

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до виконання лабораторних робіт  
із навчальної дисципліни

**«ЗАГАЛЬНА ТА НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ»**

**Модуль 2 Хімія елементів та їх сполук**

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
денної форми навчання зі спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія)*

**Харків – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова – 2024**

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт із навчальної дисципліни «Загальна та неорганічна хімія». Модуль 2 Хімія елементів та їх сполук (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : Г. І. Гуріна, Т. Д. Панайотова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 58 с.

Укладачі: канд. хім. наук Г. І. Гуріна,  
канд. хім. наук Т. Д. Панайотова

#### Рецензент

**І. С. Зайцева**, кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії та інтегрованих технологій Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою хімії та інтегрованих технологій, протокол № 5 від 21.10.2022*

## ЗМІСТ

Вступ .....	5
Загальні правила роботи та техніка безпеки в хімічній лабораторії.....	6
Перша допомога при нещасних випадках.....	7
Лабораторна робота № 1 Властивості $p^1$ -елементів III групи та їхніх сполук: B, Al, Ga, In, Tl.....	8
Лабораторна робота № 2 Властивості $p^2$ -елементів IV групи та їхніх сполук: C, Si .....	11
Лабораторна робота № 3 Властивості $p^2$ -елементів IV групи та їхніх сполук: Ge, Sn, Pb .....	13
Лабораторна робота № 4 Властивості $p^3$ -елементів V групи та їхніх сполук: N .....	16
Лабораторна робота № 5 Властивості $p^3$ -елементів V групи та їхніх сполук: P .....	19
Лабораторна робота № 6 Властивості $p^3$ -елементів V групи та їхніх сполук: As, Sb, Bi .....	21
Лабораторна робота № 7 Властивості $p^4$ -елементів VI групи та їхніх сполук: S, Se, Te, Po .....	24
Лабораторна робота № 8 Властивості $p^5$ -елементи VII групи та їхніх сполук: F, Cl, Br, I, At .....	27
Лабораторна робота № 9 Комплексні сполуки .....	30
Лабораторна робота № 10 Властивості $d^4$ -елементів VI групи та їхніх сполук: Cr, Mo, W .....	33
Лабораторна робота № 11 Властивості $d^5$ -елементів VII групи та їхніх сполук: Mn .....	36
Лабораторна робота № 12 Властивості $d^6$ - $d^8$ -елементів VIII групи та їхніх сполук: Fe, Co, Ni .....	39

Лабораторна робота № 13 Властивості $d^9$ -елементів I групи та їхніх сполук: Cu , Ag , Au .....	43
Лабораторна робота № 14 Властивості $d^{10}$ -елементів II групи та їхніх сполук: Zn , Cd , Hg .....	47
Лабораторна робота № 15 Властивості $s^1$ -елементів: Li , Na , K, Rb , Cs , Fr та $s^2$ -елементів та їхніх сполук: Be , Mg , Ca .....	50
Лабораторна робота № 16 Жорсткість води .....	53

## ВСТУП

Вивчення курсу неорганічної хімії неможливе без проведення лабораторних робіт. Лабораторні роботи – форма навчального заняття, у процесі якого студент під керівництвом викладача особисто проводить хімічні досліди з метою практичного підтвердження окремих теоретичних положень і, відповідно, глибшого засвоєння теоретичного матеріалу. При цьому студент набуває навичок роботи з лабораторним обладнанням та реактивами, вміння узагальнювати й аналізувати отримані результати, виконувати хімічні розрахунки, опановує методику експериментальних досліджень.

Методичні рекомендації до лабораторних робіт із дисципліни «Загальна та неорганічна хімія». Модуль 2 – Хімія елементів та їх сполук складені відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія. На початку кожної лабораторної роботи наведено контрольні запитання та вправи, відповідь на які дозволяє студентам удосконалити своє розуміння теоретичних і практичних знань із відповідних тем дисципліни. Самостійне опрацювання рекомендованого матеріалу дозволить студенту свідомо виконувати кожен лабораторну роботу.

Студентам потрібно заздалегідь готуватися до лабораторного заняття. Виконанню лабораторної роботи передуює співбесіда з викладачем. Підготовку необхідно починати з вивчення теоретичного матеріалу, виконання завдань, які наведено перед лабораторною роботою. Перед виконанням роботи потрібно зрозуміти мету роботи, ознайомитися з методикою проведення дослідів.

Звіт про виконану лабораторну роботу студент оформляє в лабораторному журналі. Звіт має містити такі відомості:

- назва роботи та дата її виконання;
- мета роботи;
- номер і назва дослідів;
- короткий опис ходу роботи із зазначенням умов проведення дослідів;
- хімічні рівняння, розрахунки, таблиці, спостереження;
- висновки.

## Загальні правила роботи та техніки безпеки в хімічній лабораторії

Під час роботи в лабораторії необхідно знати й суворо дотримуватися встановлених правил:

1. Робоче місце необхідно тримати в чистоті й порядку, не загромождувати сторонніми для певної роботи предметами та обладнанням.

2. Не можна брати речовини руками і пробувати на смак. Сухі реактиви потрібно брати за допомогою шпателя, розчини – піпеткою. Для кожного реактиву необхідно мати окремий шпатель або піпетку.

3. Надлишки реактивів не виливати й не висипати назад у посуд, з якого вони були взяті; їх треба поміщати в посуд для зливу або спускати із струменем води в каналізацію.

4. Реактиви загального користування не потрібно забирати на свій робочий стіл; потрібно дотримуватися встановленого порядку в розташуванні склянок із реактивами як загального, так і індивідуального користування.

5. Дотримуватися обережності в роботі з розчинами кислот, лугів та інших їдких рідин.

6. Склянку з рідиною тримають так, щоб етикетка завжди була зверху і рідина не потрапляла на неї.

7. При використанні рідких реактивів корок або кришку потрібно тримати в руці чи покласти на стіл так, щоб сторона корку, яка входить у горло склянки, або внутрішня частина кришки не торкалися столу.

8. У разі попадання кислоти на шкіру або слизові оболонки спочатку промити уражене місце великою кількістю води, а потім 3 %-им розчином соди (натрій гідрогенкарбонату).

9. У разі попадання лугу на шкіру або слизові оболонки спочатку промити уражене місце водою до тих пір, поки ділянка не перестане бути слизькою, а потім розбавленим розчином оцтової кислоти.

10. Не користуватися невідомими реактивами (без написів та етикеток або із сумнівними етикетками).

11. У всіх дослідах використовувати дистильовану воду. Не плутати пробки від склянок з різними реактивами.

12. Особливої обережності необхідно дотримуватися під час роботи з отруйними та шкідливими речовинами, з концентрованими кислотами і лугами. Працювати з ними потрібно у витяжній шафі.

13. Нагріваючи рідини, тримати пробірку отвором від себе і людей, що знаходяться поруч.

14. Визначати запах речовини потрібно, не вдихаючи пари на повні груди, а направляючи їх до себе легким порухом руки.

15. Роботи з кислотами й лугами проводити так, щоб реактиви не потрапляли на одяг, обличчя, руки. Наливаючи розчин у пробірку, її потрібно тримати на деякій відстані від себе.

16. Готуючи розчини сульфатної кислоти, необхідно лити концентровану кислоту у воду, а не навпаки, оскільки, внаслідок сильного місцевого розігрівання можливе розбризкування кислоти.

17. Не можна чіпати, включати або вимикати без дозволу рубильник та електричні прилади, займатися сторонніми справами, проводити досліди, які не пов'язані з лабораторною роботою, що виконується.

18. Після закінчення роботи студент повинен вимити посуд, привести робоче місце в порядок і здати його лаборантові.

### **Перша допомога при нещасних випадках**

1. При пораненні склом видалити уламки з рани, змастити краї рани розчином йоду та перев'язати.

2. При попаданні розчинів кислот або лугів на шкіру реактив необхідно змити великою кількістю води. У разі поранення кислотою промити уражене місце 3 %-им розчином натрій гідрокарбонату, а у випадку попадання розчину лугу – 2 %-им розчином оцтової кислоти. При важких опіках треба звернутись до лікувального закладу.

3. При термічному опіку уражене місце необхідно обробити етиловим спиртом або 2–5 %-им розчином калій перманганату, після чого накласти суху стерильну пов'язку. При важких опіках потрібно звернутись до лікувального закладу.

4. При попаданні реактивів в очі їх потрібно промити великою кількістю води, а потім звернутися до лікаря.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1**

### **Властивості p<sup>1</sup>-елементів III групи та їхніх сполук: B, Al, Ga, In, Tl**

#### **I Самостійна підготовка**

**Питання, що підлягають вивченню:** загальна характеристика p-елементів IIIA групи. Порівняння властивостей бору, алюмінію та галію.

Бор: бориди, борани (бороводні), галогеніди, їх будова, гідроліз; кисневі сполуки (оксиди, кислоти, солі, ефіри); комплексоутворення; якісні реакції на сполуки бору.

Алюміній: амфотерність алюмінію, його оксиду, гідроксиду; аква- та гідроксокомплекси, кристалогідрати; солі алюмінію, гідроліз солей. Комплексні сполуки алюмінію.

## II Виконати завдання

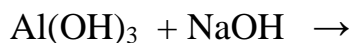
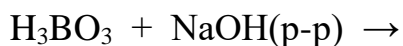
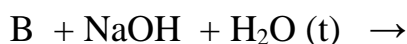
1. Який об'єм сірководню (н. у.) виділиться при повному гідролізі 240 г алюміній сульфідру?

2. Яка маса 5 %-го розчину хлоридної кислоти потрібна для повного розчинення 2,7 г алюмінію?

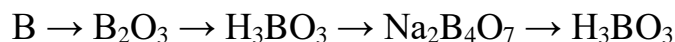
3. Який об'єм газу (н. у.) виділиться при повному розчиненні 66 г бору в концентрованій нітратній кислоті?

4. При обробці 1 г сплаву міді з алюмінієм надлишком розчину натрій гідроксиду виділилось 1 120 мл (н. у.) водню. Визначте відсотковий склад сплаву.

5. Складіть рівняння реакцій, розставте коефіцієнти:



6. Здійсніть перетворення:



7. Для наведеної комплексної сполуки  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$  вкажіть заряд та координаційне число комплексоутворювача.

8. Вкажіть коефіцієнт перед бромідною кислотою у рівнянні реакції алюміній карбідру з бромідною кислотою:

## III Робота в лабораторії

**Необхідні прилади та реактиви:** штатив із пробірками, розчини  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ,  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ,



фенолфталеїн, метилоранж, порошок алюмінію, бура, ніхромові дроти, пальник, дистильована вода.

### **Порядок виконання роботи**

Дотримуйтеся правил техніки безпеки!

#### **Дослід 1. Отримання ортоборної кислоти:**

а) помістіть у пробірку половину мікрошпателя бури. Розчиніть її при підігріві в 2 мл води. У гарячий розчин влийте 2 краплі концентрованої сульфатної кислоти. Розчин охолодіть під проточною водою. Спостерігайте виділення білих кристалів борної кислоти. Напишіть рівняння відповідних реакцій у молекулярному та йонно-молекулярному вигляді;

б) з одержаного осаду обережно злийте розчин. Випробуйте розчинність кристалів  $H_3BO_3$  у воді при кімнатній температурі та при нагріванні.

#### **Дослід 2. Гідроліз натрій тетраборату.**

Яку реакцію має розчин натрій тетраборату? Вкажіть середовище. Напишіть рівняння реакції гідролізу солі в молекулярному та йонно-молекулярному вигляді.

#### **Дослід 3. Отримання «перлів» метаборатів.**

Ніхромовий дріт з маленьким кільцем, запаяний у скляну паличку, нагрійте до червона і помістіть у склянку з бурою. Розплавляйте буру в полум'ї пальника доти, доки не утвориться прозора склоподібна маса.

Вийміть дріт із полум'я і зануріть у пробірку із заздалегідь приготованим розчином солі  $Co(NO_3)_2$  або  $Cr_2(SO_4)_3$ . Знову внесіть дріт у полум'я пальника, спостерігайте утворення помутніння у склоподібній масі. У який колір забарвиться перл? Напишіть рівняння реакцій, що відбуваються:

а) розкладання бури на метаборат натрію та борний ангідрид;

б) взаємодії борного ангідриду з нітратом кобальту з отриманням метаборату кобальту та азотного ангідриду;

в) взаємодії хром(III) сульфату з бурою з утворенням метаборату хрому і натрію та виділення сірчаного ангідриду.

#### **Дослід 4. Дія лугів та кислот на алюміній.**

УВАГА! Дослід проводиться у витяжній шафі.

Помістіть у дві пробірки трохи порошку алюмінію та додайте в першу пробірку 30 % розчин лугу, в другу – розведену хлоридну кислоту. Пробірку

з лугом обережно нагрійте. Що спостерігається? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

#### **Дослід 5. Отримання та вивчення властивостей алюміній гідроксиду.**

З наявних реактивів отримайте алюміній гідроксид. Позначте колір осаду, що утворився. Досліджуйте його відношення до розчинів кислоти та лугу. Напишіть рівняння відповідних реакцій у молекулярному та йонно-молекулярному вигляді. Зробіть висновок про кислотно-основні властивості алюміній гідроксиду.

#### **Дослід 6. Гідроліз солей алюмінію:**

а) за допомогою індикатора досліджуйте реакцію розчину солі алюмінію. Напишіть рівняння реакції гідролізу солі в молекулярному та йонно-молекулярному вигляді;

б) помістіть у пробірку 5–6 крапель розчину солі алюмінію і додайте такий самий об'єм розчину натрій карбонату. Спостерігайте утворення білого осаду алюміній гідроксиду та виділення вуглекислого газу. Чому це відбувається? Напишіть рівняння відповідних реакцій у молекулярному та йонно-молекулярному вигляді.

