

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ
Факультет хімії та екології
Кафедра неорганічної та фізичної хімії

О. П. Березнюк, Л. Д. Гулай, І. П. Руда, Л. В. Піскач

Неорганічна хімія

методичні рекомендації для самопідготовки до лабораторних занять
студентам I курсу хімічних спеціальностей
«Середня освіта. Хімія», «Хімія», «Хімія ліків»



Луцьк 2025

*Рекомендовано до друку методичною радою
Волинського національного університету імені Лесі Українки
(протокол № 9 від 21 травня 2025 р.)*

Рецензенти:

Цісар Оксана Володимирівна – кандидат хімічних наук, доцент кафедри органічної хімії та фармації Волинського національного університету ім. Лесі Українки

Шемет Василина Ярославівна – кандидат хімічних наук, доцент кафедри матеріалознавства Луцького національного технічного університету

Укладачі:

доктор філософії в галузі хімії, старший викладач кафедри неорганічної та фізичної хімії Волинського національного університету імені Лесі Українки **Березнюк О. П.**

доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри неорганічної та фізичної хімії Волинського національного університету імені Лесі Українки **Гулай Л. Д.**

старший лаборант кафедри неорганічної та фізичної хімії **Руда І. П.**

кандидат хімічних наук, професор кафедри неорганічної та фізичної хімії Волинського національного університету імені Лесі Українки **Піскач Л. В.**

Березнюк О. П., Гулай Л. Д., Руда І. П., Піскач Л. В. Неорганічна хімія: методичні рекомендації для самопідготовки до лабораторних занять студентам І курсу хімічних спеціальностей «Середня освіта. Хімія», «Хімія», «Хімія ліків» / О. П. Березнюк, Л. Д. Гулай, І. П. Руда, Л. В. Піскач – Луцьк: ФОП Мажула Ю. М., 2025. – 68 с.

Методичні вказівки призначені для вивчення навчальної дисципліни «Неорганічна хімія» студентами факультету хімії та екології спеціальностей «Середня освіта. Хімія», «Хімія», «Хімія ліків» денної форми навчання. Методичне видання містить методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчального курсу «Неорганічна хімія» та завдання для самопідготовки.

ВСТУП

Метою викладання навчальної дисципліни «Неорганічна хімія» є:

- **Формування фундаментальних знань** про будову, властивості, хімічні реакції та методи добування неорганічних сполук.
- **Розвиток хімічного мислення** та навичок аналізу закономірностей хімічних процесів.
- **Ознайомлення з сучасними досягненнями** у галузі неорганічної хімії та її застосуваннями в науці, промисловості, медицині та екології.
- **Формування експериментальних навичок**, необхідних для роботи в хімічній лабораторії, зокрема володіння методами аналізу, синтезу та ідентифікації неорганічних речовин.
- **Розвиток професійних компетенцій**, що дозволяють студентам застосовувати отримані знання у подальшій науковій діяльності або практичній роботі в хімічній, фармацевтичній, екологічній та інших галузях.

Завдання навчальної дисципліни «Неорганічна хімія»:

- **Опанування основних закономірностей зміни властивостей елементів** по періодах та групах Періодичної системи Д. І. Менделєєва.
- **Формування експериментальних навичок:** освоєння методів хімічного аналізу та синтезу; робота з хімічними реактивами та обладнанням у лабораторії.
- **Розвиток аналітичного і логічного мислення:** навчання здобувачів освіти прогнозуванню хімічних властивостей речовин на основі їхньої будови; аналіз і вирішення хімічних задач.
- **Застосування знань на практиці:** ознайомлення з використанням неорганічних речовин у різних галузях науки та промисловості.

У результаті вивчення навчальної дисципліни **здобувач вищої освіти повинен**

- ✓ **знати:** положення хімічних елементів у періодичній системі та їхні загальні характеристики; фізичні та хімічні властивості, методи добування та застосування простих речовин та неорганічних сполук; особливості окисно-відновних, кислотно-основних, комплексоутворювальних реакцій; основні закономірності реакційної здатності неорганічних речовин.
- ✓ **вміти:** аналізувати властивості елементів та їхніх сполук з теоретичної точки зору; здійснювати розрахунки, пов'язані з властивостями та перебігом реакцій неорганічних речовин (тепловий ефект, рівновага, швидкість тощо); передбачати перебіг реакцій за участю неорганічних речовин; виконувати основні хімічні лабораторні операції та використовувати хімічне обладнання, реактиви; використовувати набуті знання для пояснення хімічних явищ у природі, технології та промисловості; дотримуватись правил безпечної роботи з хімічними речовинами.

Правила роботи в хімічній лабораторії

- **Підготовка до роботи.** Перед початком заняття необхідно ретельно ознайомитися з темою, використовуючи методичні вказівки, підручник і конспект лекцій.
- **Безпека поведінки з обладнанням.** Прилади та лабораторний посуд слід використовувати з обережністю.
- **Організація робочого місця.** Кожен студент працює лише на закріпленому робочому місці, підтримуючи його в чистоті та порядку. У лабораторії необхідно носити спеціальний одяг (халат).
- **Заборони в лабораторії.** Категорично заборонено: приймати їжу, приносити напої; користуватися мобільними телефонами, ноутбуками та іншими гаджетами.
- **Дотримання методичних вказівок.** Виконання експериментів повинно відповідати вказаним інструкціям. Проведення сторонніх дослідів без дозволу викладача заборонено.
- **Розташування реактивів.** Загальнодоступні реактиви мають знаходитися у спеціально відведених місцях (під витяжкою, на спеціальних столах). Їх перенесення на особисте робоче місце заборонено.
- **Присутність відповідальної особи.** Працювати в лабораторії без викладача або лаборанта не дозволяється.
- **Правила використання реактивів:** використовувати лише вказані кількості та концентрації реактивів; брати сухі речовини спеціальними ложечками або шпателями; рідкі реактиви наливати над склянкою ємністю, сухі – над аркушем паперу; заборонено повертати залишки реактивів у вихідну тару; пролиті чи розсипані речовини необхідно негайно прибрати та нейтралізувати.
- **Правила поведінки з електро- та водопостачанням.** Вмикати й вимикати рубильники, електроприлади, газові та водяні крани можна лише з дозволу викладача.
- **Порядок на робочому столі.** Зайві книги, зошити та журнали повинні зберігатися у спеціально відведених місцях.
- **Робота з хімічними речовинами:** використані тверді речовини та фільтрувальний папір слід викидати у спеціальні контейнери; відходи срібла, кислот, лугів та інших агресивних речовин зливати у призначені ємності; пробувати хімічні речовини на смак або вдихати їх безпосередньо заборонено.
- **Піпетування:** використовувати піпетки з грушами або дозаторами; під час роботи кінець піпетки має бути нижче рівня рідини або рідина повинна стікати по внутрішній стінці посудини.
- **Робота з токсичними та леткими речовинами.** Досліди з утворенням токсичних, неприємно пахучих або шкідливих випарів виконувати тільки у витяжній шафі, дверцята витяжної шафи мають бути опущені на третину.
- **Нагрівання реактивів:** використовувати лише тонкостінний скляний або фарфоровий посуд; під час нагрівання пробірку тримати отвором від себе та інших людей; не нахилятися над посудиною, в якій кипить рідина.
- **Визначення запаху речовин:** не вдихати пари безпосередньо з посудини; направляти струмінь газу легким рухом долоні, перш ніж обережно вдихнути.
- **Запобігання бурхливому закипанню.** Для уникнення викиду рідини під час кип'ятіння використовувати «кипільки» (подрібнений фарфор), які додаються лише у холодну рідину, а не в уже киплячу.
- **Робота з легкозаймистими речовинами.** Досліди з такими речовинами слід проводити у невеликих кількостях (не більше 2 мл). Працювати подалі від відкритого полум'я та, по можливості, у витяжній шафі.

- **Гази та герметичність посудин.** Прилади, у яких виділяються гази або які потребують нагрівання, не можна закривати герметично (за винятком спеціально призначених для цього).
- **Розведення концентрованих кислот і лугів.** Концентровані кислоти (особливо сульфатну) та луги слід вливати у воду тонким струменем, постійно перемішуючи. Заборонено додавати воду до концентрованих кислот або лугів.
- **Запалювання газового пальника.** Спочатку мінімізувати подачу повітря, запалити сірник, відкрити газ і піднести сірник збоку до отвору пальника. Після загоряння поступово збільшити подачу повітря для отримання безбарвного полум'я. Надмірна подача повітря може спричинити відрив полум'я.
- **Ліквідація аварійних ситуацій.** У разі розливу легкозаймистої рідини негайно вимкнути всі пальники, засипати рідину піском, зібрати його та помістити у спеціальний контейнер. При виникненні незрозумілих ситуацій припинити роботу та звернутися до викладача. У разі нестандартної ситуації негайно повідомити викладача та покинути лабораторію.
- **Завершення роботи.** Після закінчення експериментів необхідно прибрати робоче місце. Вимкнути електроприлади, закрити газові та водяні крани. Робочі місця здаються черговим студентам, які після завершення заняття передають їх лаборантам.

Надання першої медичної допомоги

Під час лабораторних занять у хімічній лабораторії можливе виникнення нещасних випадків, зокрема отруєнь, хімічних та термічних опіків, а також травмування осколками скла. Важливо пам'ятати, що швидке надання першої допомоги значно зменшує негативні наслідки.

Кожен, хто працює в лабораторії, повинен:

- ✓ Знати розташування аптечки з медикаментами.
- ✓ Вміти надавати першу допомогу при різних видах травм.
- ✓ У разі необхідності негайно викликати швидку медичну допомогу.

Надання першої допомоги при ураженні електричним струмом

У разі ураження електричним струмом слід негайно звільнити потерпілого від його дії:

- ☞ Якщо можливо, відключити електроустановку від джерела живлення.
- ☞ Якщо відключення неможливе, відтягнути потерпілого від струмоведучих частин, використовуючи ізоляційні матеріали (сухий одяг, гумові рукавички, дерев'яний предмет тощо).

Якщо у потерпілого відсутні дихання та пульс, необхідно негайно розпочати:

- ☞ Штучне дихання.
- ☞ Непрямий (зовнішній) масаж серця.

Особливу увагу слід звернути на стан зіниць: їх розширення вказує на різке погіршення кровопостачання мозку. У такому випадку потрібно негайно розпочати реанімаційні заходи та викликати швидку медичну допомогу.

Перша допомога при пораненні

Для надання першої допомоги при пораненні слід:

1. Розкрити індивідуальний перев'язувальний пакет.
2. Накласти стерильний матеріал з пакета безпосередньо на рану.
3. Зафіксувати бинтом.

Якщо індивідуального пакета немає, можна використати чисту носову хустинку, полотняну тканину тощо. У цьому випадку на ту частину тканини, яка контактуватиме з раною, бажано нанести кілька крапель настоянки йоду. Йод повинен утворити пляму, що перевищує розмір рани. Потім накласти тканину на рану та зафіксувати. Особливо важливо застосовувати йод при забруднених ранах для запобігання інфекціям.

Перша допомога при переломах, вивихах, ударах

1. Фіксація кінцівки. Пошкоджену кінцівку необхідно закріпити шиною, фанерною пластинкою, палицею, картоном або іншим жорстким предметом. У разі травми руки її можна підвісити на пов'язку або хустку та прибинтувати до тулуба.

2. Перелом черепа. Ознаки: втрата свідомості після удару, кровотеча з вух або рота. Необхідно прикласти холод (грілку з льодом, снігом або холодною водою) чи зробити холодну примочку.

3. Перелом хребта. Потерпілого не можна підіймати. Його слід обережно покласти на тверду поверхню (дошку) або повернути на живіт обличчям вниз, стежачи, щоб тулуб не перегинався, щоб уникнути ушкодження спинного мозку.

4. Перелом ребер. Основні ознаки: біль при диханні, кашлі, чханні, рухах. Необхідно туго забинтувати грудну клітку або стягнути її рушником під час видиху.

Надання першої допомоги при хімічних опіках

Концентровані кислоти, луги, бром та інші агресивні речовини можуть спричинити важкі хімічні опіки. У разі ураження негайно промийте постраждалу ділянку великою кількістю води.

Опіки шкіри: кислотою – промити 15-20 хвилин під струменем води, потім обробити 5 %-ним розчином питної соди; **лугом** – промити водою 15-20 хвилин, потім обробити 3 %-ним розчином борної або оцтової кислоти.

Ураження очей: кислотою – промивати очі водою 15-20 хвилин, потім 2 %-ним розчином питної соди; **лугом** – промивати водою 15-20 хвилин, потім 2 %-ним розчином борної кислоти.

Опіки ротової порожнини: кислотою – полоскати 5 %-ним розчином питної соди; **лугом** – полоскати 3 %-ним розчином оцтової або борної кислоти.

Попадання хімічних речовин у дихальні шляхи: кислоти – вдихати 10 %-ний розчин питної соди (розпилений пульверизатором); **луги** – вдихати 3 %-ний розчин оцтової кислоти.

Опіки бромом: промити уражену ділянку водою або спиртом, потім обробити 5-10 %-ним розчином натрій гідросульфїту.

Надання першої допомоги при теплових опіках

Не відкривайте пухирі та не накладайте бинти на опіки. Це може погіршити стан і спричинити додаткові ускладнення.

1. Опіки першого ступеня (почервоніння шкіри): обробіть опік ватою, змоченою етиловим спиртом.

2. Опіки другого ступеня (утворення пухирів): обробіть рану спиртом, 3 %-ним розчином калій перманганату, 5 %-ним розчином таніну або використовуйте рідини від опіків з аптечки.

3. Опіки третього ступеня (зруйнування шкіри): накрийте рану стерильною пов'язкою або чистою тканиною; негайно викликайте лікаря для професійної допомоги.

Перша допомога при кровотечі

Зупинка кровотечі:

- ✓ **Підняття кінцівки.** Підніміть поранену кінцівку вгору, щоб зменшити кровотечу.
- ✓ **Закриття рани.** Закрийте кровоточиву рану перев'язочним матеріалом (із пакета), складеним у клубочок. Притискайте матеріал до рани, не торкаючись її безпосередньо, і тримайте протягом 4-5 хвилин. Якщо кровотеча припинилася, не знімаючи накладеного матеріалу, покладіть ще одну подушечку з іншого пакета або шматок вати і забинтуйте рану з помірним натиском.
- ✓ **При сильній кровотечі.** Якщо кровотечу не можна зупинити перев'язкою, потрібно застосувати методи здавлювання кровоносних судин, що живлять поранену ділянку. Це можна зробити за допомогою згинання кінцівки в суглобі, пальцями, джгутом або закруткою. У випадку сильної кровотечі терміново викликайте лікаря.

Перша допомога при отруєннях

Отруєння газоподібними речовинами (сірководень, хлор, пари бромів, карбон оксид): терміново виведіть потерпілого на свіже повітря; після цього зверніться до лікаря для подальшого лікування.

Отруєння ціаністими сполуками, солями арсену, талію та ртуттю. В цьому випадку слід негайно звернутися до лікаря, оскільки отруєння цими речовинами потребує швидкої медичної допомоги.

Перша допомога при пораненні

Перед тим, як надавати допомогу:

- ✓ помийте руки з милом або, якщо це неможливо, обробіть пальці йодною настоянкою;
- ✓ не торкайтеся рани безпосередньо, навіть вимитими руками.

При незначних порізах:

- ✓ обробіть рану йодною настоянкою;
- ✓ накладіть марлеву пов'язку для захисту від мікробів і сприяння швидкому зсіданню крові.

При пораненні склом або іншим предметом:

- ✓ промийте рану великою кількістю дистильованої води або за допомогою тампона, змоченого етиловим спиртом;
- ✓ видаліть осколки скла і знову промийте рану спиртом;
- ✓ якщо рана забруднена, очищайте тільки навколишню поверхню, не торкаючись глибинних шарів рани.

Обробка рани:

- ✓ шкіру навколо рани обробіть йодною настоянкою або розчином брильянтової зелені;
- ✓ перев'яжіть рану та зверніться до медпункту.

При серйозному порізі та сильній кровотечі:

- ✓ накладіть джгут вище рани;
- ✓ покрийте рану стерильною марлею;
- ✓ терміново викликайте лікаря.

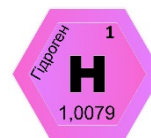
Лабораторна робота № 1

Гідроген, галогени та їх сполуки

Мета роботи. Дослідити фізичні та хімічні властивості водню та галогенів; ознайомитися з методами добування гідроген галогенідів та їх хімічними властивостями; вивчити особливості реакцій галогенів з металами та неметалами; навчитися проводити експериментальні дослідження, фіксувати спостереження та робити висновки.

Питання для самопідготовки

1. Гідроген: загальна характеристика, знаходження у природі та специфічність його властивостей. Електронна формула атома Гідрогену. Які можливі ступені окиснення у Гідрогену? Ізотопи. Іон Гідрогену, іон гідроксонію, іон амонію.
2. Прості речовини Гідрогену. Способи добування водню в промисловості та в лабораторії. Фізичні та хімічні властивості водню. Застосування.
3. Бінарні сполуки Гідрогену. Гідриди металів.
4. Вода як найважливіша сполука Гідрогену, її фізичні і хімічні властивості. Аквокомплекси і кристалогідрати. Дистильована і апірогенна вода.
5. Гідроген пероксид. Будова молекули, одержання та хімічні властивості. Окисно-відновна двоякість.
6. Загальна характеристика галогенів, положення в Періодичній системі. Проаналізуйте зміни таких властивостей у ряді галогенів: атомні радіуси, потенціали іонізації, електронна спорідненість, електронегативність, стандартна ентальпія дисоціації молекул X_2 , агрегатний стан та можливі ступені окиснення.
7. Прості речовини: галогени, їх природні мінерали. Способи добування. Фізичні властивості галогенів, їх хімічна активність: окисні властивості, відношення до простих (металів, неметалів) та складних (води, лугів, кислот) речовин.
8. Фтор як найбільш електронегативний елемент. У чому полягає відмінність електронної будови атома Фтору від будови атомів інших галогенів? До яких особливостей хімії Фтору приводить ця відмінність?
9. Бром. У якому середовищі – кислому, нейтральному чи лужному – бром розчиняється найкраще? Поясніть хімічні процеси, що відбуваються в бромній воді при додаванні лугу, кислоти та калій броміду.
10. Інтергалогеніди, їх властивості.
11. Гідроген галогеніди: розчинність у воді, кислотні та окисно-відновні властивості. Фізичні та хімічні особливості плавикової кислоти.
12. Оксигеновмісні кислоти Хлору, їх солі. Зміна стійкості, сили кислот та окисно-відновних властивостей в ряді $\text{HClO} - \text{HClO}_2 - \text{HClO}_3 - \text{HClO}_4$.
13. Сполуки галогенів із ступенем окиснення +1 (Hal^{+1}). Окисні властивості та сила кислот HClO , HBrO , HIO . Хлорне вапно: отримання, застосування. Жавелева вода.
14. Сполуки галогенів із ступенем окиснення +3 (Hal^{+3}).
15. Сполуки галогенів із ступенем окиснення +5 (Hal^{+5}). Зміна стійкості та кислотних властивостей у ряді $\text{HClO}_3 - \text{HBrO}_3 - \text{HIO}_3$. Бертолетова сіль.
16. Сполуки галогенів із ступенем окиснення +7 (Hal^{+7}). Перхлоратна та періодатна кислоти.





Задачі для самостійного розв'язування

1. Гідроген хлорид, одержаний шляхом взаємодії кухонної солі масою 87,75 г з концентрованою сульфатною кислотою, розчинили у воді. Вихід гідроген хлориду в реакції становить 80 %. Обчисліть, який об'єм 0,4 М хлоридної кислоти можна одержати з гідроген хлориду.
2. Після вибуху 320 мл суміші водню та кисню і приведення її до нормальних умов залишилось ще 50 мл газу, що підтримує горіння. Обчисліть об'ємні частки газів у вихідній суміші газів (н.у.).
3. На спалювання 5 л суміші водню та метану витрачено 8,5 л кисню. Знайдіть об'ємне співвідношення газів у вихідній суміші.
4. Невідомий двовалентний метал масою 7,95 г взаємодіє з концентрованою сульфатною кислотою. При цьому виділяється такий же об'єм газу, як і при взаємодії 3 г магнію з хлоридною кислотою. Який це метал?
5. Через розчин, що містить 2 г суміші NaCl і NaI в 100 г води, пропустили 1 л газоподібного хлору. Отриманий розчин випарили і прожарили, отримавши 1,78 г осаду. Знайдіть масові частки (%) солей у вихідному розчині.
6. Розрахуйте молярну (моль/л) та нормальну (моль-екв/л) концентрацію розчину, добутого при розчиненні у 250 мл води газу, що виділився при взаємодії 3,9 г кальцій фториду з надлишком сульфатної кислоти.
7. Газ, отриманий електролізом розчину, що містив 22,2 г кальцій хлориду, пропустили через 400 г 2 %-го гарячого розчину натрій гідроксиду. Знайдіть масові частки солей в отриманому розчині.
8. Калій хлорат – сильний окисник, який використовується в лабораторії, піротехніці. При нагріванні розкладається з виділенням кисню (схема I) або при повільному нагріванні за температури 400 °С за відсутності каталізатора без виділення кисню (схема II). Скільки грамів калій хлорату розклалося по схемі I та по схемі II, якщо при повному розкладі 73,5 г цієї солі отримано 33,5 г калій хлориду?
9. Обчисліть масу бертолетової солі, яку потрібно розкласти для виділення кисню, необхідного для отримання 10,8 г алюміній оксиду з чистого металу.
10. Газоподібна сполука Фосфору та Гідрогену масою 28,28 г займає об'єм 20 л за температури 25 °С та тиску 103 кПа. Визначіть молекулярну формулу речовини та вкажіть її назву.
11. Змішали 750 мл 0,1 М розчину йодидної кислоти та 750 мл 0,1 М розчину йодатної кислоти. Обчисліть масу (г) утвореного осаду.
12. При тривалому нагріванні суміші калій хлориду та калій хлорату одержали 13,44 л газу (н.у.) та твердий залишок, який розчинили у воді, а потім до одержаного розчину додали розчин аргентум (I) нітрату. При цьому випало 287 г осаду. Визначте масові частки солей у вихідній суміші.

Методика експерименту і порядок виконання роботи



Дослід 1. Добування і властивості водню (Демонстраційний)

Водень утворює вибухонебезпечні суміші при змішуванні з повітрям, чистим киснем та деякими іншими речовинами, його активність зростає при нагріванні. Під час експериментів із воднем **категорично заборонено** підпалювати газ, що виходить із приладу, без попередньої перевірки його чистоти (можливий вибух

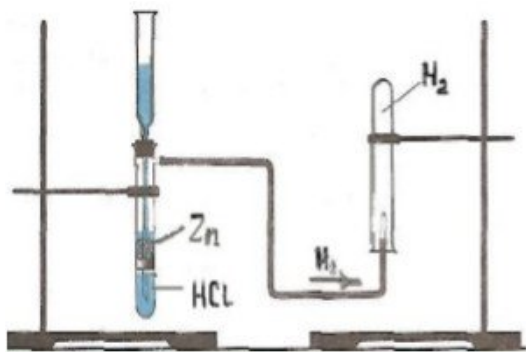


Рис. 1. Прилад для добування водню



закріпіть пробірку у штативі (рис. 1). *Що спостерігаєте?* Перевірте водень, що виділяється, на чистоту! *Чи утвориться водень при взаємодії цинку або заліза з концентрованою - сульфатною кислотою? Чи можна добути водень при взаємодії алюмінію та лугу? Напишіть рівняння реакцій.*



Дослід 2. Властивості гідроген пероксиду

2.1. Окисні властивості H_2O_2

До пробірки додайте декілька крапель розчину калій йодиду, 2-3 краплі розбавленого розчину сульфатної кислоти та 2-3 краплі 3 % розчину гідроген пероксиду. *Що спостерігається?* Додайте до суміші 2-3 краплі крохмального клейстеру. *Для якої речовини характерне забарвлення, що з'явилося? Напишіть рівняння окисно-відновної реакції. На наявність якої речовини вказує зміна забарвлення реакційної суміші?*

2.2. Відновні властивості H_2O_2

До пробірки додайте декілька крапель розчину калій перманганату, 2-3 краплі розбавленого розчину сульфатної кислоти та 2-3 краплі 10 % розчину гідроген пероксиду. *Який газ виділяється? Як змінюється забарвлення розчину? Напишіть рівняння окисно-відновної реакції.*

2.3. Каталітичне розкладання H_2O_2

До пробірки налийте 1-2 мл 3 % розчину гідроген пероксиду, додайте невелику кількість (на кінчику шпателя) порошку манган (IV) оксиду. *Випробуйте газ, що виділяється, тліючою скіпкою. Напишіть рівняння реакції. Яку роль відіграє MnO_2 у розкладанні гідроген пероксиду? Вкажіть тип окисно-відновної реакції.*

Увага! Всі роботи з галогенами проводити у витяжній шафі. У разі отруєння хлором необхідно вийти на свіже повітря і обережно нюхати ватку, змочену розбавленим розчином аміаку (або сумішшю етилового спирту та розчину аміаку).



