальцій гідроксид;
в) купрум (II) гідроксид за кімнатної температури.
27. Виберіть правильне твердження, що характеризує первинну структуру білків:
- а) об'єм, форма та взаємне розташування ділянок ланцюга;
б) просторова конфігурація поліпептидного ланцюга;
в) послідовність амінокислотних залишків у поліпептидному ланцюзі.
28. Який ізомер олеїнової кислоти входить до складу рослинних жирів:
- а) цис-ізомер; б) транс-ізомер; в) розгалужений ізомер.
29. Укажіть речовину, із якою реагує і етанол, і фенол:
- а) водний розчин калій гідроксиду;
б) металічний натрій;
в) нітратна кислота.
30. Укажіть реагент, за допомогою якого можна відрізнити етаналь від гліцеролу:
- а) розчин метилоранжу;
б) ферум (III) хлорид;
в) купрум (II) гідроксид за кімнатної температури.
31. Укажіть реагент, за допомогою якого можна добути твердий жир із рідкого:
- а) кисень; б) водень; в) розчин натрій гідроксиду.
32. Укажіть назву сполуки, що належить до полісахаридів:
- а) глюкоза; б) сахароза; в) целюлоза.
33. Укажіть формулу пептидного зв'язку:
- а) $-\text{CH}_2-\text{OH}$; б) $-\text{CO}-\text{NH}-$; в) $-\text{COOH}$.
34. Укажіть хімічний процес, за допомогою якого олеїнову кислоту можна перетворити на стеаринову:
- а) окислення; б) гідроліз; в) гідрування.
35. Яка кислота входить до складу природних рослинних жирів:
- а) оцтова; б) стеаринова; в) олеїнова.

II. Завдання середнього ступеню важкості.

1. Металічний натрій масою 12 г занурили в етанол об'ємом 23 мл та густиною 0,8 г/мл. Масова частка води в етанолі становить 5 %. Який об'єм водню (н.у.) виділився?
2. Обчисліть кількість технічного кальцій карбиду, що містить 20 % домішок, необхідну для одержання 80 кг оцтового альдегіду.
3. Серед наведених речовин виберіть ізомери бутанової кислоти: 2-метилпропаналь, метилформіат, етилацетат, 3-гідроксобутаналь, 2-метилпропіонова кислота, циклобутанол.
4. Здійсніть перетворення:
 - а) етанол → етен → брометан → етанол → диметиловий етер;
 - б) кальцій карбід → ацетилен → етаналь → етанол → етаналь → етанова кислота → 2-хлоретанова кислота → 2-аміноетанова кислота;
 - в) етен → етанол → етилформіат → мурашина кислота → карбон (IV) оксид;
 - г) метан → хлорметан → етанол → етаналь → мурашина кислота → етилформіат;
 - д) метан → ацетилен → бензен → нітробензен → анілін → 2,4,6-триброманілін;
5. Визначте об'єм розчину калій гідроксиду густиною 1,09 г/мл з масовою часткою 10 %, необхідний для нейтралізації суміші оцтової та мурашиної кислот, якщо в суміші маси кислот однакові й складають по 1 г.
6. При бродінні глюкози одержали 11,5 г етанолу. Визначте об'єм карбон (IV) оксиду (н.у.), який виділився.
7. При відновленні нітробензену масою 73,8 г одержали анілін масою 48 г. Визначте вихід продукту реакції.
8. Яка маса триброманіліну утвориться внаслідок реакції 2,7 г аніліну з 500 г бромної води з масовою часткою 3 %?
9. Максимальна потужність фотосинтезу 1 дм³ листової поверхні столового буряка – 94,8 мг карбон (IV) оксиду за світловий день. Обчисліть, яка кількість глюкози утворюються при цьому.
10. Яка маса жиру, що являє собою трипальмітат гліцерину, необхідна для одержання мила масою 100 г, якщо до складу мила входить 83,4 % натрій пальмітату?