#### **Контрольні питання**

1. Напишіть рівняння реакції отримання бору з борного ангідриду.
2. Які речовини виходять при поступовому прожарюванні ортоборної кислоти? Написати рівняння відповідних реакцій і дати назву утворених сполук.
3. Написати рівняння реакцій гідролізу бор фториду та бор хлориду.
4. Що таке пасивування металів? Охарактеризуйте відношення металевого алюмінію до концентрованої та розведеної нітратної кислоти. Напишіть рівняння відповідних реакцій.
5. Як практично переконатися в амфотерних властивостях алюміній гідроксиду? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

### Властивості р<sup>2</sup>-елементів IV групи та їхніх сполук: C, Si

#### I Самостійна підготовка

**Питання, що підлягають вивченню:** загальна характеристика р-елементів IVA групи. Природа хімічного зв'язку в сполуках, гібридизація. Вуглець: взаємодія з простими та складними речовинами; карбіди, їх гідроліз; оксиди вуглецю, їхні властивості, карбонатна кислота, карбонати та гідрогенкарбонати, їх розчинність у воді, гідроліз, термічний розклад; ціановоднева кислота, ціаніди, тіоціанати.

Кремній: порівняльна характеристика властивостей вуглецю та кремнію; силіциди, силани, тетрафторид, тетрахлорид кремнію, їх гідроліз; силіцій(IV) оксид, силікатні кислоти, їх будова, властивості; силікати, розчинність та гідроліз.

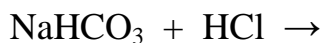
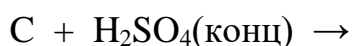
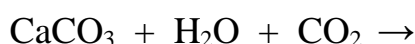
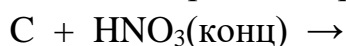
#### II Виконати завдання

1. Визначте масову частку домішок у вапняку, якщо при взаємодії 160 г його з хлоридною кислотою виділилося 33,6 л CO<sub>2</sub> (н. у.).

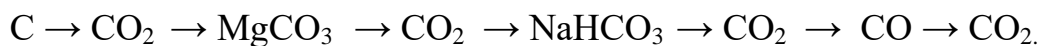
2. Який об'єм CO<sub>2</sub> (н. у.) виділиться при взаємодії крейди з 7 %-им розчином H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> масою 200 г?

3. При сплавленні CaCO<sub>3</sub> з 128 г піску отримано 232 г кальцій силікату. Яка масова частка домішок в піску?

4. Складіть рівняння реакцій, розставте коефіцієнти:



5. Здійсніть перетворення:



6. До якого типу солей належить кальцій гідрогенкарбонат?

7. Вкажіть молярну масу газу, який виділяється при взаємодії кальцій карбід з водою.

8. Яке середовище має водний розчин натрій карбонату?

### III Робота в лабораторії

**Необхідні прилади та реактиви:** штатив із пробірками; розчини  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ (конц),  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , фенолфталеїн, дрібно розтерте скло, лакмусовий папір, кремній, дистильована вода, апарат Кіппа.

#### Порядок виконання роботи

##### Дослід 1. Отримання карбонатної та силікатної кислот:

а) у пробірку налейте 1–2 мл дистильованої води та помістіть у неї шматочок лакмусового паперу. Протягом 2–3 хвилин пропускайте через воду вуглекислий газ із апарату Кіппа. Як змінилося забарвлення лакмусового паперу? Напишіть рівняння відповідних реакцій;

б) до 2–3 крапель натрій силікату при постійному струшуванні додайте по краплях розчин хлоридної кислоти. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції в молекулярному та йонно-молекулярному вигляді.

##### Дослід 2. Одержання солей карбонатної кислоти:

а) налейте в пробірку 2–3 мл розчину кальцій гідроксиду та пропустіть через розчин вуглекислий газ із апарату Кіппа. Спостерігайте за тим, як розчин стає каламутним, а потім знову прозорим. Отриманий розчин розділіть на дві частини. В одну пробірку додайте вапняну воду, а іншу – нагрійте. Що спостерігається в обох випадках? Напишіть рівняння реакцій, що протікають;

б) отримайте карбонати кальцію, барію, свинцю, використовуючи наявні розчини солей. Напишіть рівняння відповідних реакцій у молекулярному та йонно-молекулярному вигляді.

##### Дослід 3. Витіснення силікатної кислоти з її солей карбонатною кислотою.

Налійте в пробірку 2–3 мл розчину натрій силікату. Пропускайте через розчин вуглекислий газ із апарату Кіппа до утворення гелю силікатної кислоти. Чому він утворюється? Напишіть рівняння реакції в молекулярному та йонно-молекулярному вигляді.

#### **Дослід 4. Гідроліз солей карбонатної та силікатної кислот.**

За допомогою індикаторів досліджуйте середовище розчинів натрій карбонату та натрій силікату. Напишіть рівняння реакції гідролізу цих солей умолекулярному та йонно-молекулярному вигляді.

#### **Дослід 5. Вилужування скла.**

Помістіть у пробірку щіпку дрібно розтертого скла, додайте 5–6 крапель дистильованої води та 1 краплю фенолфталеїну. Нагрійте пробірку до кипіння розчину. Що відбувається? Складіть рівняння реакції, що протікає.

#### **Дослід 6. Взаємодія кремнію з лугом.**

Помістіть кілька крупинок кремнію в пробірку та додайте кілька крапель концентрованого лугу. Який газ виділяється? Напишіть рівняння реакції, що протікає.

### **Контрольні питання**

1. Запишіть електронну формулу атома Карбону. Які можливі ступені окиснення може мати Карбон у сполуках? Наведіть приклад таких сполук.
2. Які оксиди утворює Карбон? Запишіть формули відповідних гідроксидів (якщо утворюються), вкажіть кислотно-основні властивості.
3. Які молекули та йони присутні у водному розчині  $\text{CO}_2$ ? Як змінюється концентрація  $\text{CO}_2$  у розчині при зменшенні тиску? У разі підвищення температури?
4. Яка сіль гідролізується переважно: натрій карбонат чи натрій силікат? Чому? Написати рівняння реакцій гідролізу цих солей.
5. Які матеріали використовують для одержання скла?

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3**

**Властивості p<sup>2</sup>-елементів IV групи та їхніх сполук: Ge , Sn , Pb**

### **I Самостійна підготовка**

**Питання, що підлягають вивченню:** будова атомів, ступені окиснення германію, стануму та плюмбуму. Їх відношення до дії кислот та лугів. Олово та свинець: сполуки з воднем, гідроліз, окиснення; оксиди та гідроксиди,

їх амфотерні властивості; гідросокомплекси; відновні властивості сполук  $\text{Sn}^{+2}$  та окисні –  $\text{Pb}^{+4}$ .

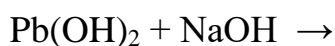
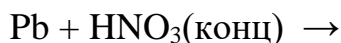
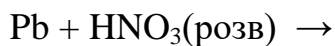
## II Виконати завдання

1. Скільки грамів олова прореагує з нітратною кислотою, якщо маса розчину 100 г, а масова частка кислоти в розчині  $w(\text{HCl})$  дорівнює 1 % ?

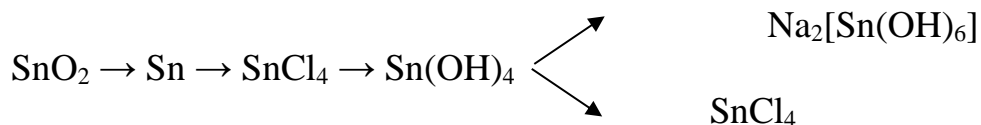
2. Який об'єм водню (н. у.) виділиться, якщо в реакцію з водним розчином натрій гідроксиду вступають 42,9 г свинцю, що містить 3 % домішок?

3. Чим пояснюється стійкість свинцю по відношенню до розведеної та помірно концентрованої  $\text{H}_2\text{SO}_4$  та нестійкість по відношенню до концентрованих її розчинів (понад 80 %). Напишіть відповідні рівняння реакцій.

4. Закінчіть рівняння реакцій, розставте коефіцієнти:

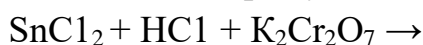


5. Здійсніть перетворення:



6. Серед наведених оксидів вкажіть кислотний:  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{SnO}$ ,  $\text{PbO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SnO}_2$ .

7. Солі Стануму(II) є сильними відновниками. Наприклад,  $\text{SnCl}_2$  здатний відновлювати солі Хрому. Складіть рівняння реакції, розставте коефіцієнти:



8. Напишіть рівняння реакції утворення калій гексагідроксогерманату із германій(IV) оксиду.

## III Робота в лабораторії

**Необхідні прилади та реактиви:** штатив із пробірками; розчини  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{SnCl}_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{KCNS}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KI}$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{HCl}_{(\text{конц})}$ , порошок  $\text{PbO}_2$ .

## Порядок виконання роботи

### Дослід 1. Отримання та вивчення властивостей гідроксидів станума та свинцю.

Які з наявних реактивів можна використовувати для отримання  $\text{Sn}(\text{OH})_2$  та  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ? Отримайте невеликі кількості цих речовин і проведіть реакції, що підтверджують їх амфотерність. Напишіть рівняння реакцій, що протікають, у молекулярному та йонно-молекулярному вигляді.

### Дослід 2. Відновлювальні властивості сполук стануму(II):

а) помістіть у дві пробірки по 1–2 краплі розчину солі заліза(III). В одну із пробірок додайте 6–8 крапель розчину  $\text{SnCl}_2$ . Додайте в кожен пробірку по 1–2 краплі розчину  $\text{KCNS}$ . Поясніть зміни в одній з пробірок. Напишіть рівняння реакції;

б) із наявних реактивів отримайте  $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4]$  і краплями додайте до нього розчин бісмут нітрату. Що спостерігається? Складіть рівняння реакцій. Зробіть висновок про окисно-відновні властивості сполук стануму(II).

### Дослід 3. Отримання важкорозчинних солей свинцю.

Виберіть реактиви, необхідні для отримання  $\text{PbCl}_2$ ,  $\text{PbSO}_4$ ,  $\text{PbS}$ ,  $\text{PbI}_2$ ,  $\text{PbCrO}_4$ . В окремих пробірках отримайте ці речовини, вкажіть їх фарбування. Напишіть рівняння відповідних реакцій у молекулярному та йонно-молекулярному вигляді.

### Дослід 4. Окислювальні властивості плюмбум(IV) оксиду.

#### УВАГА! Дослід проводиться у витяжній шафі.

У пробірку з невеликою кількістю порошку  $\text{PbO}_2$  додайте 4–5 крапель концентрованої хлоридної кислоти. Як змінюється колір осаду? Який газ виділяється? Напишіть рівняння реакції.

## Контрольні питання

1. Запишіть електронну формулу Плюмбуму та вкажіть можливі ступені окиснення плюмбуму в сполуках.

2. Які із зазначених гідроксидів виявляють більш виражені основні властивості: а)  $\text{Sn}(\text{OH})_2$  чи  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ; б)  $\text{Sn}(\text{OH})_2$  чи  $\text{Sn}(\text{OH})_4$ ? Дайте вмотивовану відповідь.

3. Яка сіль гідролізується переважно: калій станат чи калій станил? Чому?

4. Що таке пасивування металів? Охарактеризуйте відношення металевого свинцю до розведеної та концентрованої сульфатної кислоти. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

5. Охарактеризуйте окисно-відновні властивості  $PbO_2$ . Чим вони зумовлені? Наведіть приклади відповідних реакцій.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

### Властивості $p^3$ -елементів V групи та їхніх сполук: N

#### I Самостійна підготовка

**Питання, що підлягають вивченню:** Нітроген. Будова атома, валентності, ступені окислення, поширення в природі. Добування азоту, фізичні та хімічні властивості. Нітриди металів, їх типи, властивості. Аміак, будова молекули, фізичні та хімічні властивості, добування. Солі амонію. Загальна характеристика сполук оксидів нітрогену. Добування та властивості оксиду нітрогену(II) та оксиду нітрогену(IV). Нітритна кислота, її властивості, нітрити. Нітратна кислота, особливості її будови, добування, властивості, взаємодія з металами. Нітрати як окислювачі, термічний розклад нітратів.

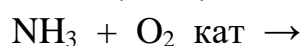
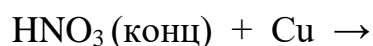
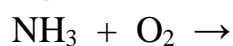
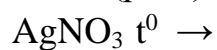
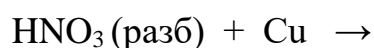
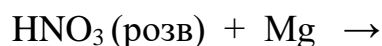
#### II Виконати завдання

1. Який об'єм аміаку (н. у.) виділиться при взаємодії кальцій нітриду з 10%-м розчином  $HCl$  масою 200 г?

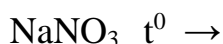
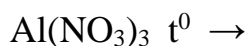
2. Яка маса міді може розчинитися в 300 мл концентрованої 63 % нітратної кислоти густиною 1,4 г/мл?

3. Яка маса калій нітрату утворюється внаслідок пропускання нітроген (IV) оксиду об'ємом 3,36 л (н. у.) через розчин  $KOH$  об'ємом 120 мл з масовою часткою  $KOH$  25 % ( $\rho = 1,23$ )?