Дослід 3. Добування та властивості галогенів

3.1. Добування хлору

Візьміть три пробірки: до першої внесіть 2-3 кристали $KMnO_4$, до другої – 2-3 кристали $K_2Cr_2O_7$, до третьої – на кінчику шпателя MnO_2 . До кожної з пробірок додайте по 2-3 краплі концентрованої хлоридної кислоти ($\rho = 1,19 \text{ г/см}^3$). Пробірки злегка підігрійте. *Для спостереження кольору газу, що виділяється, позаду пробірки помістіть аркуш білого паперу. Напишіть рівняння реакцій у молекулярному та йонному вигляді. Вкажіть окисник та відновник.*

3.2. Властивості йоду

У пробірку помістіть 1-2 кристали йоду, 1-2 мл води та збовтайте. *Яка розчинність йоду у воді? Потім в пробірку додайте 2-3 кристали калій йодиду. Що відбувається? У який колір забарвлений розчин? Напишіть рівняння реакції у молекулярному та йонному вигляді.*

3.3. Розчинність бром та йоду в органічних розчинниках

У дві пробірки внесіть по декілька крапель бромної та йодної води. Додайте у кожен пробірку по 5-6 крапель органічного розчинника. Пробірки струсіть. *Відмітьте забарвлення шарів у пробірках (органічний розчинник екстрагує бром і йод з водного розчину). Які галогени можна виявити цим дослідом?*

3.4. Окиснення бромід-та йодид-іонів хлором і бромом

Візьміть три пробірки. В одну внесіть декілька крапель розчину натрій броміду, а в дві інші – таку ж кількість розчину калій йодиду. У кожен пробірку додайте 2-3 краплі органічного розчинника. У дві пробірки, з розчинами натрій броміду та калій йодиду внести по 3-4 краплі хлорної води, а в третю, з розчином калій йодиду – стільки ж бромної води. Вміст кожної пробірки струсити. *За забарвленням шару органічного розчинника встановіть, який галоген виділяється у вільному стані у кожній з пробірок. Запишіть рівняння реакцій у молекулярній та йонній формах, у кожному випадку вказати окисник та відновник. Чи можуть прості речовини – галогени проявляти відновні властивості? Відповідь обґрунтувати.*



Дослід 4. Добування бромоводню

До пробірки внесіть невелику кількість (на кінчику шпателя) кристалів калій броміду та 1 мл концентрованого розчину ортофосфатної кислоти. Пробірку злегка підігрійте. Змочіть водою універсальний папірець та потримайте його біля отвору пробірки. *Відзначте утворення білого диму та забарвлення універсального папірця. Що є білим димом? Напишіть рівняння реакції.*



Дослід 5. Добування та властивості галогенідів

5.1. Добування калій йодату

Налийте до пробірки 1-2 мл 40 % розчину калій гідроксиду закріпіть пробірку в штативі та (обережно!) нагрійте розчин майже до кипіння. До гарячого розчину внесіть невелику кількість дрібно розтертого йоду. Спостерігайте утворення дрібнокристалічного осаду. *Який його склад? Напишіть рівняння реакції. Солі яких оксигенових кислот утворюються при взаємодії галогенів з лугами?*

5.2. Відновлення калій дихромату

До трьох пробірок внесіть по 1 мл розчину калій дихромату та підкисліть 2 н розчином сульфатної кислоти. Додайте до першої пробірки декілька крапель розчину калій йодиду, до другої – стільки ж калій броміду і до третьої – стільки ж натрій хлориду. Розчини перемішайте. *Що спостерігається? У якому випадку та чому відновлення калій дихромату не відбулося? Напишіть рівняння реакцій, що відбуваються, враховуючи, що калій дихромат, відновлюючись, переходить у хром (III) сульфат. Як змінюється при цьому ступінь окиснення відповідних галогенів?*

Лабораторна робота № 2

Елементи підгрупи Мангану та їх сполуки

Мета роботи: ознайомитися з фізичними та хімічними властивостями елементів підгрупи Мангану (Mn, Tc, Re) та їх сполук; вивчити окисно-відновні властивості сполук Мангану; дослідити забарвлення сполук Мангану у різних ступенях окиснення; навчитися проводити якісні реакції на йони Mn^{2+} , MnO_4^- та MnO_4^{2-} ; з'ясувати практичне значення та застосування сполук Мангану.

Питання для самопідготовки

1. Загальна характеристика елементів підгрупи Mn.
2. Електронні конфігурації та найстійкіші ступені окиснення.
3. Поширеність у природі та добування елементів.
4. Який мінерал Мангану має важливе практичне значення? Як добувають манган у промисловості та у лабораторії? Де застосовуються манган та його сполуки?
5. Фізичні та хімічні властивості простих речовин елементів VII-B підгрупи.
6. У чому розчиняється металічний манган при кімнатній температурі? Наведіть рівняння відповідних реакцій.
7. Карбоніли металів підгрупи Mn.
8. Сполуки елементів підгрупи Mn із ступенем окиснення (+2).
9. Сполуки елементів підгрупи Mn із ступенем окиснення (+4).
10. Сполуки елементів підгрупи Mn із ступенем окиснення (+6).
11. Сполуки елементів підгрупи Mn із ступенем окиснення (+7).
12. Вплив рН середовища на окисні властивості іону MnO_4^- . Напишіть рівняння реакцій, що ілюструють окисні властивості перманганат-йону у різних середовищах.
13. Оксиди елементів підгрупи Mn.
14. Катіонні та аніонні комплекси Мангану.
15. За рахунок якої реакції відбувається розкладання K_2MnO_4 у водному розчині? Як зміщується рівновага при додаванні: а) лугу; б) кислоти; в) пропусканні в розчин CO_2 ?
16. Порівняння властивостей сполук галогенів та елементів VII-B підгрупи у найнижчих та найвищих ступенях окиснення.
17. Чим пояснюється велика сила перхлоратної та перманганатної кислот?

25	54,938046
$3d^5 4s^2$	
*1,65	Mn
*1,60	
Manganese	
Манган	
Manganium	
43	97
$4d^5 5s^1$	
*1,90	Tc
*1,36	
Technetium	
Технецій	
75	186,207
$4f^{14} 5d^5 6s^2$	
*1,90	Re
*1,46	
Rhenium	
Реній	
107	264
$5f^{14} 6d^1 7s^2$	
	Bh
	Bohrium



Задачі для самостійного розв'язування

1. При розкладі 8,06 г суміші калій перманганату та бертолетової солі виділилось 1,568 л кисню (н.у.). Визначте склад суміші.
2. При повному термічному розкладі суміші калій хлорату, калій перманганату, калій нітрату та меркурій (II) оксиду одержали 47,04 л (н.у.) кисню. Відомо, що об'єми кисню, добуті за відповідними рівняннями реакцій, відносяться між собою як 3:2:1:1. Як відносились кількості речовин компонентів вихідної суміші?
3. На суміш масою 600 г, яка містила манган (IV) оксид та купрум (II) оксид, подіяли надлишком концентрованої хлоридної кислоти. Одержаний газ пропустили крізь гарячий концентрований розчин калій гідроксиду. Одержали бертолетову сіль масою 196 г. Вихід продукту становив 80 %. Обчисліть масові частки (%) оксидів у вихідній суміші.
4. Який об'єм (л) газу (н.у.) виділиться при взаємодії калій перманганату

кількістю 0,18 моль-екв з надлишком концентрованої хлоридної кислоти, якщо практичний вихід становить 0,78.

5. 80 мл 0,02 М розчину калій манганату (VII) окислили 17,9 л газу (н.у.), який містить SO_2 . Визначте вміст (об. %) сульфур диоксиду в цьому газі.
6. Скільки грамів іоду виділиться в сірчанокислому середовищі при взаємодії надлишку KI зі 150 мл 6 %-го розчину калій перманганату ($\rho=1,06$)?
7. До підкисленого розчину калій йодиду додали 80 мл 0,15 н розчину калій перманганату. Обчисліть масу йоду, який виділився.
8. Яку масу амоній оксалату можна окиснити дією 50 мл 0,2 н розчину калій перманганату в кислому середовищі?
9. Який об'єм 2,5 н розчину калій перманганату витратиться на реакцію з гідроген пероксидом, підкисленим сульфатною кислотою, щоб об'єм отриманого внаслідок реакції газу був таким же, як і при розкладі 10,21 г KClO_3 ?
10. Скільки калій перманганату, що містить 5 % домішок, потрібно розкласти, щоб кисню вистачило на повне окиснення 6 л амоніаку, взятого за температури 20 °C і тиску 2 атм, в присутності каталізатора?
11. Яка маса плюмбум (IV) оксиду витратиться на реакцію з підкисленим розчином манган (II) сульфату, у результаті якої утворилось 100 мл 2 н розчину перманганатної кислоти?
12. У якому масовому співвідношенні повинні бути манган (II) карбонат та манган (II) нітрат, щоб об'єми газів, утворених внаслідок реакцій термічного розкладу солей, відносились між собою як 2:3?

Методика експерименту і порядок виконання роботи



Дослід 1. Добування та властивості манган (II) гідроксиду

До пробірки налейте 2-3 мл розчину манган (II) сульфату, додайте 1 мл 2 н розчину луку. *Спостерігайте за утворенням осаду манган (II) гідроксиду?. Який має колір?* Розчин з утвореним осадом розділіть у чотири пробірки. Першу пробірку з осадом залиште на повітрі. *Відзначте зміни, що відбуваються з осадом через деякий час. Напишіть рівняння реакції.* До другої пробірки додайте 2-3 краплі 2 н розчину сульфатної кислоти, а до третьої – розчин натрій гідроксиду. *Опишіть спостережувані зміни та запишіть відповідні рівняння реакцій.* У четверту пробірку з осадом манган (II) гідроксиду додайте по 1 мл розчину натрій гідроксиду та бромної води. Нагрійте суміш. *Які хімічні властивості характерні для манган (II) гідроксиду?*



Дослід 2. Рівновага в системі манган (II) гідроксид – амоній хлорид

У дві пробірки додайте по 1 мл розчину манган (II) сульфату. В першу додайте рівний об'єм розчину амоній хлориду, а потім в обидві пробірки по 1-2 краплі розчину амоніаку. *Чому при наявності амоній хлориду осад не утворюється?* Додавайте у пробірку з осадом невеликими порціями при перемішуванні розчин амоній хлориду і спостерігайте за поступовим розчиненням осаду. *Напишіть рівняння реакції.*



Дослід 3. Окиснення солей Мангану (II)

До 2 мл розчину манган (II) сульфату додайте 1 мл розчину лугу і 2 мл 3 % розчину гідроген пероксиду. *Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції. Чи можна брати надлишок солі $MnSO_4$? Поясніть.*

Внесіть у пробірку 2-3 краплі розчину манган (II) сульфату і 3-4 краплі 2 н розчину натрій гідроксиду. До отриманого осаду додайте 5-6 крапель бромної води. Як змінюється забарвлення осаду внаслідок утворення сполуки Мангану (IV). *Напишіть рівняння реакції.*



Дослід 4. Властивості манган (IV) оксиду

До двох пробірок насипте невелику кількість порошку манган (IV) оксиду. До першої пробірки додайте 2-3 мл концентрованої сульфатної кислоти. Нагрійте пробірку. Внесіть до неї тліючу скіпку. *Що спостерігається? До другої пробірки додайте 2-3 мл концентрованої хлоридної кислоти, нагрійте пробірку. Який газ виділяється? Запишіть рівняння реакцій.*

Помістіть до пробірки невелику кількість манган (IV) оксиду та прилийте 2-3 мл розбавленої сульфатної кислоти. *Чи спостерігається розчинення осаду? Потім прилийте 1-2 мл розчину натрій сульфіту. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій. Які властивості має манган(IV) оксид?*

Налийте в пробірку 1 мл розчину манган (II) сульфату і додайте декілька крапель розчину калій перманганату. *Що спостерігається? Перевірте реакцію середовища у пробірці індикаторним папірцем. Напишіть рівняння реакції.*



Дослід 5. Властивості калій перманганату

5.1. Термічний розклад $KMnO_4$ (Демонстраційний)

Помістіть декілька кристаликів калій перманганату у термостійку пробірку, закріпіть її в штативі горизонтально і нагрівайте на невеликому полум'ї пальника до повного розкладу речовини. *Визначте, який газ виділяється при розкладанні калій перманганату. Пробірку охолодіть. До сухого залишку додайте 1-2 мл дистильованої води. Який колір має розчин? Яка речовина перебуває в осаді? Яка в розчині? Напишіть рівняння реакції розкладу калій перманганату. Вкажіть окисник і відновник.*

5.2. Окисні властивості $KMnO_4$

У три пробірки налейте по 1-2 мл розбавленого розчину калій перманганату. В першу пробірку додайте 2 мл розчину калій йодиду, до другої – 2 мл розчину калій сульфіту, до третьої – кілька краплин розбавленої сульфатної кислоти та 1-2 мл натрій сульфіду. *Що спостерігається у кожній пробірці? Запишіть рівняння реакцій.*

5.3. Вплив рН середовища на характер відновлення калій перманганату

У три пробірки внесіть по 3-4 краплі розчину калій перманганату. В одну з них додайте 2-3 краплі сульфатної кислоти, в другу – стільки ж води, а в третю 3-4 краплі 2 н розчину калій гідроксиду. У всі три пробірки додайте по декілька кристаликів натрій сульфіту. *Зазначте зміну початкового забарвлення розчину у кожному випадку. Чим це зумовлено? Напишіть рівняння реакцій. Як впливає реакція середовища на відновлення калій перманганату? Чи можна для підкислення розчинів $KMnO_4$ використовувати хлоридну кислоту?*

Лабораторна робота № 3

Оксиген, Сульфур та їх сполуки

Мета роботи: вивчити фізичні та хімічні властивості найважливіших сполук Оксигену та Сульфуру; дослідити властивості кисню як окисника та перевірити його взаємодію з простими речовинами; ознайомитися з реакціями утворення та розкладу пероксидів як особливого класу сполук Оксигену; вивчити властивості сірководню, сульфідів та сульфатів, навчитися їх визначати за допомогою якісних реакцій; дослідити кислотно-основні та окисно-відновні властивості сполук Сульфуру в різних ступенях окиснення.

Питання для самопідготовки

1. Загальна характеристика елементів VI групи.
2. Алотропні видозміни Оксигену. Будова молекул та властивості простих речовин.
3. Якісна реакція на озон. Чим зумовлена окисна дія озону?
4. Зміна типу хімічних зв'язків у оксидах елементів III періоду. Зміна властивостей цих оксидів
5. Отримання та властивості гідроген пероксиду. Сполуки пероксидного типу.
6. Сполуки Оксигену з позитивними ступенями окиснення.
7. Алотропні модифікації та діаграма стану сірки.
8. Взаємодія сірки з водою та розчинами лугів.
9. Гідрогенсульфід, його розчини.
10. Сульфід металів. Полісульфіди.
11. Отримання та властивості галогенідів Сульфуру.
12. Оксиди Сульфуру, їх добування та властивості.
13. Сульфатна кислота. Чим пояснюється різниця у силі та стійкості сульфатної та сульфатної кислот?
14. Добування сульфатної кислоти. Олеум. Гомо- та гетерополікислоти Сульфуру.
15. Дія сульфатної кислоти на метали, неметали, вуглеводи.



8	15,9994
$2s^2 2p^4$	O
*3,44	Oxygen
*3,50	Оксиген
	Oxygenium
16	32,066
$3s^2 3p^4$	S
*2,58	Sulphur
*2,44	Сульфур
	Sulfur



Задачі для самостійного розв'язування

1. Кисень повітря, що містилося в посудині об'ємом 12,75 л за н.у., перетворили на озон. Як змінився тиск у посудині у відсотках до початкового, якщо температуру в посудині привели до початкової?
2. Розчин гідроген пероксиду масою 200 г трохи підігріли. При цьому виділилось 1,65 л (н.у.) газу. Потім розчин підкислили сульфатною кислотою і додали до нього надлишок розчину калій перманганату. Виділилось 9,88 л (н.у.) газу. Визначте масову частку гідроген пероксиду у вихідному розчині.
3. У результаті реакції 2 л суміші сульфур (IV) оксиду та кисню утворилось 0,17 г сульфур (VI) оксиду. Знайдіть об'ємний склад вихідної суміші, вважаючи, що сульфур диоксид вступив у реакцію повністю. Який об'єм кінцевої суміші?
4. Яку масу сульфур триоксиду треба розчинити у 100 г 91 %-ої сульфатної кислоти, щоб отримати 10 %-ий олеум?
5. Сульфур диоксид розчинили у воді. До отриманого розчину добавили бромну воду до появи забарвлення бром, а потім надлишок розчину барій хлориду. Відфільтрований і висушений осад важив 1,165 г. Який об'єм сульфур диоксиду був розчинений у воді?
6. При розчиненні в 50 мл 25 %-го розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,28$) всього сульфур диоксиду, отриманого при спалюванні 8,96 л гідроген сульфід, отримано розчин солі. Який її склад та масова частка у розчині?

7. Який об'єм сульфур диоксиду треба перевести у триоксид, щоб кислоти, отриманої розчиненням того у воді, вистачило для повної нейтралізації 150 г 40 %-го розчину барій гідроксиду до середньої солі?
8. При згорянні суміші натрію та калію на повітрі утворилось 14,9 г продукту. При обробці його водою утворився 1 л розчинів гідроксидів натрію та калію і виділилось 2,8 л (н.у.) кисню. Визначте склад (мас. %) взятої суміші металів і молярну концентрацію OH^- в утвореному розчині.
9. У суміші калій сульфату та калій сульфід масою 104,4 г маса Сульфуру більша за масу Оксигену в 4,455 разів. Визначте відношення мас калій сульфату та калій сульфід у суміші.
10. Барій пероксид масою 67,6 г помістили в надлишок розчину сульфатної кислоти. Одержаний осад відфільтрували. Який об'єм підкисленого розчину калій перманганату із концентрацією солі 0,1 моль/л витратиться на титрування фільтрату?
11. Якою стане концентрація 17 %-го розчину сульфатної кислоти ($\rho = 1,12$), якщо в 1 л цієї кислоти розчинити 200 г сульфур триоксиду.
12. Газ, одержаний у результаті обпалювання 64 г суміші ферум (II) сульфід та ферум дисульфід, маси яких у суміші відносилися як 11:5, пропустили крізь розчин натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 18 % та густиною 1,197 г/мл. Одержали середню сіль. Який об'єм розчину використали, якщо в ньому містилася стехіометрична кількість лугу?

Методика експерименту і порядок виконання роботи



Дослід 1. Добування кисню (Демонстраційний)

Помістіть в пробірку невелику кількість кристалів калій перманганату, закріпіть пробірку в штативі та підігрійте полум'ям пальника. *Напишіть рівняння реакції. Як довести виділення кисню?*



Дослід 2. Властивості сірки. Алотропні переходи сірки

До фарфорового тигля додайте дрібні шматочки сірки. Тигель помістіть у фарфоровий трикутник на кільці штатива, обережно нагрійте тигель до повного розплавлення сірки. Охолодіть тигель. *Спостерігайте за утворенням твердої оболонки з кристалів. Як тільки вони майже зімкнуться в центрі, швидко вилийте розплавлену сірку до стакану з холодною водою. Розгляньте кристали, що утворилися у тиглі, відзначте їх колір та замалуйте їхню форму. Спостерігайте поступову зміну кольору кристалів. Поясніть спостережуване явище.*



Дослід 3. Властивості гідроген сульфід

У дві пробірки внесіть наступні розчини: у першу – 5 крапель розчину калій перманганату і 2 краплі розчину 2 н сульфатної кислоти, у другу – стільки ж розчину калій дихромату і тієї ж кислоти. У кожену пробірку додавайте краплями сірководневу воду до зміни забарвлення кожного розчину і його помутніння внаслідок виділення сірки. *Напишіть рівняння відповідних реакцій, враховуючи, що йон MnO_4^- переходить в йон Mn^{2+} , а йон $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ – у йон Cr^{3+} .*



Дослід 4. Отримання малорозчинних сульфідів

У дві пробірки внесіть окремо по декілька крапель манган (II) сульфату і плюмбум (II) нітрату. До кожного розчину додайте по 3-4 краплі розчину натрій сульфідіду. Спостерігайте випадання осадів манган (II) та плюмбум (II) сульфідів. До отриманих осадів додайте по 3-4 краплі 2 н розчину нітратної кислоти. *Який сульфід розчинився? Чому?*

У дві інші пробірки з розчинами тих самих солей мангану та плюмбуму додайте по 3-4 краплі сірководневої води. *В якому випадку утворення осадів не відбувається? Чому? Напишіть в молекулярному та йонному вигляді рівняння реакцій добування манган (II) та плюмбум (II) сульфідів. Вкажіть їх забарвлення. Запишіть рівняння реакції розчинення MnS у кислоті.*

Користуючись значеннями $ДР_{MnS}$ і $ДР_{PbS}$, поясніть одержані результати.. Чи може утворення чорного осаду PbS може служити реакцією виявлення йона Pb^{2+} .

Оксигенові сполуки Сульфуру



Дослід 5. Якісне визначення H_2SO_3 та її солі

Візьміть дві пробірки. В першу пробірку налейте 1 мл розчину натрій сульфіту, в другу – таку ж кількість розчину натрій сульфату. До кожної пробірки додайте по 1 мл розчину барій хлориду. *Спостерігайте за утворенням осадів, відзначте їх колір. Чи є відмінності у зовнішньому вигляді осадів? До осадів, що утворилися, додайте по декілька крапель концентрованої хлоридної кислоти. В якій з пробірок осад не розчиняється? Поясніть причину користуючись поняттям про добуток розчинності. Напишіть рівняння реакцій.*

Зробіть додатковий контрольний експеримент. Для цього візьміть дві пробірки з однаковою кількістю осаду. В одну додайте хлоридну кислоту, в іншу – таку ж кількість води. Після збовтування у пробірці з HCl осад розчиняється частково, тоді як у другій пробірці помутніння зберігається. *Чому? Поясніть.*



Дослід 6. Властивості сульфатної кислоти та її солей

6.1. Дегідратуючі властивості концентрованої сульфатної кислоти

До хімічного стакану помістіть 5-6 г цукрової пудри, додайте 1 мл води та 4-5 мл концентрованої сульфатної кислоти. Розмішуйте скляною паличкою та спостерігайте за тим, що відбувається. *На які властивості сульфатної кислоти вказує цей дослід? Напишіть рівняння реакції.*

6.2. Взаємодія сульфатної кислоти з металами

Помістіть у пробірку невеликий шматочок мідної стружки, додайте 1 мл концентрованої сульфатної кислоти. Обережно нагрівайте пробірку та спостерігайте за виділенням газу. *Який газ утворюється під час реакції?* Після завершення експерименту зачекайте, поки пробірка охолоне і відлийте розчин до іншої пробірки з водою. *Відзначте колір розчину та зробіть висновок про те, які йони присутні у розчині. Напишіть рівняння реакції.*

У пробірку помістіть гранулу цинку, додайте концентровану сульфатну кислоту та обережно нагрійте. *Спостерігайте за виділенням газу (не вдихайте!).* Продовжуйте нагрівання. *Чому відбувається помутніння розчину?* Вміст пробірки підігрійте сильніше. *Виявіть виділення сірководню.* Для цього фільтрувальний папір, змочений розчином солі Pb^{2+} і тримайте його над пробіркою. *Як зміниться колір паперу? Напишіть рівняння реакцій взаємодії цинку з концентрованою*

сульфатною кислотою.

Аналогічний дослід зробіть з розбавленим розчином сульфатної кислоти.

Поясніть різницю у дії концентрованої сульфатної кислоти на цинк та мідь, використовуючи дані таблиці нормальних електродних потенціалів (див. Додаток). У чому принципова відмінність цих реакцій від реакцій взаємодії розбавленої сульфатної кислоти з металами?

6.3. Якісна реакція на іон SO_4^{2-}

Користуючись таблицями розчинності солей, визначте катіони, які можуть реагувати з іоном SO_4^{2-} . Проведіть відповідні реакції. Зафіксуйте колір і вигляд осадів. Перевірте, як реагують отримані осади з хлоридною кислотою. Напишіть рівняння цих реакцій.