III. Завдання підвищеного рівня складності.

1. На нейтралізацію суміші фенолу з етанолом використали 50 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою 18 % (густина розчину

- 1,2 г/мл). Також маса суміші прореагувала з металічним натрієм масою 7,7 г. Визначте масові частки (%) речовин у суміші.
2. На нейтралізацію 26,6 г суміші оцтової кислоти, оцтового альдегіду та етанолу витратили 44,8 г розчину з масовою часткою калій гідроксиду 25 %. При взаємодії такої ж кількості суміші з надлишком металічного натрію виділився газ об'ємом 3,36 л (н.у.). Визначте масові частки речовин у вихідній суміші.
3. Яку масу зерна кукурудзи необхідно взяти для одержання 115 кг водного розчину з масовою часткою етанолу 96 %, якщо практичний вихід етанолу 80 %, а масова частка крохмалю в зернах кукурудзи 70 %.
4. Первинний амін масою 12,4 г спалили, а продукти згорання пропустили через надлишок розчину лугу. Газ, який не прореагував з лугом, має об'єм 4,48 л (н.у.). Визначте формулу аміну.
5. До 150 г водного розчину з масовою часткою калій стеарату 4,08 % додали 100 мл 0,2 М розчину хлоридної кислоти. Визначте масу утвореного осаду.

Література :

1. Г.Е. Рудзитис, Ф.Г. Фельдман. «Химия» – 8, 9, 10, 11 классы, М.: просв., 1993.
2. Н.М. Буринська, Л.П. Величко. «Хімія» – 8, 9, 10, 11 класи, К.: Ірпінь, 2004 р.
3. П.П. Попель, І.О., Савченко, Л.С. Крикля. «Хімія». Підручник для учнів загальноосвітніх навчальних закладів. – 8, 9, 10, 11 кл. Київ, «Академія», 2008 р.
4. В.В.Сухан, Т.В.Табенська, А.Й.Капустян, В.Ф.Горлач «Хімія» - посібник вступників до вищих навчальних закладів, Київ, «Либідь», 1996 р.
5. Г.П.Хомченко «Хімія для вступників до вузів», Київ, «Вища школа», 2006 р.
6. Г.П.Хомченко, П.Г.Хомченко «Збірник задач з хімії», Київ, «В/ш», 2002 р.
7. Кузьменко Н.Е., Яремін В.В., Попов В.А. Начала химии. Современный курс для поступающих в вузы. – М. «Екзамен», 2000 г.
8. О. Березан. Збірник задач з хімії. Тернопіль, «Підручники і посібники», 2009.
9. Методичні вказівки для абітурієнтів заочних підготовчих курсів ХНМУ. – Ч.І та ІІ, Харків, ХНМУ, 2008 р.
10. Н.С. Ахметов «Неорганическая химия», М., «Высшая школа», 1975 г.
11. Н.Л.Глинка «Задачи и упражнения по общей химии», Ленинград, «Химия», 1993г.
12. И.П.Середа «Конкурсные задачи по химии» – поступающим в вузы, Киев, «Вища школа», 1984 г.
13. Я.Л. Гольдфарб, Ю.В.Ходаков, Ю.Б.Додонов «Сборник задач и упражнений по химии» – учебное пособие для учащихся 8-10 классов, Москва, «Просвещение», 1983 г.
14. Л.М.Романишина, Т.В.Романишин, Л.П.Свідерська, А.С.Грицюк «Збірник задач з хімії з прикладами розв'язування» – 8-11 класи, Тернопіль, «Навчальна книга – Богдан», 1999 р.
15. А.Д. Рощаль. Сборник разноуровневых задач и упражнений по химии. Харьков, «Ранок», 2002 г.
16. О.Березан. Збірник ускладнених задач з хімії. Для учнів середніх загальноосвітніх навчальних закладів. Тернопіль, «Підручники і посібники», 2008 р.
17. А.Д. Бочеваров, О.А. Жикол, М.В. Красовська, Д.А. Свечкаръов. «Хімія». Довідник з прикладами розв'язання задач (об'єм матеріалу

відповідає поглибленому курсу хімії для середніх шкіл). Харків.: Веста: вид-во «Ранок», 2008 р.

18. М.В. Гриньова, Н.У. Шиян, С.В. Пустовіт. «Хімія». Повний курс підготовки для вступу до вищих навчальних закладів. К.: Літера. ЛТД, 2009 р.

19. М.О. Матвеева. Новейший универсальный справочник школьника и студента. Химия. Донецк, ООО ПКФ «БАО», 2009 р.

20. А.Д. Бочеваров, О.А. Жикол. Хімія у визначеннях, таблицях і схемах. 8-11 класи. Харків, вид «Ранок», 2009 р.