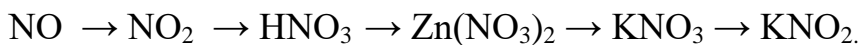
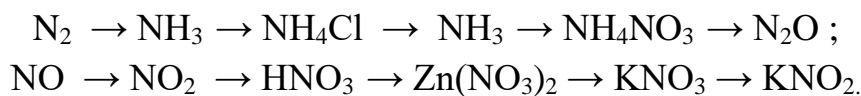
4. Закінчіть рівняння реакцій, розставте коефіцієнти:







5. Здійснить перетворення:



6. До якої сполуки відновлюється розведена  $\text{HNO}_3$  при взаємодії зі сріблом:  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ?

7. Який із наведених металів за кімнатної температури не реагує з концентрованою нітратною кислотою:  $\text{Zn}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Ag}$ ,  $\text{Cu}$ ?

8. Вкажіть оксид нітрогену, якому відповідає нітритна кислота:  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ?

### III Робота в лабораторії

**Необхідні прилади та реактиви:** штатив із сухими пробірками; лабораторні ступки з маточками; пробірки з газовідвідними трубками; пальник; розчини  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{KCNS}$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{KI}$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ , фенолфталеїн, кристалічні  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{FeSO}_4$ .

#### Порядок виконання роботи

##### Дослід 1. Отримання аміаку.

Яка термічна стійкість амоній хлориду? Чому для отримання аміаку необхідно попередньо розтерти амоній хлорид із кальцій гідроксидом? Приготовлену суміш амоній хлориду з кальцій гідроксидом насипте у ступку, ретельно розітріть протягом 2–3 хвилин. Отриману суміш помістіть у пробірку, щільно закрийте корком з газовідвідною трубкою та поверніть трубку вгору. На трубку надягніть суху пробірку. Закріпіть пробірку із сумішшю в штативі так, щоб її нижня частина перебувала над полум'ям пальника. Отримайте аміак. Закрийте пробірку з аміаком пальцем, зануріть у кристалізатор із водою (отвором донизу) і відкрийте її під водою. Що відбувається? Закрийте під водою пробірку пальцем і вийміть із води. Отриманий розчин аміаку використовуйте у наступному досліді. Складіть рівняння відповідних реакцій.

##### Дослід 2. Рівновага у водному розчині аміаку та її зміщення.

За допомогою індикатора визначте реакцію середовища у водному розчині аміаку. Наявність якого йона зумовила забарвлення індикатора? Напишіть рівняння електролітичної дисоціації продукту, що утворюється. Запишіть вираз константи рівноваги. Розлийте забарвлений індикатором розчин

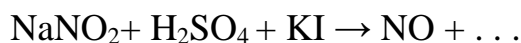
у три пробірки. Як, використовуючи реактиви та нагрівання, можна змістити рівновагу у водному розчині аміаку? Спостерігайте зміщення рівноваги за зміною інтенсивності забарвлення індикатора. Для порівняння використовуйте забарвлений розчин у третій пробірці. Поясніть спостережуване зміщення рівноваги з погляду принципу Ле Шательє.

### Дослід 3. Дослідження властивостей нітратної кислоти.

Приготуйте розчин ферум(II) сульфату, розлийте його у дві пробірки. В одну з пробірок додайте 3–4 краплі червоного розчину кров'яної солі та переконайтеся в наявності йонів  $\text{Fe}^{2+}$ . У другу пробірку додайте 1–2 краплі нітратної кислоти та 3–4 краплі розведеної сульфатної кислоти. Вміст пробірки прокип'ятіть та охолодіть. Для виявлення в отриманому розчині йонів  $\text{Fe}^{3+}$  додайте 1–2 краплі розчину  $\text{KCNS}$ . Як змінюється забарвлення розчину? Напишіть рівняння реакцій, що протікають.

### Дослід 4. Окисно-відновні властивості нітритів.

У двох пробірках приготуйте суміш із 3–5 крапель розчину  $\text{NaNO}_2$  та 1–2 крапель розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . До однієї з пробірок додайте 2–3 краплі розчину  $\text{KI}$ , до іншої –  $\text{KMnO}_4$ . Переконайтеся, що обидві реакції протікають, запишіть свої спостереження. Складіть рівняння відповідних реакцій:



Вкажіть окисник та відновник. Чому  $\text{NaNO}_2$  може виступати як у ролі окисника, так і у ролі відновника?

### Контрольні питання

1. Як можна відрізнити амоній хлорид від кухонної солі?
2. Напишіть електронну формулу атома Нітрогену. Вкажіть можливі ступені окиснення Нітрогену у сполуках. Наведіть приклади таких сполук.
3. Запишіть формули нітритної та нітратної кислот. Охарактеризуйте їх окисно-відновні властивості. Наведіть приклади реакцій, що протікають.
4. Назвіть можливі продукти відновлення розведеної нітратної кислоти у реакціях з металами. Від чого залежить склад продуктів? Запишіть рівняння реакції розведеної нітратної кислоти з міддю.

5. Назвіть можливі продукти відновлення концентрованої нітратної кислоти у реакціях з металами. Від чого залежить склад продуктів? Запишіть рівняння реакції концентрованої нітратної кислоти із цинком.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

### Властивості р<sup>3</sup>-елементів V групи та їхніх сполук: P

#### I Самостійна підготовка

**Питання, що підлягають вивченню:** Фосфор. Будова атома, валентності, ступені окислення, поширення в природі, добування, властивості. Алотропні модифікації фосфору. Фосфіди металів, їхні типи, властивості. Фосфін, його властивості. Оксиди фосфору, їх хімічний характер, взаємодія з водою. Мета- орто- та пірофосфорні кислоти, їхня будова, властивості. Фосфати.

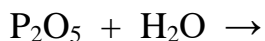
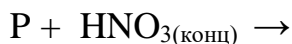
#### II Виконати завдання

1. Спалюють 12,39 г червоного фосфору на повітрі, а оксид фосфору(V), що утворюється, вносять у 214 мл розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,26 \text{ г/см}^3$ ), у якому масова частка натрій гідроксиду становить 23,7 %. Встановіть формулу солі і її масову частку (%) у кінцевому розчині.

2. Скільки грамів фосфор(III) сульфід утворюється при взаємодії 6,2 г фосфору з 10 г сірки?

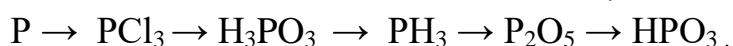
3. Скільки г ортофосфатної кислоти можна отримати з 0,8 кг кальцій ортофосфату, у якому міститься 4 % домішок, при взаємодії його з сульфатною кислотою?

4. Закінчіть рівняння реакцій, розставте коефіцієнти:



5. Складіть формули солей: магній ортофосфат, натрій ортофосфат, кальцій дигідроортофосфат, калій гіпофосфіт. Визначте ступінь окиснення P. Які властивості (окисника або відновника) притаманні калій гіпофосфіту?

6. Здійсніть перетворення:



7. Ступінь окиснення фосфору у фосфітній кислоті дорівнює:

+1, -3, +5, +3, +4.

8. Дайте назву фосфоровмісним неорганічним кислотам:

$\text{H}[\text{H}_2\text{PO}_2]$  ;

$\text{H}_2[\text{HPO}_3]$ ;

$\text{HPO}_3$ ;

$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ;

$\text{H}_3\text{PO}_4$ .

### III Робота в лабораторії

**Необхідні прилади та реактиви:** штатив із пробірками; розчини  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$  або  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , лакмус синій та червоний.

#### Порядок виконання роботи

##### Дослід 1. Вивчення розчинності солей ортофосфатної кислоти.

У три пробірки помістіть 4-5 крапель таких розчинів солей:  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  та  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ . У кожен пробірку додайте по кілька крапель солей кальцію. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакцій у молекулярному та йонно-молекулярному вигляді. Зробіть висновок про розчинність фосфатів кальцію у воді.

##### Дослід 2. Гідроліз солей ортофосфатної кислоти.

Використовуючи значення константи дисоціації ортофосфатної кислоти, поясніть, на якому ступені повинен зупинитися гідроліз натрій ортофосфату. Перевірте свої припущення наступним дослідом. На білий аркуш паперу покладіть по три шматочки синього і червоного лакмусового паперу. Капніть на кожний з них по одній краплі солей:  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  та  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ . Які лакмусові папірці змінюють забарвлення? Напишіть рівняння гідролізу натрій ортофосфату за першим ступенем. Накопичення яких йонів перешкоджає гідролізу цієї солі за другим ступенем? Накопичення яких йонів викликає зміну забарвлення лакмусу у розчині натрій дигідрофосфату?

## Контрольні питання

1. Розгляньте особливості будови атому Нітрогену та його валентних станів порівняно з Фосфором.
2. Як змінюється радіус атома та енергія йонізації в ряду нітроген – бісмут? Як це впливає на їхні фізичні та хімічні властивості?
3. Складіть графічні формули оксидів та кислот фосфору. Визначте валентність, координаційне число та ступінь окиснення фосфору в цих молекулах, а також основність кислот.
4. Як змінюються кислотно-основні властивості гідроксидів елементів V групи?
5. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

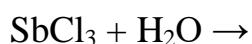
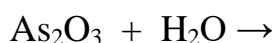
### Властивості p<sup>3</sup>-елементів V групи та їхніх сполук: As , Sb , Bi

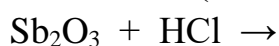
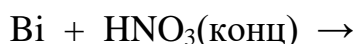
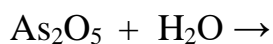
#### I Самостійна підготовка

**Питання, що підлягають вивченню:** елементи підгрупи арсену: сполуки з негативними ступенями окислення: арсин, стибін, вісмутин; сполуки з позитивними ступенями окислення: оксиди та гідроксиди, їх кислотно-основні властивості; миш'яковиста, миш'якова кислота та їх солі; солі сурми(III) та вісмуту(III), їх розчинність у воді, гідроліз. Утворення оксосолей. Вісмутати, окислювальні властивості.

#### II Виконати завдання

1. Який об'єм арсину (н. у.) утворюється при взаємодії магній арсеніду з хлоридною кислотою, що міститься в розчині масою 200 г з масовою часткою кислоти  $w(\text{HCl}) = 0,08$ ?
2. Скільки г арсен(V) оксиду утворюється при згорянні миш'яку в 11,2 л кисню (н. у.), якщо вихід продукту становить 90 %?
3. Закінчіть рівняння реакцій, розставте коефіцієнти:





4. Складіть формули наступних речовин: калій ортоарсеніт, натрій бісмутат, натрій тетрагідроксостібат(III), калій гексагідроксостібат(V), арсенатна кислота.

5. Поясніть, чому прозорий водний розчин, що містить сполуки стибію(III), можна отримати тільки в сильноокислому середовищі. Напишіть рівняння відповідних процесів.

6. Вкажіть на особливість гідролізу солей Стибію та Бісмуту:

- утворюються середні солі;
- утворюються комплексні сполуки;
- утворюються кислі солі;
- утворюються оксосолі;
- утворюються подвійні солі.

7. Здійсніть перетворення:



8. Яка сполука Гідрогену з елементами VA групи періодичної системи є найбільш стійкою?

### III Робота в лабораторії

Необхідні прилади та реактиви: штатив із пробірками; розчини  $\text{SbCl}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{HCl}$ , індикатори фенолфталеїн, метилоранж.

#### Порядок виконання роботи

**Дослід 1. Отримання та вивчення властивостей стибій(III) гідроксиду та бісмут(III) гідроксиду.**

Використовуючи розчинні солі, отримайте стибій(III) гідроксид та бісмут(III) гідроксид. Позначте кольори осадів. Складіть рівняння реакцій, що відбуваються у молекулярному та йонно-молекулярному вигляді. Досліджуйте ставлення отриманих гідроксидів до розчинів кислот та лугів. Зробіть висновок про кислотно-основні властивості стибій(III) гідроксиду та бісмут(III) гідроксиду.

## **Дослід 2. Гідроліз солей стибію(III) та бісмуту(III).**

За допомогою індикаторів визначте реакцію середовища у водних розчинах  $\text{SbCl}_3$  і  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ . Вкажіть можливі способи збільшення та зменшення ступеня гідролізу цих солей. Перевірте свої припущення за допомогою експериментального досліду.

У пробірку внесіть 3-4 краплі насиченого розчину солі стибію(III) або солі бісмуту(III), додайте краплями очищену воду до утворення білого осаду. Напишіть іонне та молекулярне рівняння реакції гідролізу солі. До осаду оксосолі додайте краплями концентровану хлоридну кислоту до повного її розчинення. Напишіть рівняння реакції. Укажіть напрямок зміщення хімічної рівноваги реакції гідролізу солі при підкисленні та розведенні розчину.

## **Дослід 3. Отримання сульфідів стибію(III) та бісмуту(III).**

Які з наявних реактивів можна використовувати для отримання сульфідів стибію(III) та бісмуту(III)? Отримайте невелику кількість цих речовин, відзначте кольори осадів та збережіть їх для наступного досліду. Напишіть рівняння відповідних реакцій у молекулярному та йонно-молекулярному вигляді.

## **Дослід 4. Отримання тіосолей.**

До отриманих у попередньому досліді осадів додайте розчин натрій сульфідіду. Який із отриманих сульфідів розчиняється? Напишіть рівняння реакцій, що протікають, назвіть отримані солі. До розчину тіосолі стибію додайте 2-3 краплі хлоридної кислоти. Що відбувається? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

## **Дослід 5. Окисні властивості натрій бісмутату.**

До 1 краплі 0,1М розчину манган(II) сульфату додайте 2-3 краплі концентрованої нітратної кислоти та один мікрошпатель натрій бісмутату, нагрійте вміст пробірки. Відмітьте появу червоно-фіолетового забарвлення розчину. Напишіть рівняння реакції, враховуючи, що бісмутат-йон відновлюється до катіону бісмуту(III), а катіон мангана(II) окислюється до марганцевої кислоти.