Дослід 7. Властивості натрій тіосульфату

7.1. Нестійкість натрій тіосульфату у кислому середовищі

Внесіть у пробірку 5-6 крапель натрій тіосульфату і 3-4 краплі 2 н розчину сульфатної кислоти. Спостерігайте за утворенням сірки. За запахом визначити газ, який виділився. Зобразіть графічну формулу натрій тіосульфату. Напишіть рівняння взаємодії натрій тіосульфату з сульфатною кислотою. Вкажіть окисник та відновник.

7.2. Відновні властивості натрій тіосульфату

У дві пробірки внесіть окремо по 5-6 крапель бромної та йодної води. В обидві додайте по декілька крапель натрій тіосульфату до знебарвлення розчинів. Напишіть рівняння реакцій, враховуючи, що бром окиснює тіосульфат до сульфату, при цьому в реакції бере участь вода. Сірка, що виділяється є продуктом побічної реакції. Йод окислює тіосульфат до тетрагіонату $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$. Як змінюється при цьому ступінь окиснення броду та йоду? Чи може хлорна вода окиснити тіосульфат? Відповідь обґрунтуйте.

Лабораторна робота № 4

Елементи підгруп Селену та Хрому

Мета роботи: ознайомитись з фізичними та хімічними властивостями елементів підгруп Селену та Хрому; дослідити властивості їх оксидів, гідроксидів та солей, вивчити їх розчинність та реакційну здатність; встановити особливості окисно-відновних властивостей сполук Селену та Хрому; встановити залежність кислотно-основних та окисно-відновних властивостей сполук Хрому від ступеня його окиснення.

Питання для самопідготовки

Підгрупа Селену: Se – Te – Po

1. Зміна властивостей елементів у підгрупі Селену, причина цих змін.
2. Алотропні модифікації Селену та Телуру.
2. Фізичні та хімічні властивості простих речовин (Se, Te, Po). Взаємодія з водою, лугами, кислотами.
3. Гідроген селенід та гідроген телурид, отримання та властивості. Порівняння будови та властивостей H_2O , H_2S , H_2Se , H_2Te .
4. Селеніди та телуриди металів, їх властивості та застосування.
5. Оксиди Селену та Телуру, їх добування та властивості.
6. Вищі оксиди Селену і Телуру та кислоти, що їм відповідають; відмінність їх властивостей.

34	78,971
$3d^{10}4s^24p^4$	
*2,52 *2,48	Se
Селен Selenium	
52	127,60
$4f^{14}5s^25p^4$	
*2,10 *2,00	Te
Телур Tellurium	
84	209
$4f^{14}5d^{10}6s^26p^4$	
*2,01 *1,76	Po
Полоній Polonium	

Підгрупа Хрому: Cr – Mo – W

1. Загальна характеристика елементів підгрупи Хрому.
2. Прості речовини, знаходження у природі, їх фізичні властивості, методи отримання.
3. Хімічні властивості простих речовин Cr, Mo, W. Хімічна активність при звичайній і високій температурах. Відношення до кисню, галогенів, води, кислот і лугів.
4. Оксиди Хрому (II, III, IV). Кислотно-основні і окисно-відновні властивості. Відношення до води, кислот, лугів.
5. Оксиди Молібдену і Вольфраму (VI). Відношення до води, кислот, лугів. Зміна стійкості, окисної здатності і кислотного характеру у ряді оксидів Хрому – Вольфраму (VI).
6. Гідроксиди Хрому (II, III, VI). Склад і особливості будови хром (III) гідроксиду. Хромові кислоти. Ізополікислоти Хрому. Кислотно-основні і окисно-відновні властивості. Відношення до води, кислот, лугів. Молібдатна і вольфраматна кислоти. Ізополімолібдати, ізополівольфраматні.
7. Солі Хрому (II): стійкість і відновні властивості. Солі Хрому (III). Хроміти. Подвійні солі. Галуни. Солі Хрому (VI). Хромати і поліхромати. Процеси поліконденсації хромат-йонів.
8. Окисні властивості хроматів і дихроматів. Вплив pH на зміщення рівноваги хромат-і дихромат-йонами. Принцип дії хромової суміші.
9. Молібдати і вольфраматні. Полімолібдати і полівольфраматні. Оксидатійні властивості в ряду хромати – вольфраматні.
10. Карбоніли Cr, Mo, W.

24	51,9961
$3d^54s^1$	
*1,66 *1,56	Cr
Хром Chromium	
42	95,94
$4d^55s^1$	
*2,16 *1,30	Mo
Молібден Molybdenum Molybdaenum	
74	183,84
$4f^{14}5d^46s^2$	
*1,70 *1,40	W
Вольфрам Wolframium	



Задачі для самостійного розв'язування

1. Яка маса йоду (в грамах) виділиться під час взаємодії калій йодиду з 0,25 л 5 %-ого розчину ($\rho = 1,03$ г/мл) калій дихромату в кислому середовищі.
2. Хромову суміш готують з 1 г вагової частини калій дихромату, з 1,5 вагової частини води і такого об'єму 96 % розчину сульфатної кислоти ($\rho = 1,841$ г/мл), що дорівнює об'єму вищезгаданої води. Знайдіть масу калій дихромату, яку необхідно використати, щоб приготувати 200 г хромової суміші.
3. Обчисліть кількість теплоти, що виділиться під час термічного розкладу 54,29 г технічного амоній дихромату, який містить інертні домішки. Після завершення реакції було зібрано 4,45 л газу за температури 18°C і тиску 101325 Па. Ентальпія розкладу амоній дихромату: $\Delta H^\circ((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = -1799$ кДж/моль. Визначте вміст чистої солі у вихідному продукті.
4. Хром (VI) оксид взаємодіє з водою з утворенням хроматної кислоти. Скільки грамів цього оксиду потрібно розчинити у 250 мл води, щоб отримати розчин із $\text{pH} = 4$?
5. Розчин гідроген пероксиду масою 1 г взаємодіє з надлишком калій дихромату в кислому середовищі. В результаті реакції виділилось 0,2 л газу за умов: тиск 100 кПа та температура 27°C . Яка масова частка гідроген пероксиду в розчині?
6. Обчисліть, який об'єм 0,2 М розчину калій біхромату потрібно для окиснення 50 мл 4 %-ого розчину H_2SO_3 ($\rho = 1,02$ г/мл) в присутності сульфатної кислоти.
7. Яка маса натрій дихромату, що містить 9 % домішок, необхідна для добування 60 л хлору (24°C і 90 кПа)?
8. Який об'єм газу (н.у.) виділиться при взаємодії 100 мл 0,2 н розчину селенатної кислоти з надлишком концентрованої хлоридної кислоти? Знайдіть масові частки солей, що утворяться при пропусканні цього газу через 1 л 0,2 М гарячого розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,12$ г/мл).
9. Через 0,001 М розчин ферум (II) сульфату пропустили селеноводень з отриманням 0,002 М розчину. Цей розчин підкислили сульфатною кислотою до $\text{pH} = 0$. Чи випаде осад ферум (II) селеніду? Значення $\text{DP}_{\text{FeSe}} = 1,0 \cdot 10^{-26}$.
10. На калій дихромат, підкислений сульфатною кислотою, подіяли сумішню газів, що містила гідроген сульфід. Об'ємна частка гідроген сульфід у суміші об'ємом 50 л (н.у.) газів становила 76,16 %. Осад, що утворився, розчинили в концентрованій сульфатній кислоті. Обчисліть об'єм газу, що при цьому виділився. Об'єми газів виміряно за н.у.
11. Концентрат вольфрамівної руди, що містить кальцій вольфрамат, спікають із содою і піском з утворенням натрій вольфрамату. Яка маса соди та піску потрібні для добування 90 кг натрій вольфрамату.
12. На суміш хрому, міді та цинку подіяли надлишком хлоридної кислоти без доступу повітря. Виділився газ об'ємом 1,12 л (н.у.). Маса нерозчинного залишку становила 1,28 г. Залишок відфільтрували, а до фільтрату додали надлишок натрій гідроксиду та хлорної води. До одержаного розчину додали надлишок розчину барій нітрату. Випав осад масою 10,12 г. Визначте масові частки компонентів вихідної суміші.



Дослід 1. Добування селен (IV) та телур (IV) оксидів (Демонстраційний)

У порцелянову чашку налейте 2-3 мл розведеної (1:1) нітратної кислоти і додайте невелику кількість порошку селену. Суміш злегка нагрійте на азбестовій сітці. *Що спостерігаєте?* Нерозчинні домішки відфільтруйте, використовуючи скляний фільтр, і фільтрат випаріть насухо. *Сухий залишок – це ...?* Коли чашка охолоне, додайте 1 мл води. *Що спостерігаєте?*

Зробіть ті самі дослід, замінивши селен на телур. *Чи відбувається розчинення у воді сухих залишків в обох випадках? Поясніть. Напишіть рівняння реакцій. При яких температурах сублімують селен (IV) та телур (IV) оксиди?*



Дослід 2. Властивості металічного хрому



Невелику кількість порошку хрому помістіть у три пробірки. В кожную окремо долийте розбавлені розчини хлоридної, сульфатної та нітратної кислот. *Чи відбуваються реакції на холоді? Підігрійте пробірки на полум'ї пальника. Що спостерігаєте? Зазначте колір продуктів реакції.*

Напишіть рівняння відповідних реакцій. Яким чином можна перевести хром у розчинений стан? Охарактеризуйте хімічні властивості хрому.



Дослід 3. Добування хром (III) оксиду розкладанням амоній дихромату

Насипте до пробірки невелику кількість розтертого у порошок сухого амоній дихромату та закріпіть її у пробіркотримачі. Внесіть пробірку до полум'я пальника у горизонтальному положенні та злегка підігрійте кристали з поверхні. Як тільки почнеться реакція розкладу, нагрівання припиніть і пробірку тримайте у вертикальному положенні над аркушем паперу. Зберіть добутий хром (III) оксид до хімічного стакану. *Напишіть рівняння реакції. Вкажіть відновник та окисник у цій реакції. До якого типу окисно-відновних реакцій належить ця реакція?*



Дослід 4. Взаємодія хром (III) оксиду з розчинами кислот та лугів

Хром (III) оксид (добутий в досліді 3) помістіть у дві пробірки: в одну додайте кислоту, а в іншу – надлишок розчину лугу. *Чи взаємодіє прожарений хром (III) оксид з кислотою (лугом)? Зробіть висновок про хімічні властивості Cr_2O_3 .*



Дослід 5. Добування та властивості хром (III) гідроксиду

Налийте в пробірку 2 мл розчину солі Хрому (III) та повільно додавайте розчин аміаку до утворення осаду хрому (III) гідроксиду. Дослідіть взаємодію хром (III) гідроксиду з розбавленими кислотами та лугами. *Напишіть рівняння реакцій. Чи можна замість аміаку використати розчин їдкого натру? Якщо так, то як саме його застосовувати? Які хімічні властивості має хром (III) гідроксид?*



Дослід 6. Властивості солей Хрому (III)

6.1. Гідроліз солей Хрому (III)

Розчин солі хром (III) хлориду випробуйте лакмусом. Для цього у пробірку додайте 1-2 мл лакмусу, 2-3 мл води та декілька крапель хром (III) хлориду. *Як змінюється колір? Напишіть рівняння реакції в молекулярній та йонній формах*

рівняння реакції гідролізу. Які речовини при цьому утворюються? Як можна послабити гідроліз даної солі? Як підсилити його?

6.2. Сумісний гідроліз хром (III) хлориду і натрій карбонату

До 2-3 крапель розчину хром (III) хлориду додавайте краплями розчин натрій карбонату до утворення осаду хром (III) гідроксиду. *Спостерігайте за виділенням газу. Чому не утворився хром (III) карбонат? Напишіть рівняння реакції.*

6.3. Окиснення солі Хрому (III) гідроген пероксидом

До розчину солі хром (III) хлориду повільно додайте надлишок розчину лугу та розчин гідроген пероксиду. Суміш підігрійте. *Як змінюється колір розчину? Напишіть рівняння реакції в молекулярному та йонному вигляді.*



Дослід 7. Властивості сполук Хрому (VI)

7.1. Осадження хромат-йону

До двох пробірок налейте 1-2 мл розчину калій хромату та додайте до однієї розчин солі Барію, а до іншої – розчин солі Плюмбуму. *Що відбувається? Складіть рівняння реакцій в йонному вигляді.*

Зробіть ті самі досліди, замінивши розчин калій хромату розчином калій дихромату. *Чи є зміни? Поясніть утворення однакових за складом осадів.*

Яка рухлива рівновага існує в розчині між йонами $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ та CrO_4^{2-} ? Як зміститься ця рівновага при додаванні: а) кислоти; б) лугу; в) барій хлориду; г) плюмбум (II) нітрату; д) аргентум (I) нітрату?

7.2. Зміщення рівноваги хромат-дихромат у розчині

До двох пробірок налейте по 1-2 мл розчину калій дихромату. *Чи відрізняються вони за кольором? Потім до однієї пробірки долийте 1 мл розчину їдкового калію. Друга пробірка – для порівняння забарвлення розчину. Чи видно різницю у забарвленні? Напишіть рівняння реакції.*

Виконайте дослід з розчином калій хромату, для цього налейте по 1-2 мл розчину у дві пробірки і до однієї додайте розчин розбавленої сульфатної кислоти. *Як змінюється колір розчину? Напишіть рівняння реакції.*

Випробуйте розчин калій дихромату універсальним папером. *В який колір забарвлюється універсальний індикатор? Який йон, хромат чи дихромат існує в кислому середовищі, а який – у лужному?*

7.3. Окисні властивості сполук Хрому (VI)

У пробірку додайте 2-3 мл калій дихромату, долийте розчин амоній сульфідру та нагрійте суміш. *Як змінюється колір розчину? Напишіть рівняння реакції.* До підкисленого сульфатною кислотою розчину дихромату калію додайте декілька кристалів натрій сульфідру, потім до другої пробірки – декілька кристалів натрій сульфідру, до третьої – декілька кристалів солі Феруму (II). *Що спостерігаєте? Напишіть рівняння реакцій.*



Дослід 8. Одержання та властивості молібденової і вольфрамової кислот



У пробірку додайте 1 мл насиченого розчину натрій молібдату, обережно додайте по краплях концентрований розчин хлоридної кислоти до випадіння осаду молібденової кислоти. *Зазначте колір утвореного осаду.* Вміст пробірки розділіть на дві частини. В першу пробірку з осадом додавайте по краплях надлишок розчину хлоридної кислоти, а в другу – 10 %-ий розчин натрій гідроксиду. *Чи*

розчиняються осаді? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

У пробірку додайте 1 мл насиченого розчину натрій вольфрамату, обережно додайте по краплях концентрований розчин хлоридної кислоти до випадіння осаду вольфрамової кислоти. *Зазначте колір утвореного осаду.* Вміст пробірки розділіть на дві частини. В першу пробірку з осадом додавайте по краплям надлишок розчину хлоридної кислоти, а в другу – 10 %-ий розчин натрій гідроксиду. *Чи розчиняються осаді? Напишіть рівняння відповідних реакцій.*



Дослід 9. Одержання малорозчинних солей молібденової кислоти

У дві пробірки додайте по 1 мл насиченого розчину амоній молібдату; додайте таку ж кількість розчинів: в першу – солі Кальцію, в другу – солі Плюмбуму (II). *Який колір одержаних осадів? Напишіть в молекулярній та йонній формі рівняння реакцій.*



Дослід 10. Одержання гетерополісполук молібдену (VI)

У дві пробірки, що містять по 1 мл насиченого розчину натрій молібдату, підкисленого 2-3 краплями хлоридної кислоти, додайте: в першу – гранулу цинку, в другу – декілька крапель станум (II) хлориду до зміни кольору одержаного розчину. *Що спостерігаєте в обох пробірках? Порівняйте.* Потім в другу пробірку додайте розчин лугу. *Що спостерігаєте?*

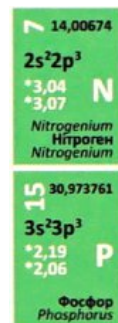
Лабораторна робота № 5

Нітроген, Фосфор та їх сполуки

Мета роботи: ознайомитися з основними сполуками Нітрогену, зокрема амоніаком, оксидами, нітратами і нітритами; дослідити кислотно-основні та окисно-відновні властивості сполук Нітрогену в різних ступенях окиснення; вивчити сполуки Фосфору, зокрема ортофосфатну кислоту та її солі; навчитися проводити якісні реакції на йони амонію та ортофосфати.

Питання для самопідготовки

1. Нітроген. Будова атома, валентності, ступені окиснення, поширення в природі.
2. Будова молекули азоту. Фізичні та хімічні властивості простої речовини. Чому ця речовина має низьку хімічну активність?
3. Аміак, будова молекули, фізичні та хімічні властивості, добування. Солі амонію.
4. Гідразин: добування та властивості. Гідроксиламін.
5. Нітриди металів, їх типи, властивості.
6. Азидна кислота та її солі.
7. Оксиди Нітрогену. Способи отримання; фізичні та хімічні властивості.
8. Нітритна кислота, її властивості, нітрити.
9. Нітратна кислота, особливості її будови, добування, властивості. Що називають «царською горілкою»? Її дія на метали.
10. Нітрати як окислювачі, термічний розклад нітратів. Нітратні добрива, їх одержання. Екологічні аспекти їх використання.
11. Фосфор. Будова атома, валентності, ступені окиснення, поширення в природі. Алотропні модифікації Фосфору.
12. Фосфор як проста речовина. Добування та властивості.
13. Фосфіди металів, їх типи, властивості.
14. Фосфін, його властивості.
15. Галогеніди Фосфору, їх гідроліз.
16. Оксиди Фосфору, їх хімічний характер, взаємодія з водою. Кислоти Фосфору із різними ступенями окиснення атома Фосфору. Ізо- та гетерополіфосфатні кислоти.
17. Фосфати, застосування фосфатів у металургії. Фосфорні добрива, їх одержання. Комплексні фосфорні добрива.



7	14,00674	$2s^2 2p^3$	N
Nitrogenium Нітроген Nitrogenium			
15	30,973761	$3s^2 3p^3$	P
Фосфор Phosphorus			



Задачі для самостійного розв'язування

1. Червоний фосфор масою 12,39 г спалили на повітрі. Отриманий продукт розчинили у 0,214 л розчину натрій гідроксиду з масовою часткою речовини 23,7 % ($\rho = 1,26$ г/мл). Встановіть формулу солі, що утворюється, та її масову частку (%) в кінцевому розчині.
2. У промисловості ортофосфатну кислоту добувають із фосфоритної руди, обробляючи її сульфатною кислотою. Визначте, який об'єм (л) 60 % розчину ($\rho = 1,426$ г/мл) можна добути з 800 кг руди, яка містить 25 % (мас.) домішок. Наведіть рівняння реакції лабораторного способу добування тієї ж самої кислоти, виходячи з червоного фосфору та концентрованої нітратної кислоти.
3. У процесі взаємодії нітроген (I) оксиду кількістю речовини 3 моль з амоніаком утворюється азот і пара води, при цьому виділяється 877,76 кДж теплоти. Напишіть термохімічне рівняння реакції й обчисліть теплоту утворення нітроген (I) оксиду.
4. Крізь розчин амоній дигідрогенортофосфату масою 600 г з масовою часткою

солі 7,67 % пропустили газ, що утворився в результаті взаємодії надлишку калій гідроксиду з амоній хлоридом масою 10,7 г. Які солі та якої маси залишаться після завершення реакції?

- Визначте сумарний об'єм газів (л), що утворюються під час повного термічного розкладу 1 г амоній гідрогенкарбонату при температурі 300 °С та тиску 836 мм.рт.ст.
- Скільки літрів аміаку (н.у.) потрібно розчинити в 200 г 10 % розчину амоніаку (утворенням гідроксиду знехтувати), щоб отримати 15 % розчин.
- Визначте масу калій нітрату, що зазнав термічного розкладу, якщо при цьому виділився такий же об'єм газу, як і при термічному розкладі плюмбум (II) нітрату масою 993 г.
- В результаті окиснення фосфору розчином, в якому масова частка нітратної кислоти 60 % ($\rho = 1,37$ г/мл), отримали нітроген (II) оксид і ортофосфатну кислоту, для нейтралізації якої витратили 25 мл 25 %-го розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,28$ г/мл), причому утворився натрій дигідрогенфосфат. Розрахуйте об'єм нітратної кислоти, взятої для окиснення фосфору, і об'єм газу, що виділився (н.у.).
- Розчинність амоній хлориду у 100 г води при 20 °С становить 37,2 г ($\rho = 1,08$ г/мл). У колбу внесли 10 мл насиченого розчину амоній хлориду і довели об'єм розчину водою до 250 мл. Визначте рН отриманого розчину, якщо $K = 1,8 \cdot 10^{-5}$.
- Внаслідок дії надлишку води на суміш, що містить магній фосфід та алюміній карбід, одержали газоподібну суміш, у якій об'єми речовин відносяться як 4:3. Визначте масові частки (%) речовин у вихідній суміші.
- Для повної нейтралізації розчину, добутого в результаті гідролізу 1,23 г деякого галогеніду фосфору, затратили 35 мл розчину калій гідроксиду з концентрацією 2 моль/л. Визначте формулу галогеніду.
- Відомо, що 40 мл розчину, що містить купрум (II) нітрат і сульфатну кислоту, реагують з 25,4 мл 16 %-го розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,18$ г/мл), а прожарювання осаду, що випадає при цьому, дає 1,6 г твердої речовини. Обчисліть концентрації (моль/л) купрум (II) нітрату і сульфатної кислоти у вихідному розчині, а також об'єм газу (н.у.), який виділяється під час внесення 2,5 г порошку міді в 40 мл цього розчину.

Методика експерименту і порядок виконання роботи



Дослід 1. Добування та властивості азоту (Демонстраційний)

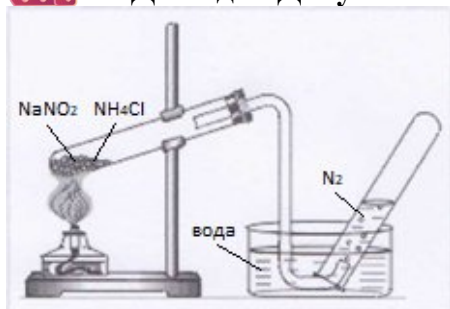


Рис. 2. Прилад для добування азоту

У пробірку помістіть 2 г натрій нітриту і додайте 6-8 мл насиченого розчину амоній хлориду. Пробірку закрийте корком з газовідвідною трубкою, закріпіть її похило у штативі і повільно нагрійте протягом на полум'ї пальника (рис. 2).

Спостерігайте за перебігом реакції. Запишіть рівняння реакції.



Через 2-3 хв після початку реакції кінець газовідвідної трубки підведіть під отвір іншої пробірки, заповненої водою і зануреної догори дном у воду, налиту в кристалізатор. Заповніть дві пробірки газом. Перевірте, чи взаємодіє азот з вапняною водою та чи підтримує горіння.



Дослід 2. Добування амоніаку (Демонстраційний)

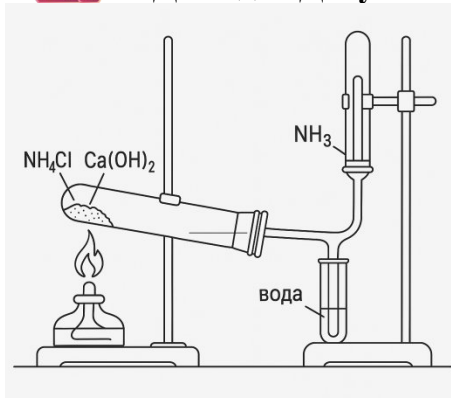


Рис. 3. Прилад для добування амоніаку

У порцелянову чашку помістіть по 2 г амоній хлориду та 2 г кальцій гідроксиду (гашеного вапна). Старанно перемішайте. *Чи відбувається при цьому реакція?* Невелику кількість суміші помістіть у пробірку та закрийте корком з газовідвідними трубками, один кінець якої опустіть в пробірку з водою до якої попередньо додайте 1-2 краплі розчину фенолфталеїну, а іншу – в суху пробірку (рис. 3). Закріпіть пробірку у штативі так, щоб дно пробірки було дещо вище за отвір. *Чому?* Пробірку злегка підігрійте протягом 3-5 хвилин. Після чого пробірку з отриманим розчином відставте і залиште для наступного досліді. *Чи змінюється забарвлення розчину? На присутність яких йонів воно вказує?* До отвору другої пробірки, в якій зібрано аміак, піднесіть скляну паличку, змочену концентрованою хлоридною кислотою, а потім індикаторний папірець. *Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій.*



Дослід 3. Властивості амоніаку

3.1. Рівновага у водних розчинах

Добутий у попередньому досліді розчин амоніаку розділіть на три пробірки. Першу пробірку залиште як контрольну, в другу додайте декілька кристаликів амоній ацетату, а вміст третьої – прокип'ятіть 2-3 хвилини. *Як змінилось забарвлення розчинів у двох останніх пробірках? Чому? Напишіть схему рівноваги у водному розчині амоніаку. Вкажіть напрямок зміщення рівноваги у водному розчині амоніаку при додаванні до нього амоній ацетату. Як при цьому змінюється концентрація компонентів даної рівноважної системи: гідроксид-йону, йону амонію, амоніаку?*

3.2. Відновні властивості амоніаку

У три пробірки внесіть окремо по 3-4 краплі розчинів: в першу – бромної води; в другу – калій перманганату; в третю – калій дихромату. У кожную з пробірок додайте по 3-5 крапель 25 %-го розчину амоніаку. У кожному випадку розчини злегка підігрійте до зміни їх забарвлення. *Напишіть відповідні рівняння реакцій, враховуючи, що амоніак переважно окиснюється до азоту.*

3.3. Сублімація амоній хлориду (Демонстраційний)

У довгу суху пробірку помістіть декілька кристалів амоній хлориду і нагрійте. Спостерігайте за сублімацією амоній хлориду і утворенням білого нальоту на стінках верхньої холоднішої частини пробірки.