21. В.Д. Чеховской, А.О. Сырвая, Л.Г. Шаповал, С.А. Наконечная. Пропедевтика медицинской химии. Харьков, 2012 г.

22. Неорганическая химия для медицинской химии: учеб.пособие для слушателей подготовит. курсов ХНМУ; под ред. А.О. Сырвой. Х.: «Цифрова друкарня № 1». 2013, 100 с.

23. Пропедевтика биорганической химии: учеб. пособие для слушателей подготовительных курсов ХНМУ; под ред. А.О. Сырвой. Х.: ТОВ «Щедра садибаплюс». 2014, 120 с.

БЛАНК ВІДПОВІДІ ТЕМА 5

| | А | Б | В | | А | Б | В | | А | Б | В | | А | Б | В | | А | Б | В |
|---|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|
| 1 | | | | 8 | | | | 15 | | | | 22 | | | | 29 | | | |
| 2 | | | | 9 | | | | 16 | | | | 23 | | | | 30 | | | |
| 3 | | | | 10 | | | | 17 | | | | 24 | | | | 31 | | | |
| 4 | | | | 11 | | | | 18 | | | | 25 | | | | 32 | | | |
| 5 | | | | 12 | | | | 19 | | | | 26 | | | | 33 | | | |
| 6 | | | | 13 | | | | 20 | | | | 27 | | | | 34 | | | |
| 7 | | | | 14 | | | | 21 | | | | 28 | | | | 35 | | | |

БЛАНК ВІДПОВІДІ ТЕМА 6

| | А | Б | В | | А | Б | В | | А | Б | В | | А | Б | В | | А | Б | В |
|---|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|
| 1 | | | | 8 | | | | 15 | | | | 22 | | | | 29 | | | |
| 2 | | | | 9 | | | | 16 | | | | 23 | | | | 30 | | | |
| 3 | | | | 10 | | | | 17 | | | | 24 | | | | 31 | | | |
| 4 | | | | 11 | | | | 18 | | | | 25 | | | | 32 | | | |
| 5 | | | | 12 | | | | 19 | | | | 26 | | | | 33 | | | |
| 6 | | | | 13 | | | | 20 | | | | 27 | | | | 34 | | | |
| 7 | | | | 14 | | | | 21 | | | | 28 | | | | 35 | | | |

БЛАНК ВІДПОВІДІ ТЕМА 7

| | А | Б | В | | А | Б | В | | А | Б | В | | А | Б | В | | А | Б | В |
|---|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|
| 1 | | | | 8 | | | | 15 | | | | 22 | | | | 29 | | | |
| 2 | | | | 9 | | | | 16 | | | | 23 | | | | 30 | | | |
| 3 | | | | 10 | | | | 17 | | | | 24 | | | | 31 | | | |
| 4 | | | | 11 | | | | 18 | | | | 25 | | | | 32 | | | |
| 5 | | | | 12 | | | | 19 | | | | 26 | | | | 33 | | | |
| 6 | | | | 13 | | | | 20 | | | | 27 | | | | 34 | | | |
| 7 | | | | 14 | | | | 21 | | | | 28 | | | | 35 | | | |

БЛАНК ВІДПОВІДІ ТЕМА 8

| | А | Б | В | | А | Б | В | | А | Б | В | | А | Б | В | | А | Б | В |
|---|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|
| 1 | | | | 8 | | | | 15 | | | | 22 | | | | 29 | | | |
| 2 | | | | 9 | | | | 16 | | | | 23 | | | | 30 | | | |
| 3 | | | | 10 | | | | 17 | | | | 24 | | | | 31 | | | |
| 4 | | | | 11 | | | | 18 | | | | 25 | | | | 32 | | | |
| 5 | | | | 12 | | | | 19 | | | | 26 | | | | 33 | | | |
| 6 | | | | 13 | | | | 20 | | | | 27 | | | | 34 | | | |
| 7 | | | | 14 | | | | 21 | | | | 28 | | | | 35 | | | |

Навчальне видання

*Навчальний посібник для слухачів заочних підготовчих курсів
ХНМУ з хімії. Видання друге перероблене та доповнене
(електронний посібник) / Частина II.*

Укладачі: Ганна Олегівна Сирова
 Світлана Вікторівна Андрєєва
 Володимир Олександрович Макаров
 Валентина Миколаївна Петюніна
 Руслан Орестович Бачинський

Відповідальний за випуск: Андрєєва С. В.