## **Дослід 6. Окисні властивості сполук вісмуту(III).**

У пробірку внести 1-2 краплі 0,5М розчину станум(II) хлориду та додайте краплями 2н розчин натрій гідроксиду до утворення осаду  $\text{Sn}(\text{OH})_2$  і подальшого його розчинення. До одержаного розчину додайте

1 краплю 0,5М розчину солі бісмуту(III). Спостерігається утворення чорного осаду металічного бісмуту. Напишіть рівняння відповідних реакцій. Ця реакція є реакцією якісного визначення катіона бісмуту(III).

### Контрольні питання

1. Запишіть скорочені електронні формули Арсену, Стибію і Бісмуту, вкажіть можливі ступені окислення елементів у сполуках.
2. Наведіть формули оксидів та відповідних гідроксидів Арсену, Стибію та Бісмуту, охарактеризуйте їх основно-кислотні властивості.
3. Як змінюються металеві та неметалічні властивості Арсену, Стибію та Бісмуту в підгрупі?
4. Охарактеризуйте окисно-відновні властивості Арсену, Стибію та Бісмуту, вкажіть їх зміну в підгрупі.
5. Що ви можете сказати про токсичність Арсену, Стибію та Бісмуту?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

### Властивості $p^4$ -елементів VI групи та їхніх сполук: S, Se, Te, Po

#### I Самостійна підготовка

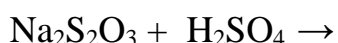
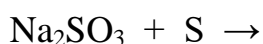
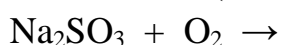
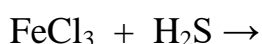
**Питання, що підлягають вивченню:** Сульфур. Будова атома, валентності, ступені окислення, поширення в природі. Окисно-відновна двоїстість сірки. Фізичні та хімічні властивості. Сірководень, добування, будова молекули, властивості. Сульфідні, їх класифікація за розчинністю, гідроліз. Відновні властивості сірководню та сульфідів. Кисневі сполуки сульфуру. Оксиди, кислоти (сульфітна, сульфатна), їхні солі, окисно-відновні властивості. Взаємодія розведеної та концентрованої сульфатної кислоти з металами. Якісні реакції на сульфід-, сульфід-, сульфат- та тісульфат-йони.

#### II Виконати завдання

1. Який об'єм кисню (н. у.) можна отримати при каталітичному розкладанні 128,9 г бертолетової солі  $KClO_3$ , що містить 5 % домішок?
2. Який об'єм газу (н. у.) виділиться при взаємодії сульфатної кислоти, що міститься в розчині об'ємом 250 мл (густина розчину 1,6 г/мл і  $w(H_2SO_4) = 0,8$ ) з цинком?
3. Яка маса сульфуру міститься у 2 кг мідного купоросу?



4. Закінчіть рівняння реакцій, розставте коефіцієнти:



5. Закінчіть рівняння реакцій, розставте коефіцієнти йонно-електронним методом:



6. Речовина, в якій Сульфур може мати окисно-відновну двоїстість:



7. Яку з наведених речовин концентрована сульфатна кислота пасивує: графіт, алюміній, сірка, ртуть, фосфор?

8. Концентрована сульфатна кислота реагує за кімнатної температури з обома речовинами:



### III Робота в лабораторії

**Необхідні прилади та реактиви:** штатив із пробірками; колба Вюрца, крапельна лійка, конічна колба, газовідвідні трубки;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  концентрована та розведена,  $\text{HNO}_3$  концентрована та розведена, розчини  $\text{HCl}$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{BaCl}_2$ , хлорна вода, кристалічні  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{FeS}$ , вугілля; індикатори фенолфталеїну, метилоранж; пальник.

#### Порядок виконання роботи

**УВАГА!** Газоподібні сполуки сірки отруйні, тому всі досліди треба проводити у витяжній шафі. При роботі з концентрованою сульфатною кислотою остерігайтеся попадання бризок на обличчя, руки, одяг. Додавайте по краплях концентровану сірчану кислоту у воду, а не навпаки!

#### Дослід 1. Відновлювальні властивості сірки.

У пробірку помістіть невеликий шматочок сірки і додайте 5–6 крапель концентрованої нітратної кислоти. Обережно нагрійте пробірку. Позначте виділення газу. 2–3 краплі отриманого розчину перенесіть у чисту пробірку

та додайте 5–6 крапель розчину барій хлориду. Позначте появу осаду, вкажіть його колір. Напишіть рівняння реакцій, що протікають.

### **Дослід 2. Одержання сульфур(IV) оксиду.**

Які з реактивів можна використовувати для отримання в лабораторних умовах сульфур(IV) оксиду? Використовуючи колбу Вюрца та крапельну лійку, зберіть прилад і отримайте діоксид сульфуру. Газ, що виділяється, пропустіть через воду в колбочці. Напишіть рівняння реакцій, що протікають. Отриманий розчин залиште для наступного дослідіду.

### **Дослід 3. Окисно-відновні властивості сульфїтної кислоти.**

Досліджуйте окисно-відновні властивості сульфїтної кислоти в реакціях із підкисленим розчином калій бїхромату та сірководнем. Які видимі зміни спостерігаються? Напишіть рівняння реакцій, що протікають. Вкажіть окисник та відновник.

### **Дослід 4. Окислювальні властивості сульфатної кислоти:**

а) скляною паличкою, змоченою концентрованою сульфатною кислотою, торкніться фільтрувального паперу. Папір злегка підігрїйте, тримаючи його високо над полум'ям пальника. Що спостерігається?

б) досліджуйте дію концентрованої сульфатної кислоти на сірку та вугїлля при нагрїванні. Що відбувається? Напишіть рівняння реакцій, що відбуваються.

### **Дослід 5. Відновлювальні властивості натрій тїосульфату.**

До розчину натрій тїосульфату по краплях додайте хлорну воду. Чи відчувається запах хлору? Чому? Напишіть рівняння реакцій.

### **Дослід 6. Отримання гїдроген сульфїду та вивчення його властивостей.**

а) у пробїрку з газовідвідною трубкою помістіть декілька шматочків ферум(II) сульфїду і додайте 1–2 мл хлоридної кислоти (1:1). Отримайте гїдроген сульфїд. До газовідвідної трубки піднесїть вологий лакмусовий папір, а потїм шматочок білого паперу, змоченого розчином  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . Що спостерігається у кожному випадку? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

б) досліджуйте реакцію горїння гїдроген сульфїду. За запахом визначте продукт горїння. Внесїть у полум'я порцелянову чашу. Що утворюється на її поверхні? Напишіть рівняння реакції горїння гїдроген сульфїду.

## Контрольні питання

1. Запишіть електронну формулу атома Сульфуру, вкажіть можливі ступені окислення.
2. Охарактеризуйте окисно-відновні властивості сульфїтної кислоти та сульфїтів. Чим вони зумовлені? Напишіть хоча б одне рівняння реакції, що підтверджує ці властивості.
3. Охарактеризуйте окисно-відновні властивості гїдроген сульфїду. Запропонуйте реагент, при додаванні якого виявляться зазначені властивості. Напишіть рівняння реакції, що підтверджує ці властивості.
4. Охарактеризуйте окисно-відновні властивості розведеної сульфатної кислоти. Яким йоном у складі молекули кислоти вони обумовлені? Напишіть рівняння реакції взаємодїї розведеної сульфатної кислоти з металевим цинком.
5. Охарактеризуйте окисно-відновні властивості концентрованої сульфатної кислоти. Яким йоном у складі молекули кислоти вони обумовлені? Назвіть можливі продукти відновлення Сульфуру. Від чого залежить склад продуктів?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8 p-елементи VII групи. Галогени

### I Самостїйна підготовка

**Питання, що підлягають вивченню:** будова атомів галогенів. Ступені окислення. Способи добування. Фїзичні та хїмїчні властивості. Зміна властивостей галогенів від фтору до йоду. Галогеноводнї. Добування, фїзичні та хїмїчні властивості. Зміна властивостей в ряду від HF до HI. Галогенїди металів. Взаємодїя галогенів з водою та лугами. Зміна властивостей в ряду кисневмісних кислот хлору: HClO, HClO<sub>2</sub>, HClO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub> та в рядах кислот галогенів: HClO, HIO, HBrO, HClO<sub>3</sub>, HBrO<sub>3</sub>, HIO<sub>3</sub>. Якісні реакції виявлення галогенїд-йонів.

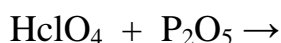
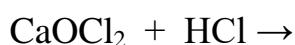
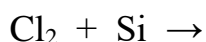
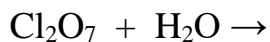
### II Виконати завдання

1. До 25 мл 0,2н розчину HBr додали 25 мл 0,1н розину NaOH. Визначте, на скїльки змінився рН розчину.
2. Розрахуйте ступїнь дисоцїації хлорнуватистої (гїпохлоритної) кислоти в її 0,001M розчинї.  $K_d = 3,4 \cdot 10^{-8}$ .

3. Скільки грамів  $K_2Cr_2O_7$  та який об'єм концентрованого розчину хлоридної кислоти з  $w(HCl) = 39\%$  ( $\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$ ) треба взяти, щоб за допомогою утвореного хлору окиснити 0,1 моль ферум(II) хлориду.

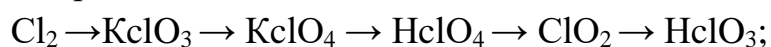
4. Який об'єм 1М розчину хлоридної кислоти потрібний для повного розчинення 4,8 г магнію?

5. Закінчіть рівняння реакцій, розставте коефіцієнти:



6. Складіть формули наступних речовин: калій перхлорат, калій хлорат, магній бромід, натрій хлорит, кальцій гіпобромід. Визначте ступінь окиснення галогенів у цих сполуках. Напишіть рівняння розкладання калій хлорату без каталізатора.

7. Здійсніть перетворення:



### III Робота в лабораторії

**Необхідні прилади та реактиви:** пробірки з корками та газовідвідними трубками; кристалізатор з водою; розчини KI,  $AgNO_3$ ,  $HCl$ (конц),  $H_2SO_4$ (конц.),  $NaOH$ , хлорна вода, метилоранж, барвник (фуксин), синій лакмусовий папір, кристалічні  $KMnO_4$ ,  $NaCl$ ,  $NaClO$ .

#### Порядок виконання роботи

**УВАГА!** Усі галогени отруйні, тому досліди з ними необхідно проводити у витяжній шафі! Після кожного досліду, пов'язаного з виділенням хлору, у пробірку внести 2–3 краплі натрій тіосульфату  $Na_2S_2O_3$ , пробірку відразу ж вимити.

### **Дослід 1. Отримання та вивчення властивостей хлору:**

а) помістіть у суху пробірку кілька кристаликів калій перманганату та додайте 2–3 краплі концентрованої хлоридної кислоти. Який газ виділяється (обережно визначте по запаху)? Напишіть рівняння реакції;

б) піднесіть до отвору пробірки вологий синій лакмусовий папір. Як змінюється забарвлення лакмусу? Чому потім воно зникає? Напишіть рівняння реакції взаємодії хлору з водою, вкажіть окисник та відновник;

в) піднесіть до отвору пробірки білий папір, змочений розчином калій йодиду. Як змінюється забарвлення паперу? Чому пізніше папір знебарвлюється? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

### **Дослід 2. Властивості хлорної води.**

Налийте у дві пробірки по 2–3 краплі хлорної води. До першої пробірки додайте кілька крапель фуксину. Спостерігайте за зміною забарвлення розчину, поясніть причину цього явища. У другу пробірку додайте по краплях розчин їдкового натру. Чи відчувається запах хлору? Як зміщується рівновага в хлорній воді при додаванні лугу?

### **Дослід 3. Одержання гідроген хлориду.**

На дно пробірки з пробкою та газовідвідною трубкою насипте кухонної солі і додайте 5–6 крапель концентрованої сульфатної кислоти. Закрийте пробірку корком, а кінчик газовідвідної трубки опустіть у суху пробірку та прикрийте ватою. Реакційну суміш у пробірці злегка нагрійте. Пробірку з відібраним газом закрийте пальцем, опустіть у кристалізатор з водою отвором вниз та відкрийте. Що спостерігається? Чому? Закрийте пробірку пальцем під водою, вийміть із кристалізатора. Розділіть одержаний розчин на дві частини. До однієї частини додайте 1–2 краплі метилоранжу, до іншої – 2–3 краплі розчину  $\text{AgNO}_3$ . Яка реакція розчину? Що утворюється в осаді у другій пробірці? Складіть рівняння відповідних реакцій.

### **Дослід 4. Властивості гіпохлоритів.**

У пробірку помістіть 2–3 кристалики гіпохлориту і змочіть їх концентрованою хлоридною кислотою. Який газ виділяється? Напишіть рівняння реакції.

## Дослід 5. Окислення калій йодиду.

До 3–4 крапель калій йодиду додайте 2–3 краплі хлорної води. Що спостерігається? Напишіть рівняння реакції. До отриманого розчину продовжуйте по краплях додавати хлорну воду. Чому зникає забарвлення розчину? Поясніть явище, що спостерігається, і напишіть рівняння реакції.