Дослід 4. Властивості гідроксиламіну

До двох пробірок налейте свіжоприготовленого розчину гідроксиламін хлориду та невелику кількість концентрованого розчину лугу. Потім до першої пробірки прилийте йодну воду, а до іншої – розчин купрум (II) сульфату. *Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій.*



Дослід 5. Властивості нітритної кислоти

5.1. Відновні властивості

До однієї пробірки налейте 1-2 мл бромної води, до другої – таку ж кількість розчину калій перманганату, до третьої – стільки ж розчину калій дихромату. Долийте до усіх пробірок невелику кількість калій нітриту. *Чи спостерігаються зміни? Підкисліть розчини у другій та третій пробірках розбавленою сульфатною кислотою. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій.*

5.2. Окисні властивості

До підкисленого розбавленого розчину калій йодиду додайте розчин калій нітриту. *Як змінюється забарвлення розчину? Напишіть рівняння реакції.*



Дослід 6. Окисні властивості нітратної кислоти

6.1. Дія на органічні речовини (ксантопротеїнова реакція)

Візьміть шматочок вовни (або зварений яєчний білок) та капніть на неї 1-2 краплини концентрованої нітратної кислоти. *Що спостерігається? Про що це свідчить?*

6.2. Дія на неметали

У пробірку налейте 1-2 мл нітратної кислоти, помістіть шматочок сірки та прокип'ятіть кілька хвилин. *Напишіть рівняння реакції. Доведіть присутність іонів SO_4^{2-} в розчині. Який газ утворюється при відновленні концентрованої нітратної кислоти- неметалами?*

6.3. Взаємодія з металами

До двох пробірок налейте по 1-2 мл розбавленого розчину нітратної кислоти. В одну помістіть гранулу цинку, в іншу – міді. Аналогічно дослідіть дію концентрованої нітратної кислоти на метали. *Що спостерігаєте? Напишіть рівняння реакцій. Чи впливає розбавлення нітратної кислоти на ступінь відновлення її цинком? Напишіть рівняння реакцій.*



Дослід 7. Термічний розклад нітратів (Демонстраційний)

До сухих пробірок помістіть невелику кількість сухих солей – калій, амоній, плюмбум (II), аргентум (I) нітратів. Прожарте у полум'ї пальника вміст пробірок. Спостерігайте за розкладанням солей, внесіть у кожен пробірку тліючу скіпку. *Про що свідчить її спалахування? Який ще газ виділяється у пробірках? Напишіть рівняння реакцій.*



Дослід 8. Добування метафосфатної кислоти (Демонстраційний)

У залізну ложечку покладіть невелику кількість червоного фосфору, підпаліть і внесіть в колбу з 1-2 мл дистильованої води. *Фосфор, згоряючи, утворює білий дим – фосфорний ангідрид. Після закінчення реакції колбу закрийте корком і*

енергійно струсіть. Спостерігайте за розчиненням білого диму у воді. Випробуйте одержаний розчин універсальним індикаторним папірцем на кислотність. *Запишіть рівняння можливих реакцій.*



Дослід 9. Реакції на йони фосфатних кислот

Налийте до трьох пробірок по 1-2 мл водного розчину білка. До першої пробірки додайте розчин натрій метафосфату підкислений розбавленою оцтовою кислотою, до другої розчин солі ортофосфатної кислоти, до третьої – розчин солі пірофосфатної кислоти. *Зазначте, в якій з пробірок спостерігається зсідання білка.*

До трьох пробірок налейте розчини солей тих самих фосфатних кислот. Додайте до кожної пробірки по кілька крапель розчину аргентум (I) нітрату. *Який колір мають осади у кожній пробірці? Напишіть рівняння реакцій.*

До 1 мл розчину солі ортофосфатної кислоти додайте 2-3 мл розчину амоній молібдату та 1-2 мл концентрованої нітратної кислоти. *Злегка нагрійте. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції. Результати дослідів внесіть до таблиці. Як розрізнити фосфатні кислоти між собою? В якому середовищі утворюється осад солей фосфатних кислот?*

Йони фосфатних кислот	Зсідання білка	Колір осаду при додаванні AgNO_3	Молібденова рідина
PO_3^-			
PO_4^{3-}			
$\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$			



Дослід 10. Гідроліз фосфатів

До трьох пробірок додайте 1-2 мл розчинів: одно-, двох- та тризаміщеного натрій фосфату. Випробуйте їх за допомогою розчину нейтрального лакмусу. *Підтвердіть результати спостережень рівняннями реакцій.*



Дослід 11. Розчинність кальцієвих солей ортофосфатної кислоти

У три пробірки налейте по 1-2 мл розчину кальцій хлориду. В кожну долийте такі ж об'єми: до першої – третинного калій фосфату, до другої – вторинного калій фосфату, до третьої – первинного калій фосфату. *Напишіть рівняння реакцій. Перевірте розчинність добутих осадів у розбавлених хлоридній та нітратній кислотах. Які фосфати кальцію не розчинні у воді?*

Лабораторна робота № 6

Елементи підгруп Арсену та Ванадію

Мета роботи: ознайомитися з елементами підгруп Арсену (As, Sb, Bi) та Ванадію (V, Nb, Ta), їхніми фізичними і хімічними властивостями; вивчити особливості утворення та властивості оксидів та гідроксидів цих елементів у різних ступенях окиснення; дослідити окисно-відновні властивості сполук Ванадію у різних ступенях окиснення (+2, +3, +4, +5); вивчити токсичність та біологічну роль сполук Арсену, ознайомитися з методами виявлення арсенатів та арсенітів; розглянути особливості хімічної поведінки сполук Стибію (Sb) та Вісмуту (Bi), навчитися розпізнавати їх за допомогою якісних реакцій.

Питання для самопідготовки

Підгрупа Арсену: As – Sb – Bi

1. Загальна характеристика елементів підгрупи Арсену та Ванадію. Їх поширеність. Валентність та ступені окиснення елементів.
2. Добування. Який загальний принцип добування цих елементів з мінералів? Їх застосування.
3. Прості речовини As, Sb та Bi. Їх фізичні властивості та хімічні властивості.
4. Як змінюються відновні та окисні властивості елементів підгрупи Арсену в ступенях окиснення +3 та +5?
5. Арсеніди, стибіди, бісмутити.
6. Які речовини утворюються при нагріванні арсину без доступу повітря та при горінні його на повітрі?
7. Сполуки з Гідрогеном, зміна властивостей цих сполук по підгрупі.
8. Оксиди As, Sb, Bi, їх стійкість при різних ступенях окиснення елементу.
9. Арсенітна, арсенат на, тіоарсенатна кислоти. Гідроксиди Sb і Bi, їх властивості.
10. Як змінюються основні та кислотні властивості у ряді гідроксидів арсену (III), стибію (III) та бісмуту (III)?
11. Сульфіди та галогеніди елементів підгрупи As, їх властивості.
12. Солі Sb та Bi, їх гідроліз.

33	74,9216
$3d^{10}4s^24p^3$	As
*2,18 *2,20	Arsenic Арсен Arsenicum
51	121,760
$4f^{10}5s^25p^3$	Sb
*2,05 *1,80	Antimony Стибій Stibium
83	208,98038
$4f^{14}5d^{10}6s^26p^3$	Bi
*2,02 *1,67	Bismuth Бісмут Bismuthum

Підгрупа Ванадію: V – Nb – Ta

1. Загальна характеристика елементів підгрупи Ванадію. Їх поширеність та форми знаходження у земній корі.
2. Валентність та ступені окиснення елементів.
3. Добування та застосування металів підгрупи Ванадію..
4. Прості речовини V, Nb, Ta. Їх фізичні властивості та хімічні властивості.
5. Взаємодія металів підгрупи Ванадію з водою, кислотами та основами.
6. Сполуки з ступенем окиснення елемента (+2).
7. Сполуки з ступенем окиснення елемента (+3).
8. Сполуки з ступенем окиснення елемента (+4).
9. Сполуки з ступенем окиснення елемента (+5).
10. Оксиди елементів підгрупи Ванадію, їх властивості.
11. Солі V, Nb, Ta, їх властивості.
12. Кластерні сполуки.

23	50,9415
$3d^34s^2$	V
*1,63 *1,45	Ванадій Vanadium
41	92,90638
$4d^45s^1$	Nb
*1,60 *1,23	Niobium Ніобій Niobium
73	180,9479
$4f^{14}5d^36s^2$	Ta
*1,50 *1,33	Tantalum Тантал Tantalum



Задачі для самостійного розв'язування

1. Арсен (III) сульфід масою 5 г окиснили сумішшю натрій гіпохлориту та натрій гідроксиду. Утворені хлорид-йони зв'язали розчином аргентум (I) нітрату, в результаті утворилося 40,18 г осаду. Знайдіть масову частку арсен (III) сульфиду в мінералі.
2. Цинкову пластинку масою 19,5 г занурили в розчин солі Бісмуту. Через деякий час її маса збільшилася до 26,6 г. Скільки грамів бісмуту виділилося на пластинці.
3. Суміш As_2S_3 , Sb_2S_3 і Bi_2S_3 масою 11 г обробили концентрованим розчином натрій сульфиду, в результаті реакції маса зменшилася на 5,86 г. Якщо цю ж суміш обробити надлишком концентрованої хлоридної кислоти, то маса зменшиться на 3,4 г. Вкажіть склад вихідної суміші у мольних частках.
4. Скільки технічного цинку, що містить 2 % домішок, повинно прореагувати з натрій ортоарсенітом у кислому середовищі, якщо газ, що утворився внаслідок реакції, при 25 °C та тиску 90000 Па займає об'єм 2 л?
5. Чи випаде осад бісмут (III) йодиду, якщо до 1 мл 0,001 М розчину бісмут (III) нітрату додати 0,5 мл 0,005 М розчину KI? ($DP = 8 \cdot 10^{-19}$)
6. При обробці 3,96 г арсен (III) оксиду цинком у кислому середовищі виділяється газ, при пропусканні якого через розжарену кварцову трубку в холодній зоні утворюється «чорне дзеркало» (що це таке?), яке зникає при змоченні його розчином NaClO. Яка маса 10 %-го розчину солі потрібна на цю реакцію? Якщо ж цей газ пропустити через розчин аргентум (I) нітрату, то осаджується срібло. Скільки срібла можна отримати за цією реакцією?
7. Амонійно-ванадієві галуни мають загальну формулу $N_mV_nS_pH_qO_x$, масова частка елементів: N = 2,93 %, V = 10,69 %, S = 13,42 %, H = 5,87 %. Визначте хімічну формулу галунів та обчисліть масу осаду, що утвориться при взаємодії галунів масою 4,77 г із розчином барій хлориду.
8. Для титрування 50 мл насиченого розчину амоній метаванадату при 18 °C використано 28,3 мл 0,098-нормального розчину солі Мора, підкисленого сульфатною кислотою. Визначте розчинність амоній метаванадату за цієї температури, вважаючи, що густина розчину дорівнює 1.
9. Для швидкого осадження хлору з водного розчину, що містив 6,637 г ванадій (III) хлориду гексагідрату, витрачено 75 мл 1 М розчину аргентум (I) нітрату. На основі цих даних написати координаційну формулу комплексу та вираз для константи нестійкості.
10. На суміш V, Nb і Ta масою 26,31 г подіяли «царською горілкою». При цьому виділилось 8,96 л газу (н.у.) та лишився нерозчинний залишок, при дії на який сумішшю HNO_3 і HF виділилось 3,36 л газу (н.у.). Знайдіть масові частки металів у суміші.
11. Скільки грамів калій перманганату потрібно для окиснення 7,6 г ванадій (III) сульфату до ванадат-йону в нейтральному та нітрату диоксидванадату (V) у кислому середовищах?
12. Визначте масу технічного патроніту (V_2S_5), що містить 15 % домішок, яку потрібно перевести в оксид, щоб металотермією відновити з нього 10 кг чистого ванадію?



Підгрупа Арсену: As – Sb – Bi



Дослід 1. Властивості сполук Арсену

1.1. Розчинення арсен (III) сульфідів

Внесіть у пробірку невелику кількість арсен (III) сульфідів і додайте до нього концентрований розчин натрій гідроксиду. *Спостерігайте за розчиненням арсен (III) сульфідів. Пробірку залиште для наступного дослідів. Напишіть рівняння реакції, враховуючи, що утворюється суміш арсенат- та арсеніт-іонів.*

1.2. Якісні реакції на арсенат- та арсеніт-іони

Налийте у пробірку 1 мл отриманого у попередньому досліді розчину і додайте до нього 1 мл розчину нітратної кислоти до слабкокислої реакції, прилийте такий же об'єм аргентум (I) нітрату, а потім обережно по стінках – розчин амоніаку до утворення двох шарів. *Спостерігайте за появою на межі поділу двох фаз забарвленого кільця. Якщо забарвлення кільця жовте – утворився аргентум (I) арсеніт, якщо забарвлення кільця коричневе – утворився аргентум (I) арсенат.*

1.3. Відновні властивості сполук Арсену (III)

Налийте у пробірку 1 мл розчину калій перманганату, долийте такий же об'єм сульфатної кислоти, а потім краплями розчин, отриманий у першому досліді, до знебарвлення розчину. *Напишіть рівняння реакції.*

1.4. Окисні властивості сполук Арсену (V)

Налийте у пробірку 1 мл розчину калій йодиду, долийте такий же об'єм хлоридної кислоти і кілька крапель розчину крохмалю, а потім краплями розчин, отриманий у першому досліді. *Спостерігайте за зміною забарвлення розчину. Напишіть рівняння реакції.*



Дослід 2. Добування та властивості сполук Стибію

2.1. Добування та властивості стибії (III) гідроксиду

Налийте до пробірки 1-2 мл розчину стибії (III) хлориду та по краплях доливайте розчин їдкого натру до випадіння осаду. Добутий осад розділіть на дві пробірки. Долийте до першої – розбавлений розчин хлоридної кислоти, до другої – концентрований розчин їдкого натру. *Що спостерігається? Які властивості стибії (III) гідроксиду підтверджуються реакціями з кислотою та лугом?*

2.2. Відновні властивості солей Стибію (III)

Налийте до пробірки 1-2 мл підкисленого хлоридною кислотою розчину стибії (III) хлориду та долийте по краплях розчин калій перманганату. *Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.*



Дослід 3. Добування та властивості сполук Бісмуту

3.1. Добування та властивості бісмут (III) гідроксиду

До 2-3 мл розчину бісмут (III) нітрату долийте 1-2 мл розчину їдкого калі. *Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції. Добутий осад розділіть на дві пробірки. Перевірте, чи розчиняється осад у розбавленій кислоті та у надлишку луку. Які властивості характерні для бісмут (III) гідроксиду?*

3.2. Добування та властивості солей Бісмуту (III)

Налийте у пробірку 5-6 крапель розчину бісмут (III) нітрату і додайте 2 краплі розчину калій йодиду. *Зазначте забарвлення осаду, що випав.*

Розділіть добутий осад у дві пробірки. Долийте в першу пробірку краплями розчин калій йодиду до розчинення осаду. *Яке забарвлення отриманого розчину? Присутністю яких іонів воно зумовлене? Напишіть рівняння реакцій у молекулярній та йонній формах. Яке координаційне число бісмуту у комплексній сполуці?* Додайте до отриманого розчину декілька крапель води, спостерігаючи за випаданням того ж осаду внаслідок розкладу комплексної сполуки. В другу пробірку долийте 1 мл розчину калій йодиду (не до розчинення осаду), а потім надлишок води і злегка нагрійте. *Спостерігайте за зміною кольору осаду з чорного на оранжевий внаслідок гідролізу бісмут (III) йодиду до бісмутил йодиду. Напишіть рівняння реакцій.*

3.3. Окисні та відновні властивості сполук Бісмуту (III)

Налийте у пробірку 1-2 мл розчину станум (II) хлориду, додайте надлишок лугу (до розчинення осаду, що з'явиться) та долийте розчин бісмут (III) нітрату. *Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій.*

Налийте у пробірку 2-3 мл розчину солі Бісмуту (III), долийте надлишок концентрованого їдкого калі. До утвореного осаду додайте 2-3 мл свіжоприготовленого насиченого розчину калій персульфату та нагрійте. *Напишіть рівняння реакції. Як змінився колір осаду? Осад збережіть для наступного дослід.*

3.4. Окисні властивості сполук Бісмуту (V)

Добутий осад калій бісмутату промийте три рази декантацією. До осаду долийте 2-3 краплі розчину концентрованої нітратної кислоти та 1-2 краплі розбавленого манган (II) сульфату. *Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.*

Підгрупа Ванадію: V – Nb – Ta



Дослід 4. Добування та властивості сполук Ванадію

4.1. Добування і властивості ванадій (V) оксиду (Під тягою!)

Два мікрошпателі сухого амоній метаванадату помістіть у фарфорову чашку і обережно нагрівайте, помішуючи скляною паличкою. *Спостерігайте перехід білого забарвлення амоній ванадату у цегельно-червоне забарвлення ванадій (V) оксиду.*

Отриманий ванадій (V) оксид розділіть на дві пробірки і додавайте до них по 4-5 крапель: в одну – 2 н розчину лугу, в другу – концентрованої сульфатної кислоти. Другу пробірку нагрійте на водяній бані. *Спостерігайте за розчиненням ванадій (V) оксиду в кислому та лужному середовищі; зафіксуйте зміну забарвлення отриманих розчинів.*

Напишіть рівняння реакцій: розкладу амоній метаванадату; взаємодії ванадій (V) оксиду з лугом і сульфатною кислотою, враховуючи, що в першому випадку отримують натрій метаванадат, у другому – диоксованадій (V) сульфат. Зробіть висновок про хімічний характер ванадій (V) оксиду.

4.2. Добування малорозчинних ванадатів

До чотирьох пробірок додайте по 3-4 краплі розчину натрій метаванадату і прилийте по 3 краплі розчинів: у першу – барій хлориду, у другу – купрум (II)

сульфату, в третю – аргентум (I) нітрату, в четверту – плюмбум (II) нітрату. *Спостерігайте випадання осадів, зазначте їх забарвлення.*

Напишіть молекулярні та йонні рівняння реакцій, враховуючи, що для барію і плюмбуму (II) отримують солі метаванадатної кислоти, а для аргентуму (I) – солі ортованадатної кислоти. Для купрум (II) в залежності від pH розчину можуть бути солі метаванадатної кислоти (осад синьо-зеленого кольору) або ортованадатної кислоти (осад жовто-зеленого кольору).

4.3. Окисні властивості ванадатів

До 1 мл підкисленого розчину натрій ванадату додайте 1-2 краплі розчину калій йодиду. *Спостерігайте за виділенням вільного йоду. Напишіть рівняння реакції, враховуючи, що ванадій (V) відновлюється до ванадію (III).*

4.4. Отримання сполук Ванадію (IV, III, II)

Налийте у пробірку 5-6 мл розчину натрій ванадату, додайте концентровану хлоридну кислоту і шматочок цинку. *Спостерігайте за перебігом реакції і зміною забарвлення розчину внаслідок послідовного відновлення Ванадію (V) до сполук Ванадію з нижчими ступенями окиснення. Чому ванадій називають «хімічним хамелеоном»? Яке забарвлення мають сполуки Ванадію з ступенем окиснення (IV), (III), (II)?*

Лабораторна робота № 7

Карбон, Силіцій та їх сполуки

Мета роботи: ознайомитися зі сполуками Карбону та Силіцію, їх поширенням у природі та значенням; дослідити фізичні та хімічні властивості сполук Карбону (C) та Силіцію (Si); вивчити реакції, що характеризують хімічну активність вуглецю, карбон (IV) оксиду, силіцій (IV) оксиду та його сполук; навчитися проводити якісні реакції на карбонати та силікати; засвоїти основні методи добування та застосування сполук Карбону і Силіцію.

Питання для самопідготовки

1. Розташування Карбону та Силіцію в Періодичній системі, особливості будови їх атомів.
2. Поширення Карбону та Силіцію в природі. Їх алотропні модифікації, будова та характеристики.
3. Типи хімічних зв'язків у простих речовинах і сполуках, ступені їх окиснення.
4. Методи добування.
5. Фізичні та хімічні властивості простих речовини.
6. Сполуки Карбону з негативним ступенем окиснення, гібридизація його атома.
7. Сполуки Карбону з Нітрогеном та їх похідні.
8. Ціанідна кислота та ціаніди, ціанати і тіоціанати.
9. Карбон (II) оксид і карбоніли металів.
10. Карбон (IV) оксид та карбонатна кислота.
11. Карбамідна кислота, карбамід і тіокарбамід: властивості та застосування.
12. Силіцій (IV) оксид: властивості у кристалічному та аморфному станах.
13. Силікатні кислоти та їхні солі.
14. Силікатна промисловість.



6	12,011
$2s^2 2p^2$	
+2,55	C
+2,50	Carbon Карбон Carboneum
14	28,0855
$3s^2 3p^2$	
+1,90	Si
+1,74	Silicon Силіцій Silicium



Задачі для самостійного розв'язування

1. Обчисліть кількість теплоти, що виділяється в результаті спалювання 190,4 л (н.у.) еквімолярної суміші метану та чадного газу.
2. Обчисліть об'єм повітря (н. у.), необхідний для спалювання суміші карбон (II) оксиду та бутану об'ємом 19,43 л за температури 25 °C і тиску 2,25 атм. Маса вихідної суміші газів дорівнює 86,4 г.
3. У природному Карбоні на 15 моль атомів нукліду ^{13}C припадає 1335 моль атомів нукліду ^{12}C . Обчисліть відносну атомну масу Карбону.
4. Обчисліть об'ємні частки газів (%) у суміші чадного та вуглекислого газів об'ємом 30,24 л (н.у.), що містить $157,14 \cdot 10^{23}$ електронів.
5. Сплавили суміш, що містила 6 г магнію та 45 г силіцію. Обчисліть об'єм водню (стандартні умови), що виділиться в результаті обробки утвореної суміші надлишком лугу.
6. Яка сіль утвориться в результаті пропускання карбон (IV) оксиду об'ємом 13,44 л (н.у.) крізь розчин натрій гідроксиду масою 75 г з масовою часткою лугу 0,32. Обчисліть масу цієї солі.
7. Розчинність карбон диоксиду у воді при 20 °C становить 0,88 об'єму на 1 об'єм води. Знайдіть максимально можливу масову частку отриманої карбонатної кислоти, вважаючи взаємодію повною. Яке значення pH матиме отриманий розчин?

8. До суміші карбон (II) оксиду та карбон (IV) оксиду об'ємом 4,2 л (н.у.), що має густину за воднем 19, додали 1 л кисню (н.у.). Для суміші створили умови, за яких відбулася реакція. Утворену газову суміш охолодили до 0 °С за незмінного тиску. Обчисліть на скільки літрів об'єм утвореної газової суміші менший за об'єм вихідної суміші? Яка густина за воднем утвореної суміші?
9. Скільки грамів вугілля потрібно спалити, щоб нагріти воду об'ємом 1 л від 20 °С до 100 °С?
10. Суміш амоній, натрій та кальцій гідрогенкарбонатів масою 41,6 г прожарили. При цьому маса суміші зменшилась на 20,6 г. При дії на залишок розчином хлоридної кислоти отримано 4,48 л газу (н.у.). Знайдіть масову частку кожного компоненту в суміші.
11. Суміш карбон монооксиду та карбон диоксиду об'ємом 350 л (н.у.) пропустили над розжареним вугіллем без доступу повітря. Об'єм одержаної суміші газів збільшився на 150 л від початкового за н.у. Після пропускання цієї суміші крізь надлишок баритової води одержали осад масою 879,4 г. Обчисліть об'ємні частки компонентів вихідної суміші та об'єми газів у суміші, що утворилася після пропускання вихідної суміші над розжареним вугіллем.
12. У результаті повного гідролізу суміші карбідів кальцію та алюмінію утворюється суміш газів, яка в 1,6 раза легша, ніж кисень. Визначте масові частки карбідів у вихідній суміші.