### Контрольні питання

1. Вкажіть можливі ступені окиснення галогенів у сполуках.
2. Як змінюється окиснювальна активність галогенів та відновлювальна активність їх негативно заряджених іонів із зростанням порядкового номера елемента? Поясніть.
3. Дією яких галогенів можна виділити вільний бром із розчину калій броміду?
4. Як можна виділити вільний йод з калій йодиду?
5. Яким реактивом можна виявити в розчині іони  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ?

## Лабораторна робота № 9

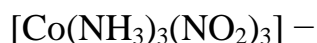
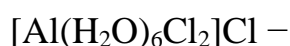
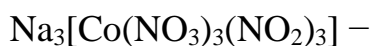
### Комплексні сполуки

#### I Самостійна підготовка

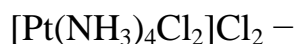
**Питання, що підлягають вивченню:** сучасний зміст поняття «комплексна сполука»; основні положення теорії Вернера (центральный атом та його координаційне число, ліганди, комплексний йон, йони зовнішньої сфери). Класифікація комплексних сполук: за зарядом комплексного йона; за природою ліганда; дентатність лігандів; комплексні основи, кислоти, солі; карбоніли металів; хелати та внутрішньоконкомплексні сполуки. Ізомерія комплексних сполук. Рівновага в розчинах комплексних сполук: дисоціація, константи нестійкості та стійкості. Біологічна роль комплексних сполук (гемоглобін, хлорофіл, вітамін  $\text{B}_{12}$ ).

#### II Виконати завдання

1. Назвіть комплексні сполуки:



2. Визначте заряди комплексного іону та центрального атома в сполуках:



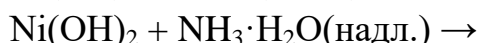
3. Напишіть формулу комплексної сполуки, якщо координаційне число становить шість:  $\text{Cr}(\text{OH})_3 \cdot 3\text{NaOH}$ .

4. Напишіть формули гідратних ізомерів комплексної сполуки:  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ .

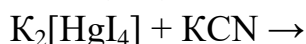
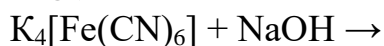
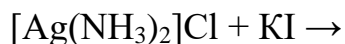
5. Напишіть формули йонізаційних ізомерів комплексної сполуки:  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_2]\text{Cl}_2$ .

6. Напишіть рівняння загальної  $K_{\text{нест.}}$  та  $K_{\text{ст.}}$  комплексного йону  $[\text{Fe}(\text{NH}_3)(\text{CN})_5]^{2-}$ .

7. Напишіть рівняння реакцій, які перебігають з утворенням комплексних сполук з координаційним числом 6:



8. Користуючись значеннями констант нестійкості та ДР, установіть, у яких випадках відбудеться взаємодія між розчинами електролітів. Напишіть молекулярні та йонні рівняння реакцій:



### III Робота в лабораторії

**Необхідні прилади та реактиви:** штатив із пробірками; розчини  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{KI}$ ,  $\text{Cu}(\text{SO}_4)_2$ ,  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , аміачний буферний розчин ( $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ ), трилон Б,  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ .

#### Порядок виконання роботи

##### Дослід 1. Одержання сполук з комплексним аніоном.

У пробірку внесіть 3–4 краплі 0,5Н розчину вісмут(III) нітрату, додайте краплями 0,5Н розчин калій йодиду до утворення темно-бурого осаду вісмуту(III) йодиду. До одержаного осаду краплями додайте 0,5н розчин калій йодиду до його повного розчинення. Позначте забарвлення одержаного розчину. Напишіть відповідні молекулярні та скорочені йонні рівняння реакцій. Напишіть вираз загальної константи нестійкості комплексного йону.

## Дослід 2. Одержання сполук з комплексним катіоном.

У пробірку внесіть 3-4 краплі 0,5Н розчину купрум(II) сульфату та додайте краплями 2Н розчин аміаку до випадання осаду основної солі  $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$ . Позначте колір осаду. Потім додайте надлишок 2н розчину аміаку до розчинення осаду. Напишіть відповідні молекулярні та скорочені йонні рівняння реакцій. Напишіть вираз загальної константи нестійкості комплексного йону  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ .

**Дослід 3. Реакції обміну в розчинах комплексних сполук. Якісне визначення іонів  $\text{Fe}^{2+}$  і  $\text{Fe}^{3+}$  у розчинах за допомогою червоної кров'яної солі  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  і жовтої кров'яної солі  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ :**

а) до 2–3 крапель 0,5Н розчину купрум(II) сульфату додайте стільки ж крапель 1Н розчину калій гексаціаноферрату(II)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Відмітьте колір утвореного осаду та напишіть рівняння реакції;

б) до 2–3 крапель 1Н розчину ферум(III) хлориду додайте стільки ж 1Н розчину калій гексаціаноферрату(II)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Відзначте, що відбувається. Напишіть рівняння реакцій;

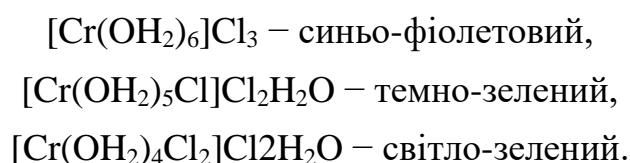
в) до 2–3 крапель 1Н розчину ферум(II) сульфату додайте такий же об'єм 1Н розчину калій гексаціаноферрату(III)  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Відзначте, що відбувається. Напишіть рівняння реакцій.

## Дослід 4. Одержання циклічної або хелатної комплексної сполуки.

У дві пробірки внесіть по 3–4 краплі 1Н розчину кальцій хлориду та по 2–3 краплі аміачного буферного розчину ( $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ ). В одну з пробірок додайте 2–3 краплі 1Н розчину трилону Б. Потім в обидві пробірки додайте по 2–3 краплі 1Н розчину амоній оксалату. Відзначте, що відбувається в кожній пробірці. Поясніть, чому в пробірці, де міститься трилон Б, не утворюється осад. Напишіть відповідні рівняння реакцій.

## Дослід 5. Гідратна ізомерія аквакомплексів.

Декілька темно-зелених кристалів гексагідрату хром(III) хлориду  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  розчиніть у 6–7 краплях води. Відмітьте забарвлення розчину. Нагрійте розчин до зміни його забарвлення. Визначте будову комплексу до та після нагрівання. Висновки зробіть з урахуванням кольору гідратних ізомерів:





## Контрольні питання

1. Подайте визначення комплексної сполуки.
2. Наведіть приклад комплексної сполуки, позначте внутрішню і зовнішню сфери, центральний атом, його заряд та координаційне число, ліганди, комплексний йон, йони зовнішньої сфери.
3. Класифікація комплексних сполук: за зарядом комплексного йона; за природою ліганда.
4. Рівновага в розчинах комплексних сполук: дисоціація, константи нестійкості та стійкості.
5. Напишіть координаційні формули комплексних сполук:  $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{NH}_3$ ;  $2\text{KOH} \cdot \text{Zn}(\text{OH})_2$ ;  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{NaCH}_3\text{COO}$ ;  $\text{HgI}_2 \cdot 2\text{KI}$ , якщо координаційне число комплексоутворювача у цих сполуках дорівнює 4. Дайте назви комплексам, напишіть вирази їх  $K_{\text{н}}$ .

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10

### Властивості $d^4$ -елементів VI групи та їхніх сполук: Cr, Mo, W

#### I Самостійна підготовка

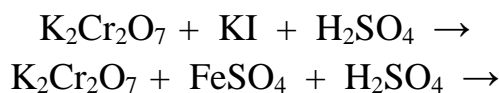
##### Питання, що підлягають вивченню.

Хром. Будова атома, ступені окислення, добування, властивості. Оксиди хрому (II), (III), (VI); їхні кислотно-основні властивості; комплексні сполуки хрому (III); акв- та гідроксокомплекси; хроміти; окисно-відновні властивості сполук хрому (II), (III), (VI), їх залежність від рН середовища; хромати та дихромати.

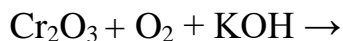
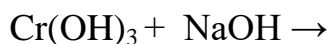
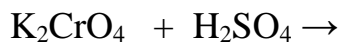
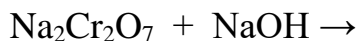
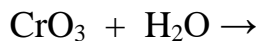
#### II Виконати завдання

1. Який об'єм 0,5М розчину хлоридної кислоти потрібний для повного розчинення 15,6 г хрому?
2. Обчисліть окисно-відновний потенціал пари  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/2\text{Cr}^{3+}$  у розчині за умови  $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = 0,2$  моль/дм<sup>3</sup>;  $[\text{Cr}^{3+}] = 0,01$  моль/дм<sup>3</sup>;  $[\text{H}^+] = 0,001$  моль/дм<sup>3</sup>;  $E^0(2\text{H}^+/\text{H}_2) = 0$ ;  $E^0(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/2\text{Cr}^{3+}) = 1,33$  В.
3. За якої молярної концентрації хромат(VI)-йонів почнеться утворення осаду аргентум хромату в 0,2М розчині діамінаргентум(I) хлориду?
4. Наважки хром(III) сульфату і калій гідроксиду по 39,2 г кожна розчинили у воді і піддали взаємодії. Обчисліть масу осаду, що утворився після закінчення реакції.

5. Закінчіть рівняння реакцій, розставте коефіцієнти йонно-електронним методом:



6. Закінчіть рівняння реакцій, розставте коефіцієнти:



7. Вкажіть сполуку хрому, яка виявляє амфотерні властивості:



8. Вкажіть, як змінюються кислотно-основні властивості в ряду сполук  $\text{CrO}_3 - \text{Cr}_2\text{O}_3 - \text{CrO}$ :

- а) основні властивості зменшуються;
- б) основні властивості збільшуються;
- в) кислотно-основні властивості не змінюються;
- г) кислотні властивості збільшуються.

### III Робота в лабораторії

**Необхідні прилади та реактиви:** штатив із пробірками; розчини  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ (конц),  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

#### Порядок виконання роботи

**Дослід 1. Отримання та вивчення властивостей хром(III) гідроксиду:**

а) які з наявних реактивів необхідно взяти для отримання  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ? Отримайте у пробірці невелику кількість цієї речовини. Вкажіть колір осаду, складіть рівняння реакції;

б) досліджуйте ставлення отриманого гідроксиду до розчину сульфатної кислоти та лугу. Поясніть явища, що спостерігаються, складіть рівняння реакцій у молекулярному та йонно-молекулярному вигляді. Які кислотно-основні властивості  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  виявляються у цих реакціях? Розчин  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  у лугу залиште для наступного дослідження.

## **Дослід 2. Відновлювальні властивості сполук хрому(III).**

До розчину натрій гексагідроксохромату (III) додати 3–5 крапель 3 %-го розчину гідроген пероксиду. Суміш нагріти до переходу забарвлення розчину із зеленого у жовтий. Написати рівняння окиснення гідроген пероксидом.

## **Дослід 3. Гідроліз солей хрому.**

До розчину хром (III) сульфату додати нейтральний розчин лакмусу. Пояснити зміну забарвлення лакмусу. Написати рівняння відповідної реакції.

## **Дослід 4. Умови існування в розчині хроматів і дихроматів.**

У пробірку внести 2–3 краплі розчину калій хромату. Відмітити колір, який характерний для хромат-йону. Додати 1–2 краплі розчину сульфатної кислоти. Відмітити забарвлення одержаного розчину, обумовленого дихромат-йонами. До одержаного розчину краплями додати розчин натрій гідроксиду до зміни забарвлення. Написати молекулярні та йонні рівняння переходу хромату в дихромат та навпаки. Яка рівновага встановлюється у водних розчинах хроматів і дихроматів? Як впливає середовище на зміщення цієї рівноваги?

## **Дослід 5. Окислювальні властивості сполук хрому (VI).**

У пробірку внести 2–3 краплі розчину калій дихромату, 2–3 краплі розчину сульфатної кислоти та додати 3–4 краплі натрій сульфіту. Спостерігати зміну забарвлення розчину. Написати рівняння реакції, підібрати коефіцієнти методом електронного балансу.

### **Контрольні питання**

1. Запишіть електронну формулу атома хрому. Які ступені окиснення характерні для нього?
2. Охарактеризуйте кислотно-основні властивості оксидів  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  і  $\text{MoO}_3$ . Запишіть рівняння реакцій, що підтверджують ці властивості.
3. Назвіть такі сполуки хрому:  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{CrSO}_4$ ,  $\text{NaCrO}_2$ ,  $\text{K}_3\text{CrO}_3$ . Вкажіть ступінь окиснення хрому в кожному з'єднанні.
4. Які реактиви слід додати, щоб із хром(III) гідроксиду одержати а) натрій хроміт; б) хром(III) сульфат?

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 11

## Властивості d<sup>5</sup>-елементів VII групи та їхніх сполук: Mn

### I Самостійна підготовка

**Питання, що підлягають вивченню:** Манган. Будова атома, ступені окислення. Поширення у природі, добування металічного марганцю, його властивості. Сполуки мангану(II): оксид, гідроксид, їх добування, кислотно-основні властивості, солі. Оксид мангану(IV), його добування, властивості. Манганати, добування та властивості, стійкість у розчинах. Оксид мангану(VII), марганцева (перманганатна) кислота та перманганати, їх добування та властивості. Залежність окисно-відновних властивостей сполук мангану від рН середовища.

### II Виконати завдання

1. Обчислити молярну концентрацію еквіваленту та титр розчину, у 250 мл якого міститься 3,95 г калій перманганату (окисник у кислому середовищі).