Методика експерименту і порядок виконання роботи



Дослід 1. Адсорбція на активованому вугіллі

Налийте у пробірку дистильованої води, додайте 1-2 краплі розчину фенолфталеїну і додавайте краплями розчин амоніаку до утворення стійкого забарвлення від останньої краплі. Внесіть до неї дрібно подрібнене активоване вугілля, суміш енергійно струсіть і профільтруйте. До фільтрату додайте 1-2 краплі фенолфталеїну. Як змінився колір розчину? Дайте пояснення.



Дослід 2. Відновні властивості вуглецю

У пробірку налийте 2-3 краплі концентрованої сульфатної кислоти та додайте невеликий шматочок активованого вугілля. Підігрійте обережно пробірку на слабкому полум'ї газового пальника. Спостерігайте за появою бульбашок газу. Один із газів, що виділяються, можна розпізнати за характерним запахом. Який це газ? Напишіть рівняння реакцій, враховуючи, що вуглець окиснюється до карбон (IV) оксиду. Яка речовина відновлюється?



Дослід 3. Карбон (IV) оксид: добування та його розчинність у воді

В пробірку помістіть невелику кількість шматочків мармуру. Закріпіть цю пробірку у штативі вертикально, внесіть в неї декілька крапель концентрованої хлоридної кислоти. Швидко закрийте цю пробірку корком з газовідвідною трубкою. Кінець трубки опустіть у пробірку з нейтральним розчином лакмусу, попередньо приготованим, і пропускайте газ 2-3 хвилини. Зафіксуйте зміну забарвлення розчину. Напишіть рівняння реакції рівноважного процесу, який існує у водному розчині карбон (IV) оксиду. Як зміниться рівновага при додаванні розчину луку/кислоти? Вкажіть причину зміщення рівноваги у кожному випадку.



Дослід 4. Карбонати: добування та розчинність в ацетатній кислоті

У трьох пробірках отримайте карбонати кальцію, стронцію, барію взаємодією розчинів солей відповідних металів із розчином натрій карбонату. *Дайте розчинам відстоятись, зафіксуйте випадання осадів, їх забарвлення. Додайте до осадів розчин ацетатної кислоти, зливши більшу частину рідини з пробірок. Що спостерігається? Напишіть рівняння всіх реакцій.*



Дослід 5. Гідроксокарбонати, їх добування

У три пробірки налийте по 1 мл розчинів солей магнію, кобальту (II) та кадмію (II). В кожен додайте такий же об'єм розчину натрій карбонату. *Спостерігайте за випаданням осадів гідроксокарбонатів вказаних металів, їх забарвлення та виділення бульбашок газу. Напишіть в молекулярному та йонному вигляді рівняння реакцій, які протікають за участю води.*



Дослід 6. Термічний розклад купрум (II) гідроксокарбонату – малахіту (Демонстраційний)

У пробірку внесіть невелику кількість сухої солі купрум (II) гідроксокарбонату, закрийте її корком з газовідвідною трубкою, кінець якої опустіть у пробірку з вапняною водою. Закріпіть пробірку з сіллю у штативі в нахиленому положенні та повільно нагрівайте на слабкому полум'ї пальника. *Що відбувається з вапняною водою? Поясніть це явище. Який склад утвореного осаду? Чому осад розчиняється при подальшому пропусканні газу? До горлечка пробірки піднесіть запалену скіпку – вона гасне. Про що це свідчить? Напишіть рівняння розкладу купрум (II) гідроксокарбонату при нагріванні та взаємодії газу, що виділяється з вапняною водою.*



Дослід 7. Отримання гелю та золю силікатної кислоти

У пробірку внесіть 4-5 крапель натрій силікату і таку ж кількість 2 н розчину хлоридної кислоти. Пробірку струсіть. *Спостерігайте утворення гелю силікатної кислоти. Напишіть рівняння реакції утворення силікатної кислоти.*

Налийте до пробірки 4-5 крапель концентрованої хлоридної кислоти та 1-2 краплі розчину натрій силікату. *Зафіксуйте спостереження та зіставте їх з результатами попереднього експерименту. Нагрійте пробірку з розчином на невеликому полум'ї пальника. Що відбувається? Напишіть відповідні рівняння реакцій.*



Дослід 8. Добування та властивості силікатів

8.1. Добування малорозчинних силікатів

У чотири пробірки внесіть по 3-5 крапель розчинів солей: у першу – кальцій хлориду, в другу – кобальт (II) сульфату, в третю – плюмбум (II) нітрату, а в четверту – купрум (II) сульфату. Додайте у кожен пробірку розчин натрій силікату. *Зазначте забарвлення осадів. Напишіть рівняння реакцій.*

8.2. Гідроліз натрій силікату

У дві пробірки внесіть по 5-6 крапель розчину натрій силікату та додайте розчин фенолфталеїну. *Зафіксуйте появу малинового забарвлення. У другу пробірку додайте 3-5 крапель розчину амоній хлориду. Опишіть спостережувані явища та поясніть різницю у ступені гідролізу натрій силікату у воді та в присутності*

амоній хлориду. Напишіть рівняння гідролізу у молекулярній та йонній формі в обох випадках. Присутність якого йону збільшує ступінь гідролізу у другому випадку? Як послабити гідроліз натрій силікату?

8.3. Витіснення силікатної кислоти з її солі карбонатною кислотою

Налийте у пробірку 2-3 мл розчину натрій силікату і пропустіть через нього карбон (IV) оксид. *Спостерігайте за утворенням гелю силікатної кислоти. Про що це свідчить? Напишіть рівняння реакцій.* Порівняйте властивості карбонатної, силікатної і ацетатної кислот.

Лабораторна робота № 8

Елементи підгруп Германію та Титану

Мета роботи: ознайомитися з фізичними та хімічними властивостями сполук Германію і Титану; дослідити особливості сполук Германію та Титану, їхні основні хімічні реакції; вивчити поширення цих елементів у природі та їхнє практичне застосування; дослідити окисно-відновні властивості сполук Германію та Титану; навчитися проводити якісні реакції для визначення сполук Ge і Ti.

Питання для самопідготовки

Підгрупа Германію: Ge – Sn – Pb

1. Розташування елементів в Періодичній системі. Будова атомів та ступені окиснення елементів підгрупи Германію. Знаходження у природі.
2. Добування та застосування германію, олова та свинцю.
3. Фізичні властивості простих речовин. Їх відношення до дії кислот та лугів.
4. Сполуки з воднем. Порівняння властивостей водневих сполук у ряду елементів IV-групи, головної підгрупи.
5. Оксиди, гідроксиди та солі германію (II), стануму (II) та плюмбуму (II), добування та властивості. Відновні властивості сполук елементів (II).
6. Германій (IV) оксид, германієва кислота, її солі. Добування та властивості α - та β -олов'яних кислот.
7. Плюмбум (IV) оксид, його кислотно-основні та окисні властивості.
8. Свинцевий сурик, будова, властивості.
9. Сполуки германію, стануму та плюмбуму з галогенами, їх властивості.
10. Порівняння кислотно-основних та окисно-відновних властивостей сполук германію, стануму та плюмбуму.

32	72,63
$3d^{10}4s^24p^2$	
*2,01	Ge
*2,02	
Германій	
Germanium	

50	118,710
$4f^{10}5s^25p^2$	
*1,96	Sn
*1,70	
Станум	
Tin	
Stannum	

82	207,2
$4f^{14}5d^{10}6s^26p^2$	
*2,33	Pb
*1,55	
Плюмбум	
Lead	
Plumbum	

22	47,867
$3d^24s^2$	
*1,54	Ti
*1,32	
Титан	
Titanium	

40	91,224
$4d^25s^2$	
*1,33	Zr
*1,22	
Цирконій	
Zirconium	

72	178,46
$4f^{14}5d^26s^2$	
*1,30	Hf
*1,23	
Гафній	
Hafnium	

Підгрупа Титану: Ti – Zr – Hf

1. Розташування елементів в Періодичній системі. Будова атомів та ступені окиснення елементів підгрупи Титану. Знаходження у природі.
2. Добування та застосування Ti, Zr, Hf.
3. Фізичні та хімічні властивості простих речовин Ti, Zr, Hf.
4. Сполуки елементів підгрупи Ti з ступенем окиснення (IV); їх властивості.
5. Сполуки Ti з ступенями окиснення (III, II); їх властивості.
6. Сполуки з металічним зв'язком: гідриди, карбіди, нітриди. Їх використання.
7. Порівняльна характеристика елементів підгрупи Германію та Титану.



Задачі для самостійного розв'язування

1. Обчисліть масу плюмбум (II) сульфату, отриманого в результаті реакції між 150 г 8 % розчину плюмбум (II) нітрату та 70 г 6 % розчину натрій сульфід, з подальшим обробленням утвореного осаду розведеною нітратною кислотою.
2. В результаті термічного розкладу 0,1655 кг плюмбум (II) нітрату отримали суміш газів, яку розчинили в 0,1 л води. Яка масова частка кислоти в цьому розчині? Який об'єм 10 % розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,116$ г/мл) потрібно використати, щоб нейтралізувати одержаний розчин кислоти?
3. Для виготовлення напівпровідникових матеріалів особливо чистий германій легують бором до вмісту $1 \cdot 10^{18}$ атомів Бору на 1 см^3 германію ($\rho = 5,32$ г/мл).

- Скільки грамів бору необхідно для легування 10 кг германію.
4. Сплав масою 800 г, складається на 30 % з олова та на 70 % з свинцю. У цьому сплаві міститься 425 г свинцю у вигляді кристалів, які вкраплені в евтектику. Евтектика є рівноважною сумішшю компонентів сплаву, де відношення фаз залишається сталим при певних температурах і складається з двох компонентів у конкретних пропорціях. Обчисліть склад евтектики в даному сплаві.
 5. Проведено повний гідроліз 0,5 см³ рідкого титан (IV) хлориду ($\rho = 1,726$ г/мл) з утворенням осаду, який відфільтрували та прожарили. Знайдіть масу сухого залишку.
 6. Який об'єм 1 н розчину калій гідроксиду необхідно додати до 20 мл розчину станум (II) хлориду з масовою часткою речовини 4 % і густиною 1,03 г/мл, щоб перетворити станум (II) хлорид у калій тетрагідроксостанат (II)?
 7. Еквімолярну суміш графіту, аморфного кремнію, олова та свинцю піддали дії надлишку розчину натрій гідроксиду. Визначте об'єм (н.у.) газу, що виділився, якщо загальна кількість вихідних речовин дорівнює 2,8 моль.
 8. Яка маса свинцю та плюмбум (IV) оксиду витрачається при розряджанні свинцевого акумулятора для отримання 13,4 А струму протягом 60 хвилин.
 9. Чи випаде осад плюмбум (II) гідроксиду, якщо до 120 мл 0,1 н розчину плюмбум (II) нітрату долити рівний об'єм 0,05 н розчину амоніаку? $DP_{Pb(OH)_2} = 5 \cdot 10^{-16}$.
 10. У водоймах, які використовуються для рибного господарства концентрація іонів Pb^{2+} у воді не повинна перевищувати 0,1 мг/л. Чи досягається достатня очистка води осадженням плюмбуму у вигляді: хлориду ($DP = 1,6 \cdot 10^{-5}$); сульфату ($DP = 2,2 \cdot 10^{-8}$); ортофосфату ($DP = 7,9 \cdot 10^{-43}$)?
 11. Титан очищують йодтермічним методом, який ґрунтується на оборотній реакції утворення леткого тетраїодиду титану: $TiI_{4(r)} \leftrightarrow Ti_{(r)} + 2I_{2(r)}$ ($K_c = 0,86$). Цей метод дозволяє отримати титан високого ступеня чистоти (99,99 %). Знайдіть масу титану в рівноважній суміші, якщо початкова концентрація TiI_4 становила 2 моль/л, а об'єм реактора становить 10 л.
 12. Йодтермічний метод очищення цирконію (процес ван Аркеля – де Бура) описується схемою: $Zr_{(тв)} + 2 I_{2(r)} \leftrightarrow ZrI_{4(r)}$, $\Delta H^\circ < 0$. Як потрібно змінити параметри стану системи (концентрації реагентів, загальний тиск та температуру), щоб змістити рівновагу реакції вліво?

Методика експерименту і порядок виконання роботи



Підгрупа Германію: Ge – Sn – Pb



Дослід 1. Олово, добування та властивості

1.1. Добування олова з розчину

Користуючись даними таблиці стандартних електродних потенціалів, підберіть метал, здатний відновити йони Sn^{2+} з розчину його солі (наприклад, цинк). До розчину $SnCl_2$ опустіть гранулу металевого цинку. *Спостерігайте виділення олова на поверхні цинку. Напишіть відповідні рівняння реакцій.*

1.2. Взаємодія олова з кислотами

До трьох пробірок внесіть по шматочку металічного олова. У кожную з

пробірок додайте по 5-6 крапель 2 н розчинів кислот: хлоридної, сульфатної, нітратної. *Спостерігайте повільну взаємодію на холоді. Нагрійте пробірки на слабкому полум'ї пальника. Спостерігайте за виділенням газів.*

Напишіть рівняння реакцій, враховуючи, що при взаємодії олова з розведеною нітратною кислотою виділяється переважно NO, а олово у всіх випадках окиснюється до Sn^{2+} , утворюючи відповідні солі. Який газ виділяється при взаємодії олова з розведеними хлоридною та сульфатною кислотами?

Розчини розведених кислот обережно злийте у кожній з пробірок, залишивши шматочки олова, і в кожну додайте по 4-5 крапель концентрованих кислот: хлоридної, сульфатної, нітратної. *Як відбуваються реакції на холоді? Нагрійте пробірки на слабкому полум'ї пальника (обережно!). Зафіксуйте протікання реакцій при нагріванні. Який газ виділяється в першій пробірці? За запахом визначити газ, який виділяється у другій пробірці.*

Напишіть рівняння реакцій, враховуючи, що при взаємодії з концентрованою сульфатною кислотою олово окиснюється до Sn^{4+} ; при взаємодії олова з концентрованою нітратною кислотою утворюється білий осад β -станатної кислоти складу $x \text{SnO}_2 \cdot y \text{H}_2\text{O}$, якій умовно приписують формулу H_2SnO_3 – метастанатна кислота. Нітратна кислота відновлюється при цьому головним чином до нітроген (IV) оксиду.



Дослід 2. Станум (II) та станум (IV) гідроксиди, добування та властивості

2.1. Добування та властивості станум (II) гідроксиду

До розчину солі станум (II) хлориду додайте по краплях 10 %-ий розчин натрій гідроксиду до осадження станум (II) гідроксиду. Вміст пробірки розділіть на дві частини, до однієї з яких додайте надлишок 30 %-ого розчину натрій гідроксиду, а до іншої – концентровану хлоридну кислоту. *Напишіть відповідні рівняння реакцій у молекулярній та йонній формі. Які властивості має осад $\text{Sn}(\text{OH})_2$?*

2.2. Добування та властивості станум (IV) гідроксиду

До розчину солі станум (IV) хлориду додайте по краплях 10 %-ий розчин натрій гідроксиду до початку випадання осаду станум (IV) гідроксиду. Вміст пробірки розділіть на дві частини, до однієї з яких додайте надлишок 30 %-ого розчину натрій гідроксиду, а до іншої – концентровану хлоридну чи нітратну кислоту.

Напишіть рівняння реакцій отримання осаду станум (IV) гідроксиду і його взаємодії з кислотою та лугом, враховуючи, що в лужному середовищі утворюється комплексний іон гексагідроксостанату (IV). Які властивості має станум (IV) гідроксид. Як змінюється концентрація іонів Sn^{4+} і $[\text{Sn}(\text{OH})_6]^{2-}$ при додаванні луку /кислоти? Зверніть увагу, що у сильно кислому середовищі утворюється іон $[\text{SnCl}_6]^{2-}$.



Дослід 3. Відновні властивості сполук Стануму(II)

До невеликої кількості станум (II) хлориду додайте розчин луку до розчинення осаду, поки розчин не стане прозорим. *Що утворюється? До добутого розчину додайте невеликий об'єм розчинної солі Бісмуту. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій.* До розчину станум (II) хлориду підкисленою сульфатною кислотою додайте розчин калій перманганату. *Спостерігайте зміну забарвлення розчину внаслідок відновлення іонів MnO_4^- . Дослід повторіть, взявши за окисник $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Напишіть рівняння реакцій.*



Дослід 4. Свинець, його добування та властивості

4.1. Добування свинцю з розчину

Ознайомившись з положенням свинцю в електрохімічному ряді напруг та з величиною його стандартного електродного потенціалу, підберіть метал, здатний відновити йони Pb^{2+} з розчину його солі (наприклад, цинк). До розчину розчинної солі Плюмбуму (II) опустіть гранулу металічного цинку. *Спостерігайте виділення свинцю на поверхні цинку. Напишіть рівняння реакцій у молекулярній та йонній формах. Якими металами можна замінити в цьому досліді цинк?*

4.2. Взаємодія свинцю з кислотами

До пробірок помістіть по шматочку свинцю та додайте окремо розбавлені та концентровані розчини кислот: хлоридної, сульфатної та нітратної. Спостереження зафіксуйте. Потім пробірки нагрійте на полум'ї пальника. *Спостерігайте за явищами, що відбуваються. Напишіть рівняння реакцій у молекулярній та йонній формах.*

4.3. Взаємодія свинцю з лугом

До пробірки помістіть невеликий шматочок свинцю, додайте 6-10 крапель 10 %-ого розчину натрій гідроксиду. Пробірку повільно нагрійте. *Напишіть рівняння реакції у молекулярній та йонній формах.*



Дослід 5. Плюмбум (IV) оксид, його окисні властивості (Демонстраційний)

Помістіть у стакан 0,2 г плюмбум (IV) оксиду, додайте 25 мл 2 н розчину сульфатної кислоти та 0,5 мл розведеного розчину манган (II) сульфату. Нагрійте та прокип'ятіть вміст стакана 2-3 хвилини. Відставте пальник і спостерігайте за утворенням осаду. *Розчин забарвлюється у фіолетово-червоний колір – характерний для іона MnO_4^- . Запишіть рівняння реакції.*



Дослід 6. Плюмбум (II) гідроксид, добування та властивості

6.1. Плюмбум (II) гідроксид, добування та властивості

До розчину солі Pb^{2+} додайте по краплях 2 н розчину натрій гідроксиду до осадження плюмбум (II) гідроксиду. *Відзначте колір та характер осаду. Напишіть рівняння реакцій добування плюмбум (II) гідроксиду, його дисоціації.*

6.2. Взаємодія свинцю з лугом

Отриманий осад плюмбум (II) гідроксиду розділіть на дві пробірки. До однієї додайте розчин нітратної кислоти, до іншої – надлишок розчину лугу до розчинення осадів в обох випадках. *На основі результатів дослідів зробіть висновок про властивості плюмбум (II) гідроксиду. Напишіть рівняння реакцій розчинення плюмбум (II) гідроксиду в кислоті та лугові, враховуючи утворення в лужному середовищі комплексного аніона гексагідроксоплюмбату (II). Чому в даному досліді слід використовувати нітратну кислоту, а не хлоридну чи сульфатну?*



Дослід 7. Солі Плюмбуму (II), їх добування та властивості

У чотири пробірки додайте окремо по 3-4 краплі розчинів сульфатної кислоти, хлоридної кислоти, калій йодиду і натрій сульфід. У кожную пробірку прилийте по 3-4 краплі розчину солі Плюмбуму (II). *Зафіксуйте утворення осадів та їх забарвлення. У всі пробірки додайте по 2-3 краплі води і нагрійте.*

Спостерігайте розчинення плюмбум (II) хлориду та йодиду при нагріванні. Охолодіть пробірки і спостерігайте випадання осадів плюмбум (II) хлориду та йодиду. Чи розчиняються при нагріванні плюмбум (II) сульфід та сульфат?

Підгрупа Титану: Ti – Zr – Hf



Дослід 8. Цирконій (IV) гідроксид, його добування і властивості

До 1 мл розчину цирконій (IV) нітрату додайте розчин натрій гідроксиду. Спостерігайте за утворенням білого драглистого осаду цирконій (IV) гідроксиду. Розділіть осад з розчином у дві пробірки і долийте в одну з них сульфатної кислоти, а в другу надлишок розчину лугу. *Напишіть рівняння реакцій. Чому осад не розчиняється в лугах?*



Дослід 9. Добування цирконій (IV) ортофосфату

Налийте у пробірку 1 мл розчину цирконій (IV) нітрату і добре підкисліть хлоридною кислотою, а потім додайте розчин натрій гідрогенфосфату. Спостерігайте за утворенням білого осаду цирконій (IV) ортофосфату. *Напишіть рівняння реакції.*

Лабораторна робота № 9

Елементи III групи та їх сполуки

Мета роботи: ознайомитися з фізичними та хімічними властивостями елементів III групи (Бор (B), Алюміній (Al), Галій (Ga), Індій (In), Талій (Tl)); дослідити особливості їхніх оксидів, гідроксидів, солей та інших сполук; вивчити окисно-відновні властивості сполук елементів III групи; навчитися проводити якісні реакції для визначення іонів цих елементів; дослідити практичне застосування сполук елементів III групи у промисловості, медицині та технологіях.

Питання для самопідготовки

Підгрупа III-A: B – Al – Ga – In – Tl

- Загальна характеристика елементів III-A підгрупи. Будова атомів, валентність і ступені окиснення, поширеність в природі.
- Прості речовини: методи одержання та застосування.
- Фізичні та хімічні властивості простих речовин: бору, алюмінію, галію, індію, талію.
- Сполуки з металами та неметалами.
- Бор оксид та його похідні, їх властивості; орто-, мета-, поліборатні кислоти та їх солі.
- Галогеніди та нітриди бору. Тетрафтороборатна кислота. Фтороборати. Боразол. Боририди.
- Алюмотермія. Оксид та гідроксид алюмінію, добування та властивості. Солі алюмінію, їх розчинність, гідроліз. Алюмінати. Комплексні сполуки. Галуни. Гідрид, карбід, нітрид.
- Оксиди та гідроксиди галію (III), індію (III), талію (III). Добування та властивості.
- Солі, їх властивості. Порівняння властивостей сполук Галію (III), Індію (III) та Талію (III) з властивостями сполук Алюмінію. Сполуки Талію (I).

5	10,811	2s ² 2p ¹	B	Boron Бор
13	26,981538	3s ² 3p ¹	Al	Алюміній Алюминий
31	69,723	3d ¹⁰ 4s ² 4p ¹	Ga	Галій Галій
49	114,818	4f ¹⁴ 5s ² 5p ¹	In	Індій Индий
81	204,3833	4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ¹	Tl	Талій Талий

Підгрупа III-B: Sc – Y – La – Ac

- Загальна характеристика елементів III-B підгрупи.
- Прості речовини: методи одержання та застосування.
- Фізичні та хімічні властивості скандію, ітрію, лантану.
- Найважливіші сполуки скандію, ітрію, лантану.
- Оксиди та гідроксиди. Солі.

21	44,95591	3d ¹ 4s ²	Sc	Скандій Scandium
39	88,90585	4d ¹ 5s ²	Y	Ітрій Yttrium
57-71			La	Лантаноїди Lanthanoids
89-103			Ac	Актиноїди Actinoids

Лантаноїди та актиноїди

- Характеристика лантаноїдів та актиноїдів. Місце в періодичній системі. Зміна атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів у родині. Внутрішня періодичність властивостей. Ступені окиснення в сполуках.
- Одержання лантаноїдів та актиноїдів. Їх використання. Застосування актиноїдів в атомній енергетиці.
- Хімічні властивості лантаноїдів та актиноїдів. Лантаноїдне стиснення.
- Оксиди, гідроксиди, солі лантаноїдів та актиноїдів.

57	138,9055	5d ¹ 6s ²	La	Лантан Lanthanum
58	140,116	4f ¹ 5d ¹ 6s ²	Ce	Церій Cerium
59	140,90765	4f ² 6s ²	Pr	Прометій Promethium
60	144,24	4f ³ 6s ²	Nd	Неодім Neodymium
61	145	4f ⁴ 6s ²	Pm	Прометій Promethium
62	150,36	4f ⁵ 6s ²	Sm	Самарій Samarium
63	151,964	4f ⁶ 6s ²	Eu	Європій Europium
64	157,25	4f ⁷ 6s ²	Gd	Гадолій Gadolinium
65	158,9254	4f ⁷ 6s ²	Tb	Тербій Terbium
66	162,5	4f ⁹ 6s ²	Dy	Диспрозій Dysprosium
67	164,9303	4f ¹⁰ 6s ²	Ho	Гольмій Holmium
68	167,259	4f ¹¹ 6s ²	Er	Ербій Erbium
69	168,9342	4f ¹² 6s ²	Tm	Тулій Thulium
70	173,054	4f ¹³ 6s ²	Yb	Ітербій Ytterbium
71	174,9668	4f ¹⁴ 6s ²	Lu	Лютецій Lutetium
89	227	6d ¹ 7s ²	Ac	Актиній Actinium
90	232	6d ² 7s ²	Th	Торій Thorium
91	231,036	5f ¹ 6d ¹ 7s ²	Pa	Протактиній Protactinium
92	238,02891	5f ² 6d ² 7s ²	U	Уран Uranium
93	237,04672	5f ³ 6d ¹ 7s ²	Np	Нептуній Neptunium
94	244,06422	5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	Pu	Плутоній Plutonium
95	243	5f ⁵ 7s ²	Am	Америцій Americium
96	247	5f ⁶ 7s ²	Cm	Курій Curium
97	247	5f ⁷ 7s ²	Bk	Беркелій Berkelium
98	251	5f ⁸ 7s ²	Cf	Каліфорній Californium
99	252	5f ⁹ 7s ²	Es	Ейнштейній Einsteinium
100	257	5f ¹⁰ 7s ²	Fm	Фермій Fermium
101	258	5f ¹¹ 7s ²	Md	Менделєєв Mendelevium
102	259	5f ¹² 7s ²	No	Нобелій Nobelium
103	261	5f ¹³ 6d ¹ 7s ²	Lr	Лоренцій Lawrencium



Задачі для самостійного розв'язування

1. Кристалогідрат алюміній хлориду невідомого складу масою 24 г розчинили у свіжоприготовленому розчині алюміній хлориду масою 200 г з масовою часткою солі 10 %. Одержали розчин з масовою часткою солі 14,85 %. Визначте формулу кристалогідрату.
2. В одній пробірці міститься водний розчин берилій хлориду, в іншій – бор (III) бромід. За допомогою якого одного реактиву можна розрізнити ці розчини? Відповідь підтвердіть рівняннями реакції.
3. Яку масу галуни $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ необхідно додати до 1000 г 5 %-го розчину калій сульфату, щоб масова частка останнього зросла вдвічі? Знайдіть об'єм газу за н.у., який виділиться в результаті дії на добутий розчин надлишку натрій сульфід.
4. На суміш силіцію, алюмінію та магнію подіяли гарячим розчином калій гідроксиду, в якому містився надлишок лугу. При цьому виділився газ об'ємом 35,84 л (н.у.). При дії на таку ж масу вихідної суміші надлишком хлоридної кислоти одержали 26,88 л газу (н.у.). Відомо, що кількості речовин алюмінію та магнію у суміші відносилися як 2:3. Визначте масові частки речовин у вихідній суміші.
5. Взаємодія простих речовин X та X_1 за високих температур призводить до утворення тугоплавкої сполуки X_2 , яку використовують як абразивний матеріал. Під час згоряння одного моля X_2 масою 56 г в атмосфері кисню утворюються два молі кислотного оксиду X_3 і 1 моль газуватого кислотного оксиду X_4 , який зумовлює помутніння вапняної води. Наведіть формули речовин X - X_4 і напишіть рівняння реакцій.
6. Барій одержують алюмінотермічним відновленням барій оксиду. Яка маса барію буде одержана під час взаємодії оксидного концентрату масою 600 г (масова частка BaO 91,8 %) з технічним алюмінієм масою 100 г (масова частка алюмінію 98,55 %)?
7. Знайдіть формулу мінералу, що містить 10,04 % Алюмінію та 31,5 % Силіцію. Крім того мінерал містить Оксиген та невідомий елемент у співвідношенні 10,625:1.
8. Сплав, що містить мідь та алюміній, масою 2 г обробили розчином натрій гідроксиду. Один із металів розчинився, а інший залишився у вигляді осаду. Отриманий залишок розчинили в розбавленій нітратній кислоті, після чого продукт реакції прожарили. Маса залишку після прожарювання становила 0,8 г. Визначте масову частку кожного металу у початковому сплаві та об'єм використаного 40 %-го розчину $NaOH$ ($\rho = 1,04$ г/мл).
9. До 25 г розчину з масовою часткою алюміній хлориду 8 % долили 25 г розчину натрій гідроксиду з масовою часткою 8 %. Осад, що утворився відфільтрували і прожарили. Визначте масу і склад твердого залишку.
10. Бура використовується у виробництві скла, як флюс у зварюванні, у побуті – як антисептик і миючий засіб тощо. Розрахуйте масу борної кислоти та об'єм розчину натрій карбонату з масовою часткою розчиненої речовини 10 % ($\rho = 1,102$ г/мл), необхідні для одержання 955 г бури.
11. Маса суміші тривалентного металу та його оксиду рівна 21 г. Для повного розчинення цієї суміші потрібно 100 г 24 %-го розчину натрій гідроксиду. При цьому виділяється 13,44 л газу. Знайдіть масові частки компонентів суміші та вкажіть метал.
12. Теплота згоряння диборану становить 2040 кДж/моль і значно перевищує

теплоти згоряння більшості органічних сполук, тому диборан використовують як один із компонентів ефективного ракетного палива. Розрахуйте, у скільки разів відрізняються маси спалених диборану і етану, якщо в результаті виділилась однакова кількість теплоти, що дорівнює 5100 кДж. Теплота згоряння етану становить 1425 кДж/моль.

Методика експерименту і порядок виконання роботи



Дослід 1. Властивості боратної кислоти

Невелику кількість боратної кислоти розчиніть у воді та випробуйте на лакмус. *Напишіть рівняння дисоціації боратної кислоти. До сильних чи слабких електролітів відноситься боратна кислота?*

Розжарте у полум'ї пальника платиновий дріт або фарфорову паличку, відзначте колір полум'я. Опустіть розжарений дріт або паличку до порошку боратної кислоти і знов внесіть до полум'я. *Яке забарвлення полум'я дає боратна кислота?*

Насипте до фарфорової чашку 3-5 кристалів боратної кислоти, підлийте 3 мл етилового спирту (гліцерину) та 1 мл концентрованої сульфатної кислоти. Розмішайте суміш та потім підпаліть її. *Чим зумовлене забарвлення полум'я? Напишіть рівняння реакцій.*



Дослід 2. Отримання малорозчинних боратів

У три пробірки внесіть по 3-4 краплі насиченого розчину натрій тетраборату і додайте по декілька крапель розчинів: у першу – аргентум (I) нітрату, у другу – купрум (II) сульфату, у третю – алюміній сульфату. *Яке забарвлення мають отримані осади? Напишіть рівняння реакцій, враховуючи, що у всіх реакціях бере участь вода і утворюється борна кислота, а також, що у першій пробірці випадає осад аргентум (I) метаборату, у другій – основна сіль купруму – купрум (II) гідроксометаборат, у третій – алюміній гідроксид. Чому в останніх двох пробірках не утворились середні солі – купрум (II) борат і алюміній борат? Відповідь поясніть.*



Дослід 3. Властивості алюмінію

3.1. Відношення алюмінію до кислот

В окремих пробірках випробуйте дію розбавлених сульфатної, хлоридної та нітратної кислот на алюміній на холоді та при нагріванні. *Напишіть рівняння реакцій, що відбуваються. З якою з кислот найенергійніше реагує алюміній? Аналогічні досліди проведіть з концентрованими хлоридною, сульфатною та нітратною кислотами. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій.*

3.2. Відношення алюмінію до лугів

До пробірки з розчином луку опустіть шматочок алюмінію. *Спостерігайте взаємодію алюмінію з лугом на холоді та при нагріванні. Напишіть рівняння реакції.*



Дослід 4. Вплив оксидної плівки на хімічну активність алюмінію (Демонстраційний)

Дві алюмінієві пластинки зачистіть шліфувальною шкуркою та знежирте, використовуючи етиловий спирт. На одну з пластинок нанесіть краплю розчину меркурій (II) нітрату. *Спостерігайте за утворенням амальгами (сплаву Al та Hg).* Після цього дослідіть відношення обох пластин до дії води при кімнатній температурі та при нагріванні. *Запишіть спостереження та рівняння реакцій.*



Дослід 5. Вплив іонного складу середовища на корозію алюмінію (Демонстраційний)



У дві фарфорові чашки помістіть по гранулі алюмінію. В одну чашку додайте розчин купрум (II) сульфату, в іншу – розчин купрум (II) хлориду. Спостерігайте за перебігом реакції. Від чого залежить швидкість руйнування оксидної плівки? В якому випадку реакція відбувається швидше? Чому? Напишіть рівняння реакцій.



Дослід 6. Алюміній гідроксид: добування та властивості

До розчину солі алюмінію по краплях підлийте розчин їдкого натру до утворення осаду. Випробуйте відношення добутого осаду до розбавленої бромідної кислоти та до надлишку їдкого натру. *Напишіть рівняння реакцій у молекулярному та йонному вигляді.*

До розчину натрій алюмінату, добутого у попередньому досліді, додайте по краплях при помішуванні розчин бромідної кислоти до утворення осаду. *Який склад осаду? Напишіть рівняння реакції.*



Дослід 7. Гідроліз солей Алюмінію

До пробірки налейте розчин алюміній сульфату та випробуйте лакмусом. *Напишіть молекулярні та йонні рівняння реакцій гідролізу.*

Приготуйте лужний розчин натрій алюмінату, додайте до нього рівний об'єм насиченого розчину амоній хлориду. *Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій. Який з іонів амоній хлориду сприяє посиленню гідролізу натрій алюмінату?*



Дослід 8. Властивості галію та індію: взаємодія з кислотами

У дві пробірки окремо внесіть по маленькому шматочку металічного галію та індію. Додайте в кожную окремо по 3-5 крапель концентрованої хлоридної кислоти. *Як відбувається реакція на холоді? Пробірки підігрійте на невеликому полум'ї пальника. Спостереження запишіть. Які гази виділяються при розчиненні галію та індію в хлоридній кислоті?*

У дві пробірки окремо внесіть по маленькому шматочку металічного галію та індію. Додайте в кожную окремо по 3-5 крапель концентрованої сульфатної кислоти. *Як відбувається реакція на холоді? Пробірки підігрійте. Спостереження запишіть. Які гази виділяються при взаємодії металів з сульфатною кислотою?*

У дві пробірки окремо внесіть по маленькому шматочку металічного галію та індію. Додайте в кожную окремо по 3-5 крапель концентрованої нітратної кислоти. *Як відбувається реакція на холоді? Пробірки підігрійте. Спостереження запишіть. Які гази виділяються при взаємодії металів з нітратною кислотою? Чи однаково інтенсивно протікають реакції взаємодії галію та індію з кислотами? Напишіть рівняння відповідних реакцій, враховуючи, що у всіх випадках галій та індій окиснюються до тривалентного стану.*



Дослід 9. Солі Лантану, їх добування та властивості

9.1. Добування малорозчинних солей

У три пробірки помістіть по 3-4 краплі розчину лантан (III) нітрату. У першу пробірку додайте 2-3 краплі розчину натрій ортофосфату, у другу – стільки ж 1 н розчину оксалатної кислоти, в третю – 1-2 краплі розчину натрій флуориду. *Запишіть спостереження та рівняння реакцій в молекулярному та йонному вигляді.*

9.2. Взаємодія солей з кислотою

Отримані в попередньому досліді солі Лантану (III) помістіть у три пробірки. І в кожену додайте 1-2 мл розчину хлоридної кислоти. *Чи розчиняються солі в хлоридній кислоті? Напишіть рівняння реакцій.*

9.3. Взаємодія солей з лугом

У пробірку помістіть 3-4 краплі солі лантан (III) нітрату і таку ж кількість лугу. Спостерігайте за утворенням осаду лантан (III) гідроксиду. Розділіть отриману речовину на дві пробірки. Додайте в одну з них надлишок лугу. *Чи розчиняється отриманий осад лантан (III) гідроксиду? У другу пробірку додайте розчин нітратної кислоти. Який характер лантан (III) гідроксиду? Запишіть рівняння реакцій.*

Лабораторна робота № 10

Елементи II групи та їх сполуки

Мета роботи: ознайомитися з фізичними та хімічними властивостями елементів II групи (Берилій (Be), Магній (Mg), Кальцій (Ca), Стронцій (Sr), Барій (Ba), Радій (Ra)); дослідити утворення, розчинність та реакційну здатність оксидів, гідроксидів, карбонатів, сульфатів та інших сполук цих елементів; вивчити поведінку сполук елементів II групи у водних розчинах та їхню кислотно-основну активність; ознайомитися з якісними реакціями для виявлення іонів кальцію, барію та магнію; проаналізувати застосування сполук елементів II групи в промисловості, медицині та біологічних процесах.

Питання для самопідготовки

Підгрупа II-A: Be – Mg – Ca – Sr – Ba

1. Загальна характеристика елементів II-A підгрупи: зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, електронегативності. Будова атомів та типи зв'язків у сполуках. Валентність і ступені окиснення. Знаходження в природі.
2. Способи добування простих речовин, їх застосування.
3. Фізичні та хімічні властивості. Відношення до неметалів, води, кислот, лугів.
4. Галогеніди та халькогеніди елементів підгрупи Берилію.
5. Бінарні сполуки: гідриди, карбіди, нітриди.
6. Оксиди та перокси, їх структура та стійкість; кислотно-основні властивості; відношення до води, кислот, лугів. Негашене вапно.
7. Гідроксиди: структура; кислотно-основні властивості; амфотерність гідроксиду берилію. Вапняна та баритова вода.
8. Солі: галогеніди, нітрати, сульфати, карбонати, оксалати; кристалогідрати; термічний розклад; розчинність у воді, гідроліз. Комплексні сполуки.
9. Сполуки кальцію в будівництві. Алебастр. Гіпс. Алюмінати кальцію. Види цементу.
10. Твердість води та методи її усунення. Токсичність сполук Барію.

4	9,012182	2s ²	Be	Берилій Beryllium
12	24,305	3s ²	Mg	Магній Magnesium
20	40,078	4s ²	Ca	Кальцій Calcium
38	87,62	5s ²	Sr	Стронцій Strontium
56	137,327	6s ²	Ba	Барій Barium

Підгрупа II-B: Zn – Cd – Hg

1. Загальна характеристика елементів II-B підгрупи: зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, електронегативності. Будова атомів та типи зв'язків у сполуках. Валентність і ступені окиснення. Поширення в природі.
2. Методи одержання. Застосування Zn, Cd, Hg
3. Метали: фізичні і хімічні властивості; відношення до кисню, води, кислот, лугів.
4. Оксиди: властивості; відношення до води, кислот, лугів. Гідроксиди: кислотно-основні властивості; відношення до води, кислот, лугів.
5. Солі елементів підгрупи Цинку в катіонній та аніонній формах. Їх властивості, гідроліз.
6. Комплексні сполуки.
7. Металохімія елементів. Токсичність простих речовин та сполук.
8. Порівняльна характеристика елементів головної та побічної підгруп.

30	65,39	3d ¹⁰ 4s ²	Zn	Цинк Zinc
48	112,411	4d ¹⁰ 5s ²	Cd	Кадмій Cadmium
80	200,59	4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ²	Hg	Ртуть Mercury



Задачі для самостійного розв'язування

1. Суміш солей магній карбонату, магній гідрогенкарбонату та амоній дихромату масою 153 г, у якій кількості речовини співвідносяться як 1:3:4, прожарили. Обчисліть об'єми газуватих речовин, що утворились за температури 600 °C і нормального тиску.
2. Метал масою 0,2 г витіснили воднем об'ємом 197 мл, який попередньо зібрали над водою при температурі 20 °C і тиску 104 кПа. Тиск насиченої водяної пари при цій температурі становить 2,32 кПа. Вкажіть протонне число металу.
3. У скільки разів потрібно збільшити концентрацію хлоридної кислоти в її реакції з цинком, щоб збільшити швидкість отримання водню в 16 разів?
4. Через розплав деякої солі двовалентного металу пропустили струм силою 2,68 А протягом 10 год. На електроді виділилось 12,15 г металу. Вкажіть протонне число металу.
5. Суміш цинкових та алюмінієвих ошурок масою 238 г обробили надлишком розбавленої нітратної кислоти. Газ, що виділився (н.у.), пропустили крізь розчин, що містив еквімолярну кількість сульфідної кислоти. До одержаного розчину додали надлишок розчину барій хлориду. Утворився осад масою 466 г. Обчисліть масову частку (%) алюмінію та цинку у вихідній суміші.
6. Розчин містить калій тетраїодомеркурат (II) об'ємом 0,1 л з концентрацією 0,01 моль/л та натрій йодид масою 5 г. Скільки грамів ртуті у вигляді йонів міститься в цьому розчині? Константа нестійкості йонів $[\text{HgI}_4]^{2-}$ становить $1,38 \cdot 10^{-30}$.
7. Тимчасова твердість води 4,75 ммоль/л. Під час кип'ятіння такої води об'ємом 20 л виділилось 8,56 г суміші CaCO_3 та MgCO_3 . Визначте масу кальцій та магній карбонатів у суміші.
8. До розчину цинк броміду та натрій йодиду, маса розчинених речовин у якому становить 60 г, долили розчин аргентум (I) нітрату об'ємом 1,248 л з масовою часткою солі 10 % ($\rho = 1,09$ г/мл). В результаті реакції випав осад, який відфільтрували. Фільтрат нейтралізували розчином хлоридної кислоти об'ємом 150 мл з концентрацією хлороводню 2 М. Визначте масову частку солей у суміші.
9. Суміш барію та барій оксиду масою 2,9 г розчинили у 10 % розчині хлоридної кислоти ($\rho = 1,048$ г/мл). Розчин випарили. Маса твердого залишку становила 4,14 г. Який об'єм кислоти використано для розчинення?
10. Через розчин, що містить 29,6 г кальцій гідроксиду, пропустили 6 л суміші нітроген (IV) оксиду та азоту об'ємна частка яких 30 % та 70 % відповідно. Розчин обережно випарили. Знайдіть вміст кальцій гідроксиду в сухому залишку.
11. Ртуть та її сполуки є високотоксичними речовинами. У зв'язку з цим встановлено гранично допустиму концентрацію (ГДК) парів ртуті в повітрі робочих приміщень, яка становить 10 мкг/м³. Під час перевірки лабораторії виявлено, що тиск насичених парів ртуті в ній при кімнатній температурі 20 °C становить 0,173 Па. Обчисліть, у скільки разів концентрація насичених парів ртуті у повітрі цієї лабораторії перевищує гранично допустиму концентрацію.
12. Під час взаємодії доломіту $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ масою 8 г з 4 % розчином хлоридної кислоти масою 200 г виділився вуглекислий газ, маса якого становила 3,8 г. Яка масова частка карбонатів у зразку доломіту?



Дослід 1. Взаємодія магнію з водою

Внесіть у пробірку невелику кількість магнієвого порошку, долийте 2-3 мл дистильованої води. *Чи відбувається хімічна реакція?* Обережно нагрійте пробірку. *Що спостерігається?* Додайте 2-3 краплі розчину фенолфталеїну. *Яка реакція середовища? Запишіть рівняння реакції.*



Дослід 2. Добування магній оксиду (Демонстраційний)

Під тягою! Затисніть шматочок магнію тигельними щипцями і підпаліть, нагріваючи у полум'ї пальника. *Магній енергійно згоряє сліпучим полум'ям.*

Зберіть продукт горіння магнію у суху чашку, підставивши її під палаючий магній. Долийте у чашку води і додайте кілька крапель фенолфталеїну. *Запишіть спостереження та рівняння реакції.*



Дослід 3. Взаємодія магнію та цинку з кислотами

У дві пробірки внесіть невелику кількість магнієвого порошку. В одну додайте декілька крапель 2 н розчину хлоридної кислоти, а в другу – таку ж кількість 2 н розчину нітратної кислоти. *Що відбувається з магнієм? Який газ виділяється при взаємодії магнію з хлоридною кислотою? з нітратною кислотою?*

У пробірки внесіть по шматочку гранульованого цинку та подійте окремо розбавленими та концентрованими розчинами хлоридної, сульфатної та нітратної кислот. *Спостерігайте явища, що відбуваються.*

Нагрійте ті пробірки, в яких на холоді не почалася реакція. Відзначте, який з металів енергійніше розчиняється у кислотах. Напишіть рівняння реакції.



Дослід 4. Взаємодія цинку з лугами

До пробірки внесіть невелику кількість цинкового пилу або стружок, підлийте 2-3 мл концентрованого розчину натрій гідроксиду та обережно нагрійте. *Спостерігайте виділення газу. Напишіть рівняння реакції.*



Дослід 5. Магній гідроксид: добування та властивості

Налийте до пробірки 4-5 мл розчину солі магнію, додайте розчин їдкого натру до утворення осаду. *Зазначте колір утвореного осаду.*

Вміст пробірки розділіть на три пробірки. У першу додайте надлишок розчину натрій гідроксиду, у другу – розчин хлоридної кислоти, у третю – розчин солі амоній хлориду. *Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій.*

Зробіть висновок про кислотно-основний характер магній гідроксиду та його силу.



Дослід 6. Порівняльна розчинність у воді кальцій, стронцій та барій гідроксидів

У три пробірки налейте по 1-2 мл розчинів солей Кальцію, Стронцію та Барію. В кожную прилийте такий же об'єм розчину натрій гідроксиду. *Зверніть увагу на масу осадів, що випали у кожній з пробірок, та дайте пояснення. Напишіть молекулярні та йонні рівняння реакцій.*



Дослід 7. Добування та властивості кальцій, стронцій та барій сульфатів

У три пробірки налейте по 1-2 мл розчинів кальцій, стронцій та барій нітратів. Долийте у пробірки по 1-2 мл розчину натрій сульфату. *Що спостерігаєте?*

Дослідіть чи реагують одержані осаді сульфатів лужноземельних металів з хлоридною та нітратною кислотами. *Напишіть молекулярні та йонні рівняння реакцій.*



Дослід 8. Забарвлення полум'я солями лужноземельних металів

Платинову дротинку внесіть у концентровану хлоридну кислоту, а потім прожарте її у полум'ї пальника. Чиста дротинка не забарвлює полум'я. Очищену платинову дротинку внесіть в розчин солі барію і знову в полум'я пальника. *Відмітьте забарвлення полум'я.*

Дослід повторіть з розчинами солей стронцію і кальцію. *Описати спостережені явища.*



Дослід 9. Взаємодія солей Цинку, Кадмію та Меркурію (II) з лугами

Налійте у три пробірки розчини солей Цинку, Кадмію та Меркурію (II). В кожну додайте по одній краплі натрій гідроксиду. *Що спостерігаєте? Напишіть рівняння реакцій, враховуючи, що у випадку з Меркурієм утворюється HgO .*

Розділіть отримані осаді на дві пробірки і перевірте, як вони будуть взаємодіяти з лугом і кислотою. *Напишіть рівняння реакцій.*



Дослід 10. Одержання та властивості сульфідів Цинку, Кадмію та Меркурію (II)

Під тягою! У три пробірки внесіть окремо розчини солей Цинку, Кадмію та Меркурію (II). До кожної додайте розчин натрій сульфіді. *Зафіксуйте колір та характер осадів, що утворились.*

Випробуйте відношення добутих сульфідів до дії хлоридної (розбавленої та концентрованої) та нітратної (концентрованої) кислот на холоді та при нагріванні. *Напишіть рівняння реакцій у молекулярному та йонному вигляді. Поясніть, чому сульфіді металів по різному відносяться до розбавлених кислот. Чи можна осаджувати ці сульфіді сірководнем?*



Дослід 11. Комплексні аміакати Цинку, Кадмію та Меркурію (II): добування та властивості

Під тягою! До розчинів сульфатів Цинку, Кадмію та Меркурію (II) по краплях додайте водний розчин аміаку. До отриманих осадів додайте кілька крапель концентрованого водного розчину аміаку. *Спостерігайте розчинення осадів. Напишіть рівняння реакцій у молекулярному та йонному вигляді.*

До добутих розчинів амінокомплексів Цинку, Кадмію та Меркурію (II) по краплях додайте розчин натрій сульфіді. *Спостерігайте осадження сульфідів металів. Напишіть рівняння електролітичної дисоціації комплексних аміакатів Цинку, Кадмію, Меркурію (II) та вирази констант нестійкості комплексних йонів. Поясніть причину руйнування комплексних аміакатів металів при дії сульфіді, користуючись правилом, що визначає напрямок перебігу обмінних реакцій у розчинах електролітів.*

Лабораторна робота № 11

Елементи І групи та їх сполуки

Мета роботи: ознайомитися з фізичними та хімічними властивостями елементів І групи (Літій (Li), Натрій (Na), Калій (K), Рубідій (Rb), Цезій (Cs), Францій (Fr)); дослідити утворення, розчинність та реакційну здатність оксидів, гідроксидів, хлоридів, карбонатів, сульфатів та інших сполук цих елементів; вивчити поведінку лужних металів у воді та їхню взаємодію з кислотами, основами та іншими речовинами; ознайомитися з якісними реакціями на іони натрію та калію; проаналізувати застосування сполук лужних металів у промисловості, медицині, біологічних процесах та побуті.