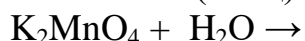
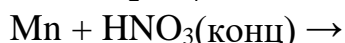
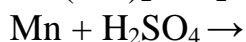
2. Обчислити розчинність манган (II) гідроксиду в моль/л та г/л, якщо його добуток розчинності дорівнює  $1,9 \cdot 10^{-13}$ .

3. Який об'єм кисню виділиться (за нормальних умов) при взаємодії 200 мл 0,1н розчину калій перманганату з 0,624 г натрій пероксиду в сульфатно-кислому розчині?

4. Яку масу Mn(IV) оксиду необхідно взяти для окиснення сумішшю KNO<sub>3</sub> з Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, щоб добути 200 г натрій манганату, якщо вихід продукту становить 90 %?

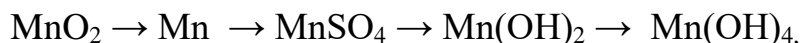
5. Піддали повному термічному розкладу 39,5 г калій перманганату. Який об'єм водню (н. у.) можна окислити одержаним киснем?

6. Закінчіть рівняння реакцій, розставте коефіцієнти:



7. Наведіть приклади реакцій, у яких MnO<sub>2</sub> проявляє властивості:  
а) окисника; б) відновника.

8. Здійснить перетворення:



### III Робота в лабораторії

**Необхідні прилади та реактиви:** штатив із сухими пробірками; розчини



#### Порядок виконання роботи

##### Дослід 1. Одержання та властивості манган (II) гідроксиду.

Налити у пробірку 5–6 крапель розчину манган сульфату і додати такий самий об'єм розчину натрій гідроксиду. Спостерігати за утворенням білуватого осаду манган (II) гідроксиду. Розділити одержаний осад на три пробірки. Додати в одну з них розведену сульфатну кислоту, а в другу – надлишок лугу. Пояснити, чому осад у кислоті розчиняється, а в розчині лугу – не розчиняється. Вміст третьої пробірки кілька разів збовтати і залишити на деякий час. Спостерігати поступову зміну забарвлення осаду внаслідок окиснення киснем повітря мангану (II) до мангану (IV). Написати рівняння реакцій, що відбулися.

##### Дослід 2. Гідроліз солей мангану (II).

На смужку універсального індикаторного паперу нанести 1 краплю розчину манган (II) сульфату. Визначити рН розчину. Скласти йонне та молекулярне рівняння реакції.

##### Дослід 3. Виявлення мангану (VII) манганом (II).

Налити у пробірку 3–4 краплі розчину манган (II) сульфату і додати краплями розчин калій перманганату. Спостерігати за знебарвленням малинового кольору та утворенням бурого осаду. Дослідити вміст пробірки синім лакмусовим папірцем. Написати рівняння реакції.

#### **Дослід 4. Термоліз калій перманганату.**

У пробірці нагріти декілька кристалів калій перманганату. Довести, який при цьому виділяється газ. Продовжити нагрівання до припинення його виділення. Після охолодження розчинити вміст пробірки в невеликому об'ємі води. Яке забарвлення мають отриманий розчин та осад? Написати рівняння відповідної реакції.

#### **Дослід 5. Вплив середовища на окислювальні властивості перманганат-йону.**

У три пробірки внести по 1–2 краплі розчину калій перманганату та додати: у першу – 3–4 краплі розведеної сульфатної кислоти, у другу – стільки ж води, у третю – 3–4 краплі розчину натрій гідроксиду. Потім у кожен пробірку додати свіжоприготовлений розчин натрій сульфіту. Відмітити явища, які відбуваються в кожній пробірці. Написати відповідні рівняння реакцій.

#### **Дослід 6. Вплив кислотності середовища на швидкість відновлення $\text{KMnO}_4$ .**

У дві пробірки внести по 3–4 краплі розчину калій броміду та додати: у першу – 3–4 краплі розчину оцтової кислоти, у другу – стільки ж розчину сульфатної кислоти. Після цього у кожен пробірку додати розчин  $\text{KMnO}_4$  і порівняти час зміни забарвлення в обох пробірках.

#### **Дослід 7. Відновлення калій перманганату гідроген пероксидом.**

Налити у пробірку 3–4 краплі розчину калій перманганату і додати розчин гідроген пероксиду. Спостерігати знебарвлення розчину. Дати пояснення, написати рівняння реакції.

#### **Контрольні питання**

1. Навести коротку характеристику мангану. Виходячи з будови атома мангану, показати його можливі валентні стани та ступені окиснення.
2. Указати зміну кислотно-основних властивостей у ряді:  
 $\text{MnO} - \text{Mn}_2\text{O}_3 - \text{MnO}_2 - \text{MnO}_3 - \text{Mn}_2\text{O}_7$ . Написати формули відповідних гідроксидів.
3. Поясніть, як та чому окисні властивості перманганат-йона залежать від рН розчину.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 12

### Властивості d<sup>6</sup>- d<sup>8</sup>-елементів VIII групи та їхніх сполук: Fe, Co, Ni

#### I Самостійна підготовка

**Питання, що підлягають вивченню:** загальна характеристика d-елементів VIII В групи родини заліза. Електронна конфігурація, ступені окислення, закономірності змін радіуса атома, потенціалу іонізації, електронегативності.

**Ферум:** ступені окислення в сполуках; оксиди та гідроксиди Феруму(II) та Феруму(III); кислотно-основні та окисно-відновні властивості; комплексні сполуки Феруму(II) та Феруму(III) з ціанід- та тіоціанат-йонами; гідроліз солей заліза; сполуки заліза (VI) та їхня окислювальна активність.

**Кобальт:** ступені окислення кобальту в сполуках; оксиди та гідроксиди кобальту (II) і кобальту (III) та їх окисно-відновні властивості; комплексні сполуки кобальту (II), (III).

**Нікель:** оксиди, гідроксиди та солі нікелю; окисно-відновні властивості; комплексні сполуки нікелю (II).

#### II Виконати завдання

1. При розкладанні 20 г гідроксиду металу(II), що містить 10 % домішок, утворилося 14,4 г оксиду металу(II). Визначте, про який метал ідеться.

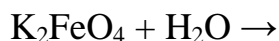
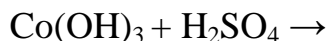
2. Зразок деякого залізовмісного мінералу масою 0,7108 г хімічно переведений у розчин в інертній атмосфері; все залізо перебуває у вигляді йонів Fe<sup>2+</sup>. На титрування цього розчину витрачено 48 мл 0,1N розчину калій перманганату. Визначте масову частку заліза (%) у вихідному зразку.

3. Проводять реакцію між 21,78 г заліза і надлишком розбавленої сульфатної кислоти. Газ, що виділився, збирають і після переходу всього заліза в розчин вимірюють об'єм газу в літрах (н. у.). Який результат вимірювання? Потім до отриманого розчину додають барій нітрат до припинення випадіння осаду. Осад відфільтровують, а до фільтрату додають надлишок концентрованої нітратної кислоти, суміш випарюють і сухий залишок прожарюють. Складіть рівняння відповідних реакцій.

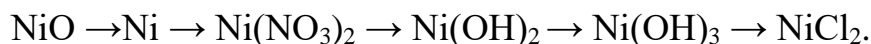
4. Є 0,1M розчин ферум (II) сульфату. Розрахуйте рН цього розчину при 25 °C. Після продування повітря через розчин рН зменшується і утворюється осад. Поясніть результати досліду, напишіть рівняння відповідних реакцій.

5. Скласти рівняння реакції одержання калій ферату при взаємодії ферум(III) хлориду з бромом у лужному середовищі. Підібрати коефіцієнти методом напівреакцій.

6. Написати рівняння окисно-відновних реакцій та підібрати коефіцієнти методи електронного балансу:



7. Скласти рівняння реакцій, за допомогою яких можливо здійснити такі перетворення:



### III Робота в лабораторії

**Необхідні прилади та реактиви:** штатив із пробірками; розчини  $\text{CoCl}_2$ ,  $\text{CoSO}_4$ ,  $\text{NiSO}_4$ ,  $\text{NiCl}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{NH}_4\text{CNS}$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{KI}$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Br}_2$  (бромна вода), кристалічний  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

#### Порядок виконання роботи

##### Дослід 1. Взаємодія заліза з кислотами. Пасивація заліза.

У три пробірки налити по 4–5 крапель розведених розчинів хлоридної, сульфатної та нітратної кислот. У кожену пробірку додати по шматочку залізної стружки. Спостерігати реакції і записати їх рівняння. Як і в попередньому досліді, у пробірки налити концентровані розчини хлоридної, сульфатної та нітратної кислот і в кожену внести залізні стружки (під тягою!). Пробірку, у якій реакція спочатку непомітна, злегка нагріти. Написати рівняння відповідних реакцій. Яку кислоту можна перевозити в залізних цистернах і чому?

**Пасивація заліза.** Залізний цвях, який попередньо очистили наждачним папером, опустіть у розчин концентрованої нітратної кислоти. Спостерігайте виділення газу, яке за кілька секунд припиняється. Залиште цвях у розчині кислоти на деякий час. Обережно витягніть цвях з кислоти, промийте



в дистильованій воді і помістіть його в розчин купрум(II) сульфату. Спостерігайте відсутність реакції на поверхні цвяха. Дістаньте цвях, очистіть його наждачним папером і знову помістіть у розчин купрум(II) сульфату. Що відбувається? Дайте пояснення. Напишіть рівняння реакцій.

**Дослід 2. Одержання ферум (II) гідроксиду та вивчення його властивостей.**

У три пробірки налити по 3–5 крапель свіжоприготованого розчину  $\text{FeSO}_4$  та додати декілька крапель розчину натрій гідроксиду. Вказати колір осаду. До вмісту першої пробірки додати розчин хлоридної кислоти, другої – надлишок лугу. Охарактеризувати кислотно-основні властивості ферум (II) гідроксиду. Написати рівняння реакцій у молекулярній та йонній формах. Вміст третьої пробірки перемішати скляною паличкою та залишити на повітрі до зміни кольору осаду. Пояснити, що спостерігається. Скласти рівняння реакції окиснення ферум(II) гідроксиду киснем повітря у водному середовищі.

**Дослід 3. Одержання ферум (III) гідроксиду та вивчення його властивостей.**

У дві пробірки внести по 2–3 краплі розчину  $\text{FeCl}_3$  і додати в кожен пробірку по 1–2 краплі розчину натрій гідроксиду. Визначити колір осадів, що утворились. В одну пробірку внести 2–3 краплі хлоридної кислоти, а в другу – 2–3 краплі натрій гідроксиду. Написати відповідні рівняння реакцій. Охарактеризувати кислотно-основні властивості ферум (III) гідроксиду.

**Дослід 4. Якісні реакції на йони  $\text{Fe}^{2+}$  і  $\text{Fe}^{3+}$ .**

Які реактиви дозволяють виявити в розчині йони  $\text{Fe}^{2+}$  та  $\text{Fe}^{3+}$ ? Проведіть якісні реакції на наявність у розчині цих йонів:

а) у пробірку налити 2–3 краплі розчину  $\text{FeSO}_4$  і додати 1–2 краплі калій гексаціаноферату(III) – червоної кров'яної солі. Спостерігати утворення осаду турнбулевої сині  $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ , записати рівняння реакції в молекулярному та йонному вигляді;

б) у пробірку налити 2–3 краплі розчину  $\text{FeCl}_3$  і додати 1–2 краплі калій гексаціаноферату(II) – жовтої кров'яної солі. Спостерігати утворення осаду берлінської блакиті  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ . Записати рівняння реакції в молекулярному та йонному вигляді.

в) у пробірку налити 2–3 краплі розчину  $\text{FeCl}_3$  і додати 1–2 краплі амоній роданіду. Чим обумовлено забарвлення розчину у червоний колір? Написати рівняння реакції.

### **Дослід 5. Відновлювальні властивості іонів $\text{Fe}^{2+}$ .**

У дві пробірки налити 3–5 крапель свіжоприготованого розчину  $\text{FeSO}_4$ , підкислити 2–3 краплями розведеної сульфатної кислоти. У першу пробірку додати декілька крапель розчину калій перманганату, у другу – розчину калій дихромату. Що при цьому спостерігається? За допомогою розчину амоній роданіду встановити наявність у кожній пробірці  $\text{Fe}^{3+}$ . Написати рівняння реакцій і скласти до них електронний баланс.

### **Дослід 6. Окислювальні властивості іонів $\text{Fe}^{3+}$ .**

У пробірку з декількома краплями розчину  $\text{FeCl}_3$  додайте кілька крапель розчину  $\text{KI}$ . Що спостерігається? Складіть рівняння реакції. Вкажіть окисник та відновник.

### **Дослід 7. Гідроліз солей Феруму (II) та Феруму (III):**

а) на дві смужки універсального індикаторного паперу нанести по краплі розчинів  $\text{FeSO}_4$  та  $\text{FeCl}_3$ . Визначити рН розчинів. Написати йонне та молекулярне рівняння реакцій гідролізу. Пояснити, чому катіон Ферума (III) гідролізується краще, ніж катіон Ферума (II);

б) у дві пробірки внести по 2 мл розчину Ферум (III) хлориду. Одну залишити для порівняння, а другу – нагріти. Порівняти забарвлення розчинів у пробірках. Написати йонне та молекулярне рівняння реакцій гідролізу, зробити висновок про вплив температури на протікання гідролізу.

### **Дослід 8. Одержання кобальт (II) гідроксиду та вивчення його властивостей.**

Внести у пробірку 3–5 крапель розчину кобальт (II) хлориду і додати краплями такий самий об'єм натрій гідроксиду. Спостерігати за утворенням осаду основної солі кобальту  $\text{Co(OH)Cl}$  синього кольору, яка при додаванні надлишку лугу перетворюється у рожевий кобальт (II) гідроксид (реакція прискорюється нагріванням). Осад з рідиною розділити на дві пробірки. В одну з них додати розведеної хлоридної кислоти до розчинення осаду. У другу пробірку додати 2–3 краплі розчину гідроген пероксиду з масовою часткою 3 %. Відмітити зміну кольору осаду. Зробити висновок про кислотно-основні та окисно-відновні властивості кобальт(II) гідроксиду. Написати рівняння відповідних реакцій.

## **Дослід 9. Одержання нікол(II) гідроксиду та вивчення його властивостей.**

Внести у пробірку 8–10 крапель розчину ніколь (II) сульфату і додати краплями такий самий об'єм натрій гідроксиду до утворення осаду. Осад з рідиною розділити на чотири пробірки. В одну з них додати розведеної хлоридної кислоти. У другу – рівний об'єм розчину NaOH з масовою часткою 30 %, у третю – 2–3 краплі розчину гідроген пероксиду з масовою часткою 3 %, у четверту – 1–2 краплі хлорної води. Зробити висновок про кислотно-основні та окисно-відновні властивості нікол(II) гідроксиду. Порівняти відновні властивості гідроксидів кобальту (II) та ніколу (II).

### **Контрольні питання**

1. Написати електронні формули атомів Феруму, Кобальту та Нікелю, показати їх можливі валентні стани та ступені окиснення.
2. Які оксиди і гідроксиди утворює залізо? Охарактеризуйте їх основно-кислотні властивості. Наведіть приклади.
3. Визначте ступені окиснення заліза у сполуках:  $KFe(SO_4)_2$ ,  $K_4[Fe(CN)_6]$ ,  $K_3[Fe(CN)_6]$ . Назвіть ці сполуки.
4. Вкажіть, як змінюються відновні властивості сполук у ряду:  $Fe(II) \rightarrow Co(II) \rightarrow Ni(II)$ .
5. Порівняти кислотно-основні властивості гідроксидів Феруму у ряду  $Fe(OH)_2 \rightarrow Fe(OH)_3$ .
6. Як змінюється стійкість сполук  $Fe(III)$ ,  $Co(III)$ ,  $Ni(III)$  у ряду  $Fe - Co - Ni$ ? Якого типу сполуки найбільш характерні для  $Co(III)$ ?

### **Лабораторна робота № 13**

#### **Властивості d<sup>9</sup>-елементів I групи та їхніх сполук: Cu , Ag , Au**

#### **I Самостійна підготовка**

**Питання, що підлягають вивченню:** загальна характеристика d-елементів I групи: валентні стани; відношення елементів до неметалів та кислот; порівняння властивостей елементів підгрупи міді та лужних металів.

Купрум: сполуки купруму(I) – оксид та гідроксид; окислювально-відновна двоїстість; комплексні сполуки з аміаком, хлорид- та ціанід-йонами. Сполуки міді (II) – оксид та гідроксид; розчинність та гідроліз солей; окислювальні властивості; комплексні сполуки з аміаком, амінокислотами, багатоатомними спиртами; забарвлення сполук міді, його причина.

Аргентум: оксид, нітрат, галогеніди, їх утворення, розчинність у воді; окислювальні властивості; комплексні сполуки з аміаком, тіосульфат- та ціаніт-йонами.

## II Виконати завдання

1. Напишіть електронні формули атомів Купруму, Аргентуму, Ауруму. Вкажіть можливі ступені окиснення та найбільш характерні ступені окиснення для кожного з цих елементів.

2. Як змінюються кислотно-основні та окисно-відновні властивості купрум оксидів від  $\text{Cu}_2\text{O}$  до  $\text{Cu}_2\text{O}_3$ ?

3. Складіть рівняння реакцій, які пояснюють потемніння сріблених виробів на повітрі та утворення зеленого нальоту на поверхні мідних виробів.

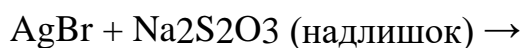
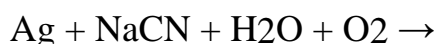
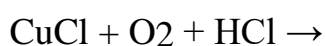
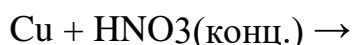
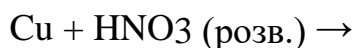
4. Визначте добуток розчинності  $\text{AgCl}$ , якщо у 200 мл розчину при  $50^\circ\text{C}$  розчиняється  $1 \cdot 10^{-3}$  г  $\text{AgCl}$ .

5. Напишіть рівняння реакцій відповідних перетворень:

а)  $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{CuCl}$  ;

б)  $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag} \rightarrow \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} \rightarrow \text{Na}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ .

6. Закінчіть рівняння реакцій, розставте коефіцієнти:



## III Робота в лабораторії

**Необхідні прилади та реактиви:** штатив із пробірками; розчини  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{NaOH}$ (конц),  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  розбавлена та концентрована,  $\text{HNO}_3$  розбавлена та концентрована,  $\text{KBr}$ ,  $\text{KI}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , дистильована вода, пальник, фільтрувальний папір, скляні воронки.

## Порядок виконання роботи

### Дослід 1. Забарвлення полум'я солями купруму.

Мідний дріт змочіть водою, а потім занурте у суху сіль  $\text{CuSO}_4$  і внесіть у полум'я пальника. Спостерігайте на появу характерного зеленого забарвлення, яке вказує на присутність купруму.

### Дослід 2. Взаємодія міді з кислотами:

а) у пробірку помістити шматочок мідного дроту і додати 5–7 крапель розведеної сульфатної кислоти. Помітних змін не відбувається. Долити у пробірку декілька крапель гідроген пероксиду і трохи нагріти. Відмітити, що спостерігається. Написати рівняння відповідної реакції;

б) у три пробірки помістити по шматочку мідного дроту і додати по 5–7 крапель у першу концентровану сульфатну кислоту, у другу – розведену нітратну кислоту, у третю – концентровану нітратну кислоту. Пробірки, у яких реакція на холоді не відбувається, злегка підігріти. Звернути увагу на колір і запах газів, що виділяються. Написати рівняння відповідних реакцій.

### Дослід 3. Одержання та вивчення властивостей купрум(II) гідроксиду.

Із наявних реактивів отримайте невелику кількість купрум(II) гідроксиду  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ . Позначте колір осаду. Складіть рівняння реакції в молекулярному та йонно-молекулярному вигляді.

Вивчіть відношення отриманого купрум(II) гідроксиду до нагрівання, розчинів  $\text{H}_2\text{SO}_4$  і  $\text{HNO}_3$ , концентрованого розчину луку, надлишку  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Складіть рівняння реакцій, що протікають, вкажіть зміну забарвлення і поясніть зміни, що спостерігаються.

На підставі проведених дослідів зробіть висновок про властивості купрум(II) гідроксиду.

### Дослід 4. Одержання амоніачного комплексу купруму(II) та дослідження його стабільності.

Які з наявних реактивів знадобляться для отримання комплексного аміакату міді? Проведіть відповідну реакцію. Позначте зміну забарвлення і напишіть рівняння реакцій, що протікають, у молекулярному та йонно-молекулярному вигляді за стадіями.

Розділіть одержаний розчин на дві частини. До однієї частини додайте розчин NaOH, до іншої – розчин Na<sub>2</sub>S. У якому разі утворюється осад? Поясніть зміни, що спостерігаються.

#### **Дослід 5. Гідроліз солей купруму(II):**

а) у пробірку налити дистильовану воду і декілька крапель метилоранжу. Додати 2–3 краплі розчину купрум(II) сульфату. Спостерігати за зміною забарвлення. Надати пояснення, написати рівняння в молекулярному і молекулярно-йонному вигляді;

б) у пробірку внести 2–3 краплі розчину купрум (II) сульфату і додати 2–3 краплі розчину натрій карбонату. Спостерігати утворення зеленого осаду купрум(II) гідроген карбонату. Написати рівняння реакції сумісного гідролізу солей у молекулярному та йонному вигляді.

#### **Дослід 6. Взаємодія солей Купруму(II) із KI.**

До розчину купрум(II) сульфату краплями додавайте розчин калій йодиду. Позначте колір осаду, що утворився. Запишіть рівняння хімічної реакції, що протікає, у молекулярному та йонно-молекулярному вигляді.

#### **Дослід 7. Властивості галогенідів аргентуму:**

а) які з наявних реактивів потрібні для одержання AgCl, AgBr, AgI? В окремих пробірках отримайте ці солі, порівняйте їхнє забарвлення. Обережно злийте розчин, перенесіть осад солей на фільтрувальний папір і виставте на світло. Що спостерігається? Поясніть причину потемніння солей;

б) в окремих пробірках отримайте AgCl та AgBr. До осаду AgCl долийте розчин аміаку, а до осаду AgBr – розчин натрій тіосульфату. Що спостерігається? Складіть рівняння реакцій утворення комплексних сполук срібла.

### **Контрольні питання**

1. Які ступені окислення можуть мати у своїх сполуках Купрум, Аргентум та Аурум? Які з перерахованих ступенів окиснення є характерними для кожного з елементів?

2. Чи взаємодіють мідь, срібло та золото з водою, розведеними кислотами? Чому? Вкажіть можливі окислювачі та відновники у кожному випадку.

3. Охарактеризуйте відношення міді, срібла та золота до концентрованих сульфатної та нітратної кислот. Запишіть рівняння реакцій, що протікають.

4. Чому малорозчинний у воді та кислотах аргентум йодид розчиняється у розчині амоній гідроксиду? Напишіть рівняння реакції.

5. Напишіть формули аміачних комплексів Cu(I) та Cu(II). Вкажіть координаційне число комплексоутворювача, заряд комплексного йона. Катіонний чи аніонний комплекс утворюється?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 14

### Властивості $d^{10}$ -елементів II групи та їхніх сполук: Zn , Cd , Hg

#### I Самостійна підготовка

**Питання, що підлягають вивченню:** будова атомів, ступені окислення Цинку, Кадмію та Меркурію. Поширення у природі, добування металів, їх властивості, відношення до дії кислот та лугів, застосування. Оксиди, гідроксиди, солі та комплексні сполуки Цинку, Кадмію і Меркурію(II), зміна властивостей при переході від сполук Цинку до сполук Кадмію та Меркурію(II). Сполуки Меркурію(I), особливості будови та дисоціації, реакції диспропорціонування.

#### II Виконати завдання

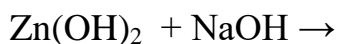
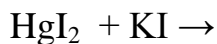
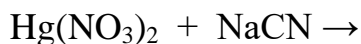
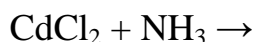
1. Суміш міді та цинку масою 20 г помістили в надлишкову кількість розчину лугу. Виділилось 5,6 л газу (н. у.). Визначте масову частку цинку (%) у вихідній суміші.

2. Мідну пластинку масою 100 г помістили у розчин нітрату ртуті(I), масою 131,5 г з масовою часткою солі 20 %. Визначте масу пластинки після закінчення реакції, якщо вважати, що ртуть повністю осіла на ній.

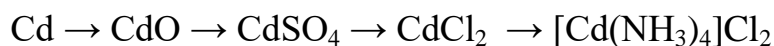
3. Латунь є сплавом міді з цинком. При розчиненні 5 г такого сплаву в 20 мл розчину хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 10 % і густиною  $1,47 \text{ г/см}^3$  залишається 19,1 мл кислоти. Визначте масову частку міді у сплаві.

4. Скільки г технічного цинку, що містить 5 % домішок, розчиниться в 300 г концентрованої 60 %-ї нітратної кислоти, якщо кислота відновлюється до нітроген(II) оксиду?

5. Закінчіть рівняння реакцій, розставте коефіцієнти, назвіть отримані речовини:



6. Здійсніть перетворення:



### III Робота в лабораторії

**Необхідні прилади та реактиви:** штатив із пробірками; Zn; Cd; розчини  $\text{HCl}_{(\text{розб})}$ ,  $\text{HCl}_{(\text{к})}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{розб})}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{к})}$ ,  $\text{HNO}_3_{(\text{розб})}$ ,  $\text{HNO}_3_{(\text{к})}$ , NaOH,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{CdSO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

#### Порядок виконання роботи

##### Дослід 1. Взаємодія цинку з кислотами:

а) у дві пробірки внести по 1 шматочку цинку. В одну пробірку додати 5 крапель розбавленої хлоридної кислоти, у другу – таку ж кількість крапель концентрованої хлоридної кислоти. Визначити інтенсивність взаємодії металу з кислотою в кожному випадку;

б) у дві пробірки внести по 1 шматочку цинку. В одну пробірку додати 5 крапель розбавленої сульфатної кислоти, у другу – таку ж кількість крапель концентрованої сульфатної кислоти (під витяжною шафою!). Пробірки з розчином нагріти на водяній бані. За допомогою смужки фільтрувального папірця, змоченого розчином солі свинцю (II), встановити виділення сірководню в одній з пробірок;

в) у дві пробірки внести по 1 шматочку цинку. В одну пробірку додати 5 крапель розбавленої нітратної кислоти, у другу – таку ж кількість крапель концентрованої нітратної кислоти (під витяжною шафою!).

Скласти рівняння відповідних реакцій.



## **Дослід 2. Взаємодія кадмію з кислотами.**

Провести відповідні дослід і з'ясувати відношення кадмію до кислот. Написати рівняння хімічних реакцій.