Питання для самопідготовки

Елементи І-А підгрупи: Li – Na – K – Rb – Cs – Fr

1. Загальна характеристика елементів І-А підгрупи. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, електронегативності. Особливості Літію. Будова атомів. Валентність і ступені окиснення, знаходження в природі.
2. Метали: добування та застосування.
3. Фізичні та хімічні властивості.
4. Гідриди: структура; властивості; принцип одержання.
5. Сполуки з Оксигеном: оксиди, перокси, надперокси, озоніди; будова; порівняльна стійкість; властивості; відношення до води.
6. Гідроксиди: властивості, принцип одержання. Каустична сода.
7. Солі: властивості, можливість утворення кристалогідратів і комплексів.
8. Галогеніди, халькогеніди, нітриди, нітрати, сульфати, карбонати. Сода кальцинована, кристалічна, питна. Методи одержання соди. Поташ. Калійні добрива. Застосування солей.
9. Якісне визначення сполук Літію, Натрію, Калію.

Елементи І-Б підгрупи: Cu – Ag – Au

1. Загальна характеристика елементів І-Б підгрупи. Зміна в підгрупі атомних та іонних радіусів, електронегативності. Будова атомів. Валентність і ступені окиснення, знаходження в природі.
2. Метали: фізичні і хімічні властивості; відношення до кисню, води, кислот, лугів. Методи одержання. Застосування.
3. Оксиди: фізичні та хімічні властивості; відношення до води, кислот, лугів; принципи добування.
4. Гідроксиди: кислотно-основні властивості; відношення до води, кислот, лугів; принципи одержання.
5. Солі: кристалогідрати. Солі в аніонній і катіонній формах. Властивості. Бактерицидна дія іонів Аргентуму. Галогеніди, нітрати, сульфати, карбонати.
6. Світлочутливість галогенідів Аргентуму.
7. Комплексні сполуки: галогено-, ціано-, акво-, амінокомплекси.
8. Тетрахлороауратна кислота та її солі. Ціанідні комплекси ауруму.
9. Металохімія елементів підгрупи. Порівняльна характеристика елементів головної і побічної підгруп.

3	6,941	[He]2s ¹	Li	Літій Lithium
11	22,989770	[Ne]3s ¹	Na	Натрій Sodium Natrium
19	39,0983	[Ar]4s ¹	K	Калій Potassium Kalium
37	85,4678	[Kr]5s ¹	Rb	Рубідій Rubidium
55	132,90545	[Xe]6s ¹	Cs	Цезій Caesium Cesium
87	223	[Rn]7s ¹	Fr	Францій Francium
29	63,546	3d ¹⁰ 4s ¹	Cu	Мідь Copper Cuprum
47	107,8682	4d ¹⁰ 5s ¹	Ag	Срібло Silver Argentum
79	196,96655	4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ¹	Au	Золото Gold Aurum



Задачі для самостійного розв'язування

1. Крізь розчин їдкою натру об'ємом 72,05 мл з масовою часткою лугу 20 % і густиною 1,225 г/мл пропустили сірководень об'ємом 4,48 л (н.у.). Яка сіль та якої маси при цьому утворилась?
2. Під час відновлення вугіллям купрум (II) оксиду масою 12,7 г поглинається 8,24 кДж тепла. Визначте $\Delta H^\circ_{\text{утв.}}$ купрум (II) оксиду, якщо $\Delta H^\circ_{\text{утв.}}(\text{CO}) = -110$ кДж/моль.
3. З мідної руди масою 6 тонн, що містить 80 % порожньої породи, одержали 10,8 кг міді. Обчисліть вихід міді від теоретично можливого, якщо Купрум міститься в руді в складі малахіту.
4. Відносна молекулярна маса оксиду металічного елемента, який належить до I групи Періодичної системи, на 26 одиниць менша від молекулярної маси його йодиду. Визначте елемент.
5. Яка кількість речовини срібла виділиться при пропусканні через розчин аргентум (I) нітрату струму величиною 8 А протягом 15 хв.
6. В розчин аргентум (I) нітрату занурили мідну дротинку. Після закінчення реакції маса її зросла від 10 г до 10,8 г. Яка маса початкового розчину аргентум (I) нітрату?
7. Через 40 % розчин натрій гідроксиду об'ємом 0,25 л ($\rho = 1,438$ г/мл) пропустили вуглекислий газ, який отримали при спалюванні метану об'ємом 20 л (н.у.). Яка сіль та якої маси утвориться?
8. Змішали розчин купрум (II) хлориду масою 200 г з масовою часткою солі 4,05 % та 0,12 М розчин аргентум (I) нітрату об'ємом 500 мл. Осад, що утворився, відфільтрували. Крізь фільтрат пропустили електричний струм до повного розкладу продуктів реакції. Обчисліть маси речовин, що виділились на електродах.
9. Під час дії надлишку вуглекислого газу на 32,9 г невідомої сполуки металу з Оксигеном утворилась тверда речовина і виділився невідомий газ. Тверду речовину розчинили у воді і додали надлишок розчину барій нітрату, в результаті випав осад масою 27,58 г. Невідомий газ пропустили через трубку з розпеченою міддю, маса трубки зросла на 6,72 г. Встановіть формулу вихідної сполуки.
10. При повному термічному розкладі суміші калій хлорату, калій перманганату, калій нітрату та меркурій (II) оксиду одержали 47,04 л (н.у.) кисню. Відомо, що об'єми кисню, добуті за відповідними рівняннями реакцій, відносяться між собою як 3:2:1:1. Як відносились кількості речовин вихідної суміші?
11. У закритій посудині об'ємом 11,2 л, наповненій хлором за н.у., згоріло 4,6 г натрію. Знайдіть відношення тисків у посудині до і після реакції, якщо її охолодили до температури 25 °С.
12. Визначте концентрацію розчину (%), отриманого розчиненням 12 г глауберової солі у 200 г 10 % розчину натрій сульфату.

Методика експерименту і порядок виконання роботи



Дослід 1. Взаємодія лужних металів з водою (Демонстраційний)

Кварцову чашку до половини заповніть дистильованою водою. Пінцетом візьміть шматочок металічного літію, який зберігається в банці з гасом, відріжте

скальпелем невеликий шматочок, просушіть фільтрувальним папером і опустіть в чашку з водою. *Реакція супроводжується виділенням теплоти, газу та зміною рН середовища. Який газ виділяється?* Після закінчення реакції за допомогою універсального індикаторного паперу встановіть реакцію середовища.

Проробіть аналогічний дослід, замінивши літій на натрій і калій. *Чи активно взаємодіють метали з водою? Який серед цих металів є найактивніший?*



Дослід 2. Забарвлення полум'я йонами лужних металів

(Демонстраційний)

Очищену платинову дротинку опустіть у розчин калій хлориду і внесіть у полум'я пальника. Зазначте забарвлення полум'я.

Дослід повторіть з розчинами солей Літію та Натрію. *Перед кожним дослідом дротинку слід промивати у концентрованій хлоридній кислоті і прожарювати у полум'ї пальника.*



Дослід 3. Взаємодія натрій пероксиду з водою

У пробірку внесіть за допомогою шпателя невелику кількість порошку натрій пероксиду, додайте 1 мл дистильованої води і розмішайте. *Який газ виділяється? Доведіть наявність лугу в отриманому розчині, використовуючи фенолфталеїн. Напишіть рівняння реакції.*



Дослід 4. Взаємодія лугу з кислотою

Налийте у дві пробірки по 2-3 мл розчину лугу і додайте 2-3 краплі індикатора фенолфталеїну. Долийте до розчину лугу розчин кислоти, спостерігаючи за зміною забарвлення індикатора. *Що відбулося при цьому?*

Напишіть молекулярні та йонні рівняння реакції.



Дослід 5. Добування та властивості деяких солей лужних металів

5.1. Добування літій карбонату

Внесіть у пробірку 1-2 мл розчину літій хлориду і додайте такий же об'єм розчину натрій карбонату. Злегка підігрійте пробірку на полум'ї пальника і спостерігайте спочатку помутніння, а потім випадання дрібних кристалів літій карбонату. *Запишіть рівняння реакції.*

5.2. Термічний розклад натрій гідрокарбонату

Помістіть у пробірку невелику кількість порошку натрій гідрокарбонату і нагрівайте на полум'ї пальника. Спостерігайте утворення краплин води у верхній частині пробірки. Припиніть нагрівання, а вміст пробірки перенесіть у контрольну пробірку з попереднього досліду. *Що спостерігаєте?*

Доведіть, що в розчині є сіль карбонатної кислоти. Для цього в пробірку додайте 3-4 краплі 2 н розчину хлоридної кислоти і спостерігайте виділення бульбашок газу. *Який газ виділяється? За забарвленням фенолфталеїну визначте, яка сіль перебуває в розчині – натрій карбонат чи натрій гідрокарбонат? Напишіть рівняння реакції розкладу натрій гідрокарбонату при нагріванні.*

5.3. Гідроліз натрій карбонату і натрій гідрокарбонату

В три пробірки внесіть по 1 мл дистильованої води. У кожну з них додайте по 5-6 крапель розчину фенолфталеїну. В одну пробірку внесіть декілька кристаликів натрій карбонату, а в другу – натрій гідрокарбонату. Третю пробірку залиште як

контрольну для порівняння. Перемішайте розчини. Порівняйте забарвлення розчинів солей з контрольною пробіркою. Поясніть зміну забарвлення фенолфталеїну.



Дослід 6. Відновлення міді та срібла з розчинів

Налийте у пробірку 3-4 мл розчину купрум (II) сульфату, опустіть у нього зачищений шліфувальною шкуркою і промитий водою залізний цвях. Спостерігайте за перебігом реакції 2-3 хв. Вийміть цвях і огляньте його. Мідну пластинку обробіть розведеною нітратною кислотою і промийте водою. Нанесіть на пластинку кілька крапель аргентум (I) нітрату.

Складіть рівняння реакцій. Поясніть спостереження, використовуючи дані з ряду напруг металів. Які ще метали можна використати для одержання міді та срібла таким способом?



Дослід 7. Властивості міді

7.1. Окиснення міді киснем повітря

Нагрійте мідний дріт в полум'ї пальника. *Що спостерігаєте? Напишіть рівняння реакції.*

7.2. Взаємодія міді з кислотами (під тягою!)

До трьох пробірок помістіть невелику кількість мідної стружки, додайте у окремих пробірках розбавлені розчини хлоридної, сульфатної та нітратної кислот.

Проробіть аналогічний дослід з концентрованими розчинами кислот. Спостерігайте явища, що відбуваються. Ті пробірки, в яких реакція не почалася, нагрійте (обережно!). Зверніть увагу на забарвлення розчинів.

Визначте за характерним запахом та забарвленням газу, що виділяються внаслідок реакції. Напишіть відповідні рівняння реакцій. Чи з усіма кислотами взаємодіє мідь? Присутність якого йону зумовлює забарвлення водних розчинів солей Купруму(II)?



Дослід 8. Взаємодія купрум (II) оксиду з кислотами

До двох пробірок помістіть по 1-2 мікрошпателі купрум (II) оксиду та додайте 2 н розчини кислот: до однієї – хлоридної, до іншої – сульфатної. Нагрійте та спостерігайте забарвлення розчинів у пробірках.

Напишіть рівняння реакцій.



Дослід 9. Купрум (II) гідроксид: добування та властивості

У пробірку додайте при перемішуванні 2 мл розчину купрум (II) сульфату та таку ж кількість розчину натрій гідроксиду. *Відзначте колір та характер осаду.* Утворений осад купрум (II) гідроксиду розділіть на чотири пробірки.

Першу пробірку обережно нагрійте на полум'яї пальника до кипіння.

До другої – додайте 30 %-вий розчин натрій гідроксиду та нагрійте її. *Зверніть увагу на те, що при додаванні концентрованого розчину луку гідроксид частково розчиняється з утворенням натрій куприту, внаслідок чого розчин над осадом забарвлюється у фіолетовий колір. Додавання води зумовлює повний гідроліз натрій куприту і фіолетове забарвлення розчину зникає.*

До третьої пробірки додайте концентрований розчин хлоридної кислоти.

До четвертої – концентрований водний розчин аміаку, що призводить до розчинення основи. *Утворюється розчин комплексної сполуки*

тетраамінкупрум (II) гідроксиду волошкового кольору; при підкисленні цього розчину комплекс розкладається, колір змінюється на блакитний, що свідчить про утворення гідратованих йонів купруму (II).

Поясніть спостережувані явища. Складіть рівняння реакцій у молекулярній та іонній формах. Які властивості має купрум (II) гідроксид?



Дослід 10. Добування купрум (II) гідроксокарбонату (малахіту)

У пробірку з декількома краплями розчину купрум (II) сульфату додайте розчин натрій карбонату. Спостерігайте випадання синьо-зеленого осаду купрум (II) гідроксокарбонату. Чому при взаємодії солей купруму з розчином натрій карбонату не випадає середня сіль купрум (II) карбонат? Напишіть рівняння реакції, яка протікає за участю води.



Дослід 11. Добування комплексних солей Купруму (I) та Купруму (II)



У пробірку з розчином купрум (II) сульфату додайте краплями розчин концентрованої хлоридної кислоти. Спостерігайте за зміною забарвлення розчину з блакитного на жовто-зелений. Що є продуктом реакції? Отриманий розчин розділіть на дві пробірки. Одну залиште як контрольну для порівняння, а в іншу додайте шматочок міді. Спостерігайте за зміною забарвлення розчину. Про що це свідчить? Напишіть рівняння усіх реакцій.



Дослід 12. Добування нерозчинних солей Аргентуму (I)

До чотирьох пробірок внесіть розчин аргентум (I) нітрату. До першої пробірки додайте розчин натрій карбонату, до другої – калій хромату, до третьої – натрій гідрофосфату, до четвертої – натрій сульфідіду. Зазначте колір осадів, що утворилися. Напишіть рівняння усіх реакцій в молекулярному та йонному вигляді. Чи розчиняються галогеніди Аргентуму (I) в нітратній кислоті?

Лабораторна робота № 12

Елементи VIII групи та їх сполуки

Мета роботи: ознайомитися з фізичними та хімічними властивостями елементів VIII групи (залізо (Fe), кобальт (Co), нікель (Ni), рутеній (Ru), родій (Rh), паладій (Pd), осмій (Os), іридій (Ir), платина (Pt)); дослідити окисно-відновні властивості цих елементів та їхніх сполук; вивчити утворення і реакційну здатність оксидів, гідроксидів, солей та комплексних сполук елементів VIII групи; ознайомитися з особливостями корозії заліза та методами її запобігання; визначити якісні реакції на йони Fe^{2+} , Fe^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} . Ознайомитися з фізичними та хімічними властивостями інертних газів (гелій (He), неон (Ne), аргон (Ar), криптон (Kr), ксенон (Xe), радон (Rn)); дослідити їхню низьку хімічну активність та умови, за яких можливе утворення сполук (наприклад, сполуки ксенону); дослідити використання інертних газів для створення захисного середовища у хімічних та металургійних процесах.

Питання для самопідготовки

Елементи VIII-A підгрупи: He – Ne – Ar – Kr – Xe

1. Характеристика елементів. Особливості електронної будови та валентні можливості атомів. Зміна в підгрупі атомних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності.
2. Особливості Гелію і Неону.
3. Інертні гази. Фізичні властивості. Поширення в природі.
4. Одержання благородних газів, методи їх розділення. Застосування.
5. Хімічні властивості. Сполуки: фториди та принципи їх одержання, оксигенвмісні сполуки Ксенону; кластерні сполуки Аргону і його аналогів.

Елементи VIII-B підгрупи: Fe – Co – Ni – Ru – Rh – Pd – Os – Ir – Pt

1. Характеристика елементів родини Феруму. Зміна атомних та іонних радіусів, іонізаційних потенціалів і електронегативності. Здатність елементів до утворення катіонної та аніонної форм.
2. Знаходження в природі. Добування простих речовин.
3. Метали: фізичні та хімічні властивості. Феромагнетизм. Поліморфні модифікації. Відношення до кисню, води, кислот, лугів. Пірофорні властивості. Стійкість до корозії.
4. Оксиди та гідроксиди. Кислотно-основні і окисно-відновні властивості. Відношення до води, кислот, лугів.
5. Солі: Кристалогідрати. Подвійні солі. Основні солі. Солі в катіонній і аніонній формах. Властивості солей. Стійкість. Гідроліз.
6. Якісні реакції на йони Феруму (II), Феруму (III), Ніколу (II). Комплексні сполуки. Відносна стійкість простих і комплексних солей. Аква-, аміно-, гідроксо-, ціано-, роданокомплекси.
7. Сплави: чавуни, сталі. Хімічні реакції в чорній металургії. Застосування.
8. Загальна характеристика платиноїдів. Знаходження в природі.
9. Метали: фізичні та хімічні властивості металів. Хімічна активність за звичайних умов і при нагріванні.
10. Сполуки платиноїдів. Оксиди і гідроксиди.
11. Особливості діади Рутеній – Осмій.
12. Солі: рутенати і осмати. Тетраоксиди рутенію та осмію. Сполуки з неметалами. Комплексні сполуки. Металохімія платиноїдів.
13. Порівняння властивостей платиноїдів з властивостями фероїдів.

2	4,002602
1s ²	
He	
Гелій	Helium

10	20,1797
2s ² 2p ⁶	
Ne	
Неон	Neon

18	39,948
3s ² 3p ⁶	
Ar	
Аргон	Argon

36	83,798
3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶	
([*] 3,00)	
Kr	
Криптон	Krypton

54	131,293
4f ¹⁴ 5s ² 5p ⁶	
([*] 2,60)	
Xe	
Ксенон	Xenon

26	55,845
3d ⁶ 4s ²	
+1,83	
+1,64	
Fe	
Ірон	Ferrum

44	101,07
4d ⁷ 5s ¹	
+1,20	
+1,42	
Ru	
Рутеній	Ruthenium

76	190,23
4f ¹⁴ 5d ⁶ 6s ²	
+1,20	
+1,52	
Os	
Осмій	Osmium



Задачі для самостійного розв'язування

1. На хлорування суміші заліза та міді масою 3 г витрачено 1,675 л (н.у.) хлору. Знайдіть вміст (%) металів у вихідній суміші.
2. У розчин купрум (II) сульфату об'ємом 200 мл з масовою часткою розчиненої речовини 1,6 % ($\rho \approx 1$ г/мл) занурили залізну пластинку масою 11,2 г. Якою буде маса пластинки після закінчення реакції.
3. Природний Неон складається з двох нуклідів – ^{20}Ne та ^{22}Ne . Відносна атомна маса Неону дорівнює 20,2. Обчисліть масові частки (%) нуклідів у природному Неоні.
4. На розчинення ферум (III) оксиду, який отримали при випалюванні колчедану, витратили 200 г 22 % розчину хлоридної кислоти. Знайдіть масу випаленого колчедану.
5. Кристалогідрат невідомого складу містить Нітроген, Ферум, Сульфур, Гідроген та Оксиген, масові частки яких становлять відповідно 2,9 %, 11,62 %, 13,28 %, 5,81 % та 66,39 %. Визначте формулу сполуки. Вкажіть кількість моль води, що міститься в 1 молі кристалогідрату.
6. При сполученні 2,1 г заліза з сіркою виділилось 3,77 кДж тепла. Розрахуйте теплоту утворення ферум (II) сульфід. Отриманий FeS про взаємодіяв з надлишком хлоридної кислоти. Який об'єм 0,2 н підкисленого розчину калій перманганату може прореагувати з газом, який виділився в результаті реакції.
7. Суміш неону та хлору об'ємом 134,4 дм³ (н.у.) пропустила над розжареною сумішшю міді та алюмінію масою 108,6 г. Одержаний продукт реакції розчинили у воді. До одержаного розчину додали надлишок розчину натрій гідроксиду. Осад, що випав, відфільтрували і прожарили. Маса одержаного твердого залишку становить 96 г. Обчисліть маси міді та алюмінію у вихідній суміші металів; об'ємну частку неону у вихідній суміші газів.
8. За сталої температури хімічна рівновага в реакції $\text{FeO (т)} + \text{H}_2 \text{(г)} \leftrightarrow \text{Fe (т)} + \text{H}_2\text{O (г)}$ встановлюється, коли концентрації водню та водяної пари становлять 0,47 моль/л і 2,24 моль/л відповідно. Після цього їх концентрації збільшують на 2,16 моль/л та 0,38 моль/л відповідно. Визначте нові рівноважні концентрації речовин.
9. Нікелеву пластинку масою 18,9 г занурили у свіжоприготовлений розчин ферум (III) хлориду масою 455 г з масовою часткою солі 0,1. Через деякий час пластинку вийняли з розчину. Визначте масу цієї пластинки, якщо відомо, що в одержаному розчині масова частка ферум (III) хлориду дорівнює масовій частці ферум (II) хлориду, який утворився.
10. Карбонат невідомого металу розчинили у розчині сульфатної кислоти, у якому містилась стехіометрична кількість H_2SO_4 . Масова частка кислоти в розчині становить 0,4. Утворився розчин солі з масовою часткою речовини 0,4795. Визначте невідомий метал, якщо відомо, що він двовалентний та масу хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 0,15, яка витратиться на розчинення карбонату цього металу масою 87 г. Який об'єм газу (н.у.) при цьому виділиться?
11. Суміш оксидів, одержаних при повному термічному розкладі еквімолярної суміші ферум (III) гідроксиду та ферум (II) гідроксиду масою 78,8 г, розчинили у надлишку розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 40 %. На окиснення йонів Fe^{2+} витратили 26,67 мл 3 М розчину KMnO_4 . На нейтралізацію кислоти, що містилася в одержаному розчині, витратили розчин калій гідроксиду об'ємом 200 мл із концентрацією лугу

- 2 М. Визначте масу використаного розчину сульфатної кислоти та склад (%) вихідної суміші.
12. Суміш заліза та залізної окалини масою 28,8 г відновили воднем. Продукт реакції обробили хлоридною кислотою, в результаті виділилось 8,96 л газу (н.у.). Знайдіть склад (%) компонентів у вихідній суміші.

Методика експерименту і порядок виконання роботи



Дослід 1. Гідроксиди Феруму (II), Кобальту (II), Ніколу (II): добування та властивості

1.1. Ферум (II) гідроксид

До хімічного стакану налейте розчин ферум (II) сульфату та додайте розчин натрій гідроксиду. Добутий осад розділіть на три пробірки. Одну пробірку залиште на повітрі, до другої додайте 3 %-ий розчин гідроген пероксиду, до третьої – бромну воду. *Запишіть спостереження. Напишіть рівняння реакцій в молекулярному та йонному вигляді.*

До стакану налейте розчин ферум (II) сульфату та додайте розчин натрій гідроксиду. Випробуйте відношення $\text{Fe}(\text{OH})_2$ до розбавленого розчину хлоридної кислоти та надлишку розчину їдкого лугу. *Запишіть спостереження. Напишіть рівняння реакцій в молекулярному та йонному вигляді. Які властивості має ферум (II) гідроксид?*

1.2. Кобальт (II) гідроксид

До хімічного стакану налейте розчин кобальт (II) хлориду та додайте розчин натрій гідроксиду. *Спостерігайте виділення осаду. Відзначте зміну забарвлення осаду при додаванні надлишку лугу та нагріванні.*

Випробуйте стійкість $\text{Co}(\text{OH})_2$ до окиснення на повітрі. *Чи швидко відбувається реакція при дії кисню повітря? Напишіть рівняння реакцій.*

Випробуйте, чи розчиняється кобальт (II) гідроксид у розбавлених розчинах кислот та у надлишку концентрованого розчину лугу. *Напишіть рівняння реакцій. Які властивості має кобальт(II) гідроксид?*

1.3. Нікол (II) гідроксид

До хімічного стакану внесіть розчин солі Ніколу (II) та додайте по краплях розчин лугу до утворення осаду нікель (II) гідроксиду та прокип'ятіть розчин з осадом. Розділіть осад на 5 пробірок.

Випробуйте відношення осаду до розбавлених кислот та надлишку лугу, аміачної води, 3 %-ого розчину гідроген пероксиду, бромної води (під тягою). *Чи змінюється забарвлення осаду? Напишіть рівняння реакцій. Які властивості має нікель(II) гідроксид?*

На основі дослідів, проведених раніше, зробіть висновок про характер зміни відновної активності у ряді $\text{Fe}(\text{OH})_2 - \text{Co}(\text{OH})_2 - \text{Ni}(\text{OH})_2$.



Дослід 2. Гідроксиди Феруму (III), Кобальту (III), Ніколу (III): добування та властивості

2.1. Ферум (III) гідроксид

До двох пробірок внесіть по невеликій кількості розчину солі феруму (III). Додайте до кожної пробірки трохи розчину натрій гідроксиду. *Відзначте вигляд та*

колір осаду, що утворюється. До однієї пробірки внесіть трохи розчину бромідної кислоти, до другої – концентрований розчин лугу та тривалий час нагрівайте. В якій пробірці відбувається розчинення осаду? Напишіть рівняння всіх реакцій. Які властивості має $Fe(OH)_3$?

Який з гідроксидів – феруму (II) або- феруму (III) – має сильніші основні властивості та чим це можна пояснити?

2.2. Кобальт (III) гідроксид

Під тягою! У дві пробірки додайте розчин кобальт (II) хлориду, по краплях концентрований розчин натрій гідроксиду та потім підлийте до однієї пробірки невелику кількість концентрованого розчину гідроген пероксиду, до іншої – бромної води. Що утворюється? Відзначте колір кобальт (III) гідроксиду, що утворюється. Складіть рівняння реакцій.

З добутого осаду по можливості повно злийте рідину, потім до осаду додайте концентровану хлоридну кислоту та нагрійте. Який виділяється газ? До добутого розчину підлийте трохи води. Поясніть зміну кольору розчину. Напишіть рівняння реакції. Які властивості виявляє у цій реакції кобальт (III) гідроксид?

2.3. Нікол (III) гідроксид

Під тягою! До 1-2 мл розчину нікол (II) хлориду додайте розчин натрій гідроксиду, а потім 4-5 мл бромної води. Що відбувається? Напишіть рівняння реакції.

З добутого осаду по можливості повно злийте рідину, потім додайте до нього концентровану хлоридну кислоту та нагрійте. Який виділяється газ? Напишіть рівняння реакції. Які властивості у цій реакції виявляє нікель(III) гідроксид?



Дослід 3. Якісні реакції на йони Fe^{2+} та Fe^{3+}

3.1. Реакція з калій тіоціанатом

У дві пробірки внесіть по невеликій кількості розчину калій тіоціанату. Додайте до першої пробірки 1-2 краплі розчину ферум (II) сульфату, до другої – розчин ферум (III) хлориду. Запишіть спостереження та рівняння реакцій.

3.2. Реакція з червоною $K_3[Fe(CN)_6]$ та жовтою $K_4[Fe(CN)_6]$ кров'яною солями

Свіжодобутий розчин ферум (II) сульфату розділіть на дві пробірки. В одну додайте розчин $K_4[Fe(CN)_6]$, в іншу – $K_3[Fe(CN)_6]$. Відзначте, в якому випадку відбулася зміна забарвлення. Складіть рівняння реакцій.

До розчину солі феруму (III) додайте в окремих пробірках розчини $K_4[Fe(CN)_6]$ та $K_3[Fe(CN)_6]$. Відзначте, в якому випадку відбулася зміна забарвлення. Поясніть.



Дослід 4. Відновні властивості сполук Феруму (II)

Налийте у чотири пробірки по 2-3 мл розчину ферум (II) сульфату, до кожної з них підлийте розбавлений розчин сульфатної кислоти. До першої пробірки підлийте трохи концентрованої нітратної кислоти та нагрійте до кипіння, до другої – бромну воду, до третьої – розчин калій перманганату, до четвертої – розчин калій дихромату. Що спостерігається? Складіть рівняння реакцій.

Приготуйте у двох пробірках розчин солі феруму (II). До однієї з них додайте розчин аргентум (I) нітрату та злегка нагрійте на невеликому полум'ї пальника, не

доводячи рідину до кипіння. Охолодивши пробірку, додайте до неї та до контрольної пробірки по краплі розчину калій тіоціанату.

В якій пробірці спостерігається забарвлення та чому? Запишіть рівняння реакції відновлення аргентум (I) нітрату сіллю феруму (II). На який процес вказує поява на внутрішніх стінках пробірки «срібного дзеркала»?



Дослід 5. Окисні властивості сполук Феруму (III)

До розчину ферум (III) хлориду додайте розчин натрій сульфід. *Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.*

До розчину ферум (III) хлориду додайте розчин калій йодиду. *Поясніть зміну кольору розчину, що відбувається. Напишіть рівняння реакції.*

До пробірки внесіть ферум (III) хлориду та додайте кілька кристалів натрій сульфату. *Спочатку утворюється малостійкий ферум (III) сульфат, внаслідок чого розчин забарвлюється у буро-червоний колір, але при нагріванні забарвлення зникає. Напишіть рівняння реакції.*

До пробірки внесіть трохи розчину ферум (III) хлориду, помістіть у розчин шматочок цинку. *Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції.*



Дослід 6. Гідроліз солей Феруму (II) та Феруму (III)

6.1. Гідроліз ферум (II) сульфату

Налийте в пробірку дистильованої води і додайте кілька крапель розчину універсального індикатора. *Зверніть увагу на забарвлення утвореного розчину.*



Розлийте розчин на дві пробірки. Одну залиште як контрольну для порівняння, в іншу – додайте декілька кристаликів ферум (II) сульфату. *Що при цьому спостерігається? Встановіть pH середовища. Напишіть рівняння гідролізу ферум (II) сульфату. Як можна зменшити ступінь гідролізу цієї солі?*

6.2. Гідроліз ферум (III) хлориду

Налийте в пробірку дистильованої води і додайте декілька крапель розчину ферум (III) хлориду. *Зверніть увагу на забарвлення утвореного розчину. Додайте краплю універсального індикатора. Що при цьому спостерігається? Встановіть pH середовища.*



У дві пробірки налийте розчин ферум (III) хлориду. Першу залиште як контрольну для порівняння, а іншу – нагрійте на полум'ї пальника до кипіння. *Що спостерігається? Напишіть рівняння гідролізу ферум (III) хлориду. Як можна зменшити ступінь гідролізу цієї солі?*

Список рекомендованої літератури

1. Неділько С. А., Попель П. П. Загальна й неорганічна хімія. Задачі та вправи. Київ : Либідь, 2001. 400 с.
2. Степаненко О. М., Рейтер Л. Г. Загальна та неорганічна хімія. Т. 1, Т. 2. Київ : Педагогічна преса, 2002. 765 с.
3. Кириченко В. І. Загальна хімія : навчальний посібник. Київ : Вища школа, 2005. 639 с.
4. Боднарюк Ф. М. Загальна та неорганічна хімія. Ч. 1. Рівне : НУВГП, 2006. 241 с.
5. Боднарюк Ф. М. Загальна та неорганічна хімія. Ч. 2. Рівне : НУВГП, 2008. 312 с.
6. Яворський В. Т. Неорганічна хімія : підручник. 2-ге вид., допов. та доопрацьов. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2016. 324 с.
7. Левітін Є. Я., Бризицька А. М., Ключова Р. Г. Загальна та неорганічна хімія : підручник для студентів вищих навчальних закладів / за заг. ред. Є. Я. Левітіна. 3-тє вид. Харків : НФаУ : Золоті сторінки, 2017. 512 с.

ДОДАТОК

Таблиця 1

Рекомендовані значення деяких фундаментальних фізичних сталих

Величина	Позначення	Числове значення
Швидкість світла у вакуумі	c	$2,9979246 \cdot 10^8$ м/с
Елементарний заряд	e	$1,6021892 \cdot 10^{-19}$ Кл
Стала Планка	h	$6,626176 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
Стала Авогадро	N_A	$6,022045 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹
Стала Фарадея	F	$9,64846 \cdot 10^4$ Кл/моль
Універсальна газова стала	R	8,3144 Дж/(моль·К) 0,0821 л·атм/(моль·К) 62 360 мм рт. ст.·мл/(моль·К)
Нормальні умови	н.у.: T_0, P_0	273 К (0 °C), 101 325 Па
Стандартні умови	ст.у.: T, P	298 К (25 °C), 101 325 Па
Молярний об'єм газу при н. у.	V_0	22,4 л
Атомна одиниця маси	а.о.м.	$1,66054 \cdot 10^{-27}$ кг

Таблиця 2

**Термодинамічні константи (стандартні ентальпії та абсолютні ентропії)
речовин при температурі 298 К та тиску $1,01 \cdot 10^5$ Па**

Речовина	ΔH_{298}° , кДж/моль	S_{298}° , Дж/(К·моль)	Речовина	ΔH_{298}° , кДж/моль	S_{298}° , Дж/(К·моль)
Al ₂ O ₃	-1676,0	50,9	Fe ₂ O ₃ (т)	-822,2	87,4
C (графіт)	0	5,7	Fe ₃ O ₄ (т)	-1117,1	146,2
CCl ₄ (г)	-135,4	214,4	H ₂ (г)	0	130,5
CH ₄ (г)	-74,9	186,2	HBr (р)	-36,3	198,6
C ₂ H ₂ (г)	226,8	200,8	HCN (г)	135,0	113,1
C ₂ H ₄ (г)	52,3	219,4	HCl (г)	-92,3	186,8
C ₂ H ₆ (г)	-89,7	229,5	HF (г)	-270,7	178,7
C ₆ H ₆ (р)	82,9	269,2	HI (г)	26,6	206,5
C ₂ H ₅ OH (р)	-277,6	160,7	HN ₃ (г)	294,0	328,0
C ₆ H ₁₂ O ₆ (глюкоза)	-1273,0	—	H ₂ O (г)	-241,8	188,7
CO (г)	-110,5	197,5	H ₂ O (р)	-285,8	70,1
CO ₂ (г)	-393,5	213,7	H ₂ S (г)	-21,0	205,7
COCl ₂ (г)	-223,0	289,2	KCl (т)	-435,9	82,6
CaCO ₃ (т)	-1207,0	88,7	KClO ₃ (т)	-391,2	143,0
CaF ₂ (т)	-1214,6	68,9	MgCl ₂ (т)	-641,1	89,9
CaN ₂ (т)	-431,8	105	Mg ₃ N ₂ (т)	-461,1	87,9
CaO (т)	-635,5	39,7	MgO (т)	-601,8	26,9
Ca(OH) ₂ (т)	-986,6	76,1	N ₂ (г)	0	191,5
Cl ₂ (г)	0	222,9	NH ₃ (г)	-46,2	192,6
Cl ₂ O (г)	76,6	266,2	NH ₄ NO ₂ (т)	-256	—
ClO ₂ (г)	105,0	257,0	NH ₄ NO ₃ (т)	-365,4	151
Cl ₂ O ₇ (р)	251,0	—	N ₂ O (г)	82,0	219,9
Cr ₂ O ₃ (т)	-1440,6	81,2	NO (г)	90,3	210,6
CuO (т)	-162,0	42,6	N ₂ O ₃ (г)	83,3	307,0
FeO (т)	-264,8	60,8	NO ₂ (г)	33,5	240,2

Продовження таблиці 2					
Речовина	ΔH°_{298} , кДж/моль	S°_{298} , Дж/(К·моль)	Речовина	ΔH°_{298} , кДж/моль	S°_{298} , Дж/(К·моль)
N ₂ O ₄ (г)	9,6	303,8	SO ₃ (г)	-395,8	256,7
N ₂ O ₅ (г)	-42,7	178	SiCl ₄ (р)	-687,8	239,7
NiO (т)	-239,7	38,0	SiH ₄ (г)	34,7	204,6
O ₂ (г)	0	205,0	SiO ₂ (кварц)	-910,9	41,8
OF ₂ (г)	25,1	247,0	SnO (т)	-286,0	56,5
P ₂ O ₃ (т)	-820	173,5	SnO ₂ (т)	-580,8	52,3
P ₂ O ₅ (т)	-1492	114,5	Ti (т)	0	30,6
PbO (т)	-219,3	66,1	TiO ₂ (т)	-943,9	50,3
PbO ₂ (т)	-276,6	74,9	WO ₃ (т)	-842,7	75,9
SO ₂ (г)	-296,9	248,1	ZnO (т)	-350,6	43,6

Таблиця 3

Константи дисоціації деяких слабких електролітів у водних розчинах при 298 К

Електроліт	Ступінь дисоціації	Константа дисоціації	Електроліт	Ступінь дисоціації	Константа дисоціації
NH ₄ OH	I	$1,8 \cdot 10^{-5}$	H ₂ S	I	$1,1 \cdot 10^{-7}$
H ₂ O ₂	I	$2,6 \cdot 10^{-12}$		II	$1,2 \cdot 10^{-18}$
HBO ₃	I	$5,8 \cdot 10^{-10}$	H ₂ SO ₃	I	$1,6 \cdot 10^{-2}$
HCN	I	$7,9 \cdot 10^{-10}$		II	$6,3 \cdot 10^{-8}$
HNO ₂	I	$4 \cdot 10^{-4}$	H ₂ SO ₄	II	$1,2 \cdot 10^{-2}$
HF	I	$6,6 \cdot 10^{-4}$	H ₂ Se	I	$1,7 \cdot 10^{-4}$
HClO	I	$5,0 \cdot 10^{-8}$		II	$1 \cdot 10^{-11}$
HBrO	I	$2,1 \cdot 10^{-9}$	H ₂ SeO ₃	I	$3,5 \cdot 10^{-3}$
HCOOH	I	$1,8 \cdot 10^{-4}$		II	$5 \cdot 10^{-8}$
CH ₃ COOH	I	$1,8 \cdot 10^{-5}$	H ₂ Te	I	$1 \cdot 10^{-3}$
H ₂ CO ₃	I	$4,5 \cdot 10^{-7}$		II	$1 \cdot 10^{-11}$
	II	$4,7 \cdot 10^{-11}$	H ₂ TeO ₃	I	$3 \cdot 10^{-3}$
H ₂ C ₂ O ₄	I	$5,4 \cdot 10^{-2}$		II	$2 \cdot 10^{-8}$
	II	$5,4 \cdot 10^{-5}$	H ₃ PO ₄	I	$7,6 \cdot 10^{-3}$
H ₂ SiO ₃	I	$2,2 \cdot 10^{-10}$		II	$6,2 \cdot 10^{-8}$
	II	$1,6 \cdot 10^{-12}$		III	$4,2 \cdot 10^{-13}$

Таблиця 4

Добутки розчинності деяких малорозчинних електролітів при 298 К

Електроліт	ДР	Електроліт	ДР	Електроліт	ДР
AgBr	$6 \cdot 10^{-13}$	CaCO ₃	$5 \cdot 10^{-9}$	Al(OH) ₃	$5,7 \cdot 10^{-32}$
AgCl	$1,8 \cdot 10^{-10}$	CaC ₂ O ₄	$2 \cdot 10^{-9}$	Cu(OH) ₂	$2,2 \cdot 10^{-20}$
Ag ₂ CrO ₄	$4 \cdot 10^{-12}$	CaF ₂	$4 \cdot 10^{-11}$	Fe(OH) ₂	$1 \cdot 10^{-15}$
AgI	$1,1 \cdot 10^{-16}$	CaSO ₄	$1,3 \cdot 10^{-4}$	Fe(OH) ₃	$3,8 \cdot 10^{-38}$
Ag ₂ S	$6 \cdot 10^{-50}$	Ca ₃ (PO ₄) ₂	$1 \cdot 10^{-29}$	Zn(OH) ₂	$1 \cdot 10^{-17}$
Ag ₂ SO ₄	$2 \cdot 10^{-5}$	CdS	$7,9 \cdot 10^{-27}$	Cd(OH) ₂	$2 \cdot 10^{-14}$
BaCO ₃	$5 \cdot 10^{-9}$	CuS	$6 \cdot 10^{-36}$	PbBr ₂	$9,1 \cdot 10^{-8}$
ZnCO ₃	$1,5 \cdot 10^{-11}$	FeS	$5 \cdot 10^{-18}$	PbCl ₂	$2 \cdot 10^{-5}$
BaSO ₄	$1,1 \cdot 10^{-10}$	HgS	$1,6 \cdot 10^{-52}$	PbS	$1 \cdot 10^{-27}$
SrSO ₄	$3,2 \cdot 10^{-7}$	MnS	$2,5 \cdot 10^{-10}$	PbI ₂	$8,0 \cdot 10^{-9}$

Таблиця 5

Назви найважливіших кислот

Формула	Назва	Формула	Назва
HAlO_2	метаалюмінієва кислота	HN_3	азидна (гідроген азид)
HAsO_2	метаарсенітна	HNO_2	нітритна
H_3AsO_3	ортоарсенітна	HNO_3	нітратна
HAsO_3	метаарсенатна	HPO_3	метафосфорна
H_3AsO_4	ортоарсенатна	H_3PO_4	ортофосфатна
HBO_2	метаборна	$\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$	дифосфатна (пірофосфатна)
H_3BO_3	ортоборна	H_3PO_3	фосфітна
$\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$	тетраборна	H_3PO_2	гіпофосфітна
HBr	бромідна	H_2S	сульфідна
HBrO	гіпобромідна	HSCN	тіоціанатна
HBrO_3	броматна	H_2SO_3	сульфітна
HCOOH	мурашина (етанова)	H_2SO_4	сульфатна
CH_3COOH	оцтова	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$	тіосульфатна
HCN	ціанідна (синильна)	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$	дисульфатна (піросульфатна)
H_2CO_3	карбонатна	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$	надсульфатна (пероксосульфатна)
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	оксалатна (щавелева)	H_2Se	селенідна
HCl	хлоридна	H_2SeO_3	селенітна
HClO	гіпохлоритна	H_2SeO_4	селенатна
HClO_2	хлоритна	H_2SiO_3	силікатна
HClO_3	хлоратна кислота	HI	йодидна
HClO_4	перхлоратна	HIO	гіпойодитна
HCrO_2	метахромітна	HIO_3	йодатна
H_2CrO_4	хроматна	HIO_4	перйодатна
$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	дихроматна	H_2VO_3	ванадатна
HMnO_4	перманганатна	H_2WO_4	вольфраматна
H_2MnO_4	манганатна	H_2MoO_4	молібдатна

Таблиця 6

Стандартні електродні потенціали E° деяких металів водних розчинів при 298 К

Електрод	$E^\circ_{\text{Me}^{n+}, \text{Me}}, \text{В}$	Електрод	$E^\circ_{\text{Me}^{n+}, \text{Me}}, \text{В}$	Електрод	$E^\circ_{\text{Me}^{n+}, \text{Me}}, \text{В}$
Li^+, Li	-3,045	$\text{Al}^{3+}, \text{Al}$	-1,662	$\text{Ni}^{2+}, \text{Ni}$	-0,250
Rb^+, Rb	-2,925	$\text{Mn}^{2+}, \text{Mn}$	-1,180	$\text{Sn}^{2+}, \text{Sn}$	-0,136
K^+, K	-2,925	$\text{Cr}^{2+}, \text{Cr}$	-0,913	$\text{Pb}^{2+}, \text{Pb}$	-0,126
Cs^+, Cs	-2,923	$\text{Zn}^{2+}, \text{Zn}$	-0,763	$\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}$	-0,036
$\text{Ra}^{2+}, \text{Ra}$	-2,916	$\text{Cr}^{3+}, \text{Cr}$	-0,740	H^+, H_2	0,000
$\text{Ba}^{2+}, \text{Ba}$	-2,906	$\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}$	-0,440	$\text{Bi}^{3+}, \text{Bi}$	+0,215
$\text{Ca}^{2+}, \text{Ca}$	-2,866	$\text{Cd}^{2+}, \text{Cd}$	-0,403	$\text{Cu}^{2+}, \text{Cu}$	+0,337
Na^+, Na	-2,714	$\text{In}^{3+}, \text{In}$	-0,343	Ag^+, Ag	+0,799
$\text{Mg}^{2+}, \text{Mg}$	-2,363	Tl^+, Tl	-0,336	$\text{Hg}^{2+}, \text{Hg}$	+0,854
$\text{Be}^{2+}, \text{Be}$	-1,850	$\text{Co}^{2+}, \text{Co}$	-0,277	$\text{Au}^{3+}, \text{Au}$	+1,498

Таблиця 7

Взаємодія металів з деякими кислотами

Li K Cs Ba Sr Ca Na Mg Be Al Ti Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Ag Hg Pt Au

Кислота	Окисни к	Продукти відновлення	Метали, що вступають в реакцію
<i>HCl розв.</i>	H^+	H_2	всі метали, що стоять лівіше H_2
<i>HCl конц.</i>			
<i>H₂SO₄ розв.</i>			
<i>H₂SO₄ конц.</i>	S^{+6}	SO_2	малоактивні метали від Ni до Pt (Fe , Cr , Ni – пасивуються)
		S або H_2S	активні метали до Cr
<i>HNO₃ розв.</i>	N^{+5}	NO	малоактивні метали від Cr до Pt
		N_2O , N_2 або NH_4NO_3	активні метали до Cr
<i>HNO₃ конц.</i>	N^{+5}	NO_2	всі метали, крім Au і Pt (Al , Fe , Cr , Ni , Co – пасивуються)

Таблиця 8

Хімічні властивості металів

<i>Li K Cs Ba Sr Ca Na Mg Be Al Ti Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Ag Hg Pt Au</i>	
← відновна здатність металів у вільному стані зростає	
1. Взаємодія з киснем	
<i>Li K Cs Ba Sr Ca Na</i> швидко окислюються за звичайних умов	<i>Mg Be Al Ti Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Ag Hg</i> повільно окислюються за звичайних умов або при нагріванні
2. Взаємодія з водою	
<i>Li K Cs Ba Sr Ca Na Mg</i> за звичайних умов з утворенням луку і виділенням водню (<i>Mg</i> – при нагріванні)	<i>Be Al Ti Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb</i> при нагріванні витискують водень з утворенням оксидів металів
3. Взаємодія з неокислювальними кислотами	
<i>Li K Cs Ba Sr Ca Na Mg Be Al Ti Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb</i> витискують водень із розчинів неокислювальних кислот	
4. Взаємодія з окислювальними кислотами (див. Таблиця 7)	
5. Взаємодія з розчинами солей	
<i>Li K Cs Ba Sr Ca Na</i> взаємодіють з водою	<i>Mg Be Al Ti Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Ag Hg Pt Au</i> метал, який стоїть ліворуч, витискує метал, розташований праворуч, з розчинів солей
6. Взаємодія оксидів з водою	
<i>Li K Cs Ba Sr Ca Na</i> взаємодіють з водою з утворенням лугів	<i>Mg Be Al Ti Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Cu Ag Hg Pt Au</i> оксиди не реагують з водою, їм відповідають нерозчинні гідроксиди

ЗМІСТ

Вступ	3
Основні правила роботи та техніка безпеки в хімічній лабораторії	4
<i>Лабораторна робота № 1. Гідроген, галогени та їх сполуки.....</i>	<i>8</i>
<i>Лабораторна робота № 2. Елементи підгрупи Мангану</i>	<i>12</i>
<i>Лабораторна робота № 3. Оксиген, Сульфур та їх сполуки</i>	<i>15</i>
<i>Лабораторна робота № 4. Елементи підгруп Селену та Хрому</i>	<i>19</i>
<i>Лабораторна робота № 5. Нітроген, Фосфор та їх сполуки</i>	<i>24</i>
<i>Лабораторна робота № 6. Елементи підгруп Арсену та Ванадію</i>	<i>29</i>
<i>Лабораторна робота № 7. Карбон, Силіцій та їх сполуки</i>	<i>34</i>
<i>Лабораторна робота № 8. Елементи підгруп Германію та Титану</i>	<i>38</i>
<i>Лабораторна робота № 9. Елементи III групи та їх сполуки</i>	<i>43</i>
<i>Лабораторна робота № 10. Елементи II групи та їх сполуки</i>	<i>48</i>
<i>Лабораторна робота № 11. Елементи I групи та їх сполуки</i>	<i>52</i>
<i>Лабораторна робота № 12. Елементи VIII групи та їх сполуки</i>	<i>57</i>
Список рекомендованої літератури	62
Додаток	63

Навчально-методичне видання

**Орися Павлівна Березнюк, Любомир Дмитрович Гулай,
Ірина Петрівна Руда, Людмила Василівна Піскач**

Неорганічна хімія

Методичні вказівки до лабораторних занять

Підписано до друку 30.05.2025. Формат 60×84¹/₁₆
Ум. друк. арк. 1,6. Обл.-вид. арк. 1,2. Зам. 202. Тираж 50.
Папір офсетний. Гарнітура Times. Друк цифровий.

Видавець і виготовлювач ФОП Мажула Ю. М.
43021, м. Луцьк, вул. Винниченка, 47/35.
Тел. моб. 096 61 66 277, e-mail: y.mazhula@gmail.com

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру
видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 7662 від 07 вересня 2022 року