## **Дослід 3. Взаємодія цинку з лугами.**

До невеликої кількості порошку цинку в пробірці додати 5–10 крапель концентрованого розчину натрій гідроксиду та підігріти. Спостерігати виділення газу. Написати рівняння реакції. Чому кадмій не розчиняється у розчинах лугів?

## **Дослід 4. Одержання та властивості цинк і кадмій гідроксидів.**

У дві пробірки налити по 5–10 крапель розчинів солей цинку та кадмію і додати краплями розчин лугу до утворення осадів. Відзначити їх характер. Розчин з кожним осадом розлити у дві пробірки, в одну з яких додати надлишок розчину лугу, а в другу – розчин сульфатної кислоти. Чим відрізняються властивості одержаних гідроксидів? Написати рівняння відповідних реакцій у йонній та молекулярній формах.

## **Дослід 5. Гідроліз солей цинку та кадмію.**

На смужку універсального індикаторного паперу нанести по краплі розчину солей цинку та кадмію. Визначити рН розчинів солей. Написати рівняння реакцій гідролізу в йонній та молекулярній формах.

## **Дослід 6. Одержання сульфідів цинку і кадмію (якісні реакції на йони $Zn^{2+}$ і $Cd^{2+}$ ).**

У дві пробірки налити по 5 крапель розчинів солей цинку та кадмію і додати краплями розчин натрій сульфіді до утворення осадів. Відзначити забарвлення осадів. Написати рівняння реакцій у йонній та молекулярній формах.

## **Дослід 7. Одержання амоніачних комплексів цинку і кадмію.**

У дві пробірки налити 2–3 краплі розчинів солей цинку та кадмію і додати краплями розчин амоніаку до утворення осаду гідроксиду. До осадів додати надлишок розчину амоніаку. Що при цьому утворюється? Написати рівняння реакцій у йонній та молекулярній формах, враховуючи, що координаційне число цинку дорівнює 4, а кадмію – 6.

## Контрольні питання

1. Напишіть електронні формули атомів Цинку, Кадмію і Меркурію, вкажіть можливі ступені окиснення.
2. Порівняйте відношення Цинку, Кадмію і Ртуті до води, лугів, розведеної та концентрованої сульфатної і нітратної кислот.
3. Чому цинк гідроксид розчиняється і в лугах, і в  $\text{NH}_4\text{OH}$ , тоді як кадмій гідроксид розчиняється тільки в  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Складіть йонні і йонно-молекулярні рівняння відповідних реакцій.
4. Які змінюються властивості у ряду гідроксидів цинку, кадмію, гідраргіриму? Якими реакціями це можна довести.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 15

**Властивості  $s^1$ -елементів: Li, Na, K, Rb, Cs, Fr та  $s^2$ -елементів та їхніх сполук: Be, Mg, Ca**

### I Самостійна підготовка

**Питання, що підлягають вивченню:** елементи IA групи (Li, Na, K): загальна характеристика групи; природа хімічного зв'язку елементів у сполуках; взаємодія з простими та складними речовинами; оксиди, гідроксиди, пероксиди, надпероксиди; особливості властивостей літію.

Елементи IIA групи (Be, Mg, Ca, Ba, Sr): загальна характеристика групи; природа хімічного зв'язку, гібридизація; взаємодія з простими та складними речовинами; оксиди та гідроксиди, їхні властивості; солі, розчинність у воді, гідроліз, твердість води та її усунення; схожість магнію та літію, кальцію та стронцію; комплексоутворення.

Якісні реакції на катіони IA та IIA груп.

### II Виконати завдання

1. При взаємодії 31,39 г амальгами натрію складу  $\text{Na}_x\text{Hg}_y$  (масова частка ртуті 94,58 %) з 1 л води утворюються розчин і газ. Розрахуйте масову частку (%) розчиненої речовини, молярну концентрацію і рН розчину ( $\rho = 1031$  г/л) та об'єм (л, н. у.) газу.

2. В 0,1М розчині натрій карбонату відбувається гідроліз йонів  $\text{CO}_3^{2-}$  з утворенням йонів  $\text{HCO}_3^-$  (визначте значення ступеня гідролізу). Поясніть, чому йони  $\text{HCO}_3^-$  у цьому розчині практично не підлягають гідролізу (пояснення підтвердіть розрахунками).

3. Є водні розчини з однаковою аналітично концентрацією: а) калій карбонату; б) калій нітриту. Не вдаючись до розрахунку, вкажіть, у якому розчині рН буде нижчим. Розрахуйте ступінь гідролізу в розчині (б) при концентрації солі 0,001 моль/л. Запропонуйте спосіб зменшення ступеня гідролізу.

4. Два цехи направляють стічні води до загального колектора. Перший стік (20 м<sup>3</sup>/хв) містить кальцій хлорид з масовою концентрацією 0,733 г/л, а другий стік (10 м<sup>3</sup>/хв) – калій сульфат з концентрацією 1,185 г/л. Визначте, чи буде при 25 °С відбуватися засмічення колектора осадам.

5. Наважка барій гідриду масою 0,55 г внесена до 18 л води. Визначте об'єм (мл, н.у.) газу, що виділився, і рН кінцевого розчину.

6. Відомо, що сполуки барію отруйні. Однак при рентгеноскопії шлунка в травний тракт людини вводять барій сульфат. Доведіть розрахунком, що в такому випадку не перевищується гранично допустима концентрація катіонів барію, що дорівнює 4 мг/л.

### III Робота в лабораторії

**Необхідні прилади та реактиви:** штатив із сухими пробірками; розчини NaCl, LiCl, CaCl<sub>2</sub>, SrCl<sub>2</sub>, BaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, BeCl<sub>2</sub>, HCl, HNO<sub>3</sub>, NaOH, KOH(конц.), фенолфталеїн, оксиди магнію та кальцію, ніхромові або платинові дротики, дистильована вода, пальник.

#### Порядок виконання роботи

##### Дослід 1. Забарвлення полум'я солями лужних металів.

Потримайте деякий час ніхромовий або платиновий дротик у хлоридній кислоті. Опустіть його в розчин солі літію та внесіть у полум'я пальника. Так само вчиніть із солями калію, натрію. Перед зануренням дроту в розчин солі щоразу очищайте його у кислоті. Запишіть, у який колір фарбують полум'я солі літію, натрію, калію. Таке ж саме зробіть для лужноземельних металів.

##### Дослід 2. Взаємодія лужних металів з водою.

У чашку Петрі з дистильованою водою помістіть шматочок лужного металу. Після закінчення реакції додайте до розчину декілька крапель фенолфталеїну. Дайте пояснення, напишіть рівняння реакцій.

### **Дослід 3. Гідроліз солей лужних металів.**

Визначте середовище в розчинах солей лужних металів. Напишіть рівняння реакцій у молекулярному та йонно-молекулярному вигляді.

### **Дослід 4. Термічне розкладання натрій гідрогенкарбонату.**

У суху пробірку помістіть сіль натрій гідрогенкарбонат. Нагрійте пробірку. Напишіть рівняння реакції термічного розкладання натрій гідрогенкарбонату.

### **Дослід 5. Отримання та вивчення властивостей берилій гідроксиду.**

Із наявних реактивів отримайте гідроксид берилію та дослідіть, як він реагує на нагрівання, розчини кислот, розчини лугів. Складіть рівняння відповідних реакцій у молекулярному та йонно-молекулярному вигляді. На основі проведених дослідів зробіть висновок про властивості гідроксиду берилію.

### **Дослід 6. Властивості оксидів кальцію та магнію.**

Помістіть в одну пробірку невелику кількість кальцій оксиду, у другу – магній оксиду. Налийте в кожен трохи води, сильно струсіть і додайте кілька крапель фенолфталеїну. Який із гідроксидів має більш виражені основні властивості? Напишіть рівняння реакцій, що протікають.

### **Дослід 7. Розчинність солей лужноземельних металів.**

На підставі добутку розчинності оцініть відносну розчинність сульфатів кальцію, магнію, стронцію, барію. Отримайте найменш розчинну сіль. Напишіть рівняння реакцій у молекулярному та йонно-молекулярному вигляді.

## **Контрольні питання**

1. Чому s-елементи I і II груп не зустрічаються в природі у вільному стані?
2. Чому елементи підгрупи кальцію називають лужно-земельними металами?
3. Як змінюються відновлювальні властивості та хімічна активність металів у головних підгрупах I та II груп? Вкажіть можливі ступені окислення цих елементів.

4. Як змінюються основні властивості оксидів та гідроксидів s-елементів I та II груп за підгрупами? Напишіть рівняння реакцій, що підтверджують основно-кислотні властивості NaOH та Mg(OH)<sub>2</sub>.

5. Чи можуть одночасно перебувати в розчині такі йони:

Ca<sup>2+</sup> та H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>;

Ca<sup>2+</sup> та HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>;

Ca<sup>2+</sup> та CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>;

Ca<sup>2+</sup> та NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Відповідь підтвердіть рівняннями відповідних реакцій.

6. Що відбувається з гідроксидами натрію і калію, якщо їх зберігати у відкритих посудинах? На що вони поступово перетворюються? Написати рівняння реакцій.

## Лабораторна робота № 16

### Жорсткість води

#### I Самостійна підготовка

**Питання, що підлягають вивченню:** поняття жорсткості води; карбонатна, некарбонатна, загальна жорсткість води; солі, що обумовлюють жорсткість води; методи визначення і методи усунення жорсткості води.

#### II Виконати завдання

1. Обчисліть жорсткість води, якщо 500 дм<sup>3</sup> її містять 202,5 г Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

2. Скільки грамів CaSO<sub>4</sub> міститься в 1 м<sup>3</sup> води, якщо жорсткість, яка зумовлена присутністю цієї солі, дорівнює 4 ммоль/дм<sup>3</sup> ?

3. Яку масу соди треба додати до 500 дм<sup>3</sup> води, щоб усунути її жорсткість, яка дорівнює 5 ммоль/дм<sup>3</sup> ?

4. Обчисліть карбонатну жорсткість води, якщо на титрування 100 см<sup>3</sup> цієї води, що містить кальцій гідрогенкарбонат, знадобилося 6,25 см<sup>3</sup> 0,08 н. розчину HCl.

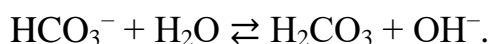
### III Робота в лабораторії

**Необхідні прилади та реактиви:** бюретка, конічна колба об'ємом 250 мл, циліндр об'ємом 50 мл, розчини: аміачно-буферний, HCl, трилон Б; індикатори метиловий помаранчевий та хром темно-синій.

#### Порядок виконання роботи

##### Дослід 1. Визначення карбонатної (тимчасової) жорсткості води.

Гідрогенкарбонати кальцію і магнію, що містяться у воді, піддаються гідролізу та створюють лужне середовище:



Наявність гідрогенкарбонатів у воді легко виявити метиловим помаранчевим, який у лужному середовищі стає жовтим. При додаванні хлоридної кислоти до води, що містить гідрогенкарбонати, йони гідрогену взаємодіють з аніонами  $\text{HCO}_3^-$ :



Після досягнення у процесі титрування точки еквівалентності жовте забарвлення індикатора змінюється на помаранчеве.

1. У конічну колбу відміряти 100 мл водопровідної води та додати 2–3 краплі метилоранжу. Розчин забарвиться у жовтий колір.
2. Визначити початковий рівень розчину хлоридної кислоти у бюретці.
3. Додавати хлоридну кислоту по краплях у колбу при безперервному перемішуванні до зміни забарвлення розчину на помаранчевий. При появі червоного забарвлення (кислого середовища) дослід переробити.
4. Визначити рівень кислоти у бюретці після титрування.
5. Проведіть дослід ще раз.
6. При розбіжності результатів двох визначень повторіть п.1–5.
7. Отримані дані запишіть у таблицю 1.

Таблиця 1 – Результати визначення карбонатної жорсткості води

№ з/п	Об'єм води $V_1$ , мл	Рівень НСІ у бюретці, мл		Об'єм НСІ, витрачений на титрування $V_2$ , мл	Середнє значення $V_2$ , мл	Концентрація НСІ, $C_{H}$ моль/л
		до титрування	після титрування			
1	100					
2	100					

За законом еквівалентів:

$$C_{H1} \cdot V_1 = C_{H2} \cdot V_2,$$

де  $V_1$  – об'єм водопровідної води, мл;

$C_{H1}$  – нормальна концентрація гідрогенкарбонатів у воді, моль/л;

$V_2$  – середнє значення об'єму хлоридної кислоти, витраченої на титрування, мл;

$C_{H2}$  – нормальна концентрація НСІ, моль/л.

Концентрація гідрогенкарбонатів у воді:

$$C_{H1} = \frac{C_{H2} \cdot V_2}{V_1} \text{ моль/л.}$$

Карбонатна жорсткість води  $J_k = C_{H1} \cdot 10^3$ , ммоль/л.

## Дослід 2. Визначення загальної жорсткості води.

Загальну жорсткість визначають титруванням проби води розчином трилону Б – динатрієвої солі етилендіамінтетраоцтової кислоти. Суть методики полягає в тому, що в слаболужному середовищі аніони індикатора хрому темно-синього утворюють із йонами кальцію та магнію комплексні сполуки винно-червоного кольору. У процесі титрування вони руйнуються внаслідок утворення більш міцних комплексних сполук катіонів кальцію та магнію з трилоном Б (титрантом). При цьому в точці еквівалентності аніони звільненого індикатора фарбують розчин у чорнильно-синій колір. Індикатор змінює своє забарвлення залежно від концентрації йонів кальцію та магнію і рН розчину. Тому для підтримки постійного значення рН  $\sim 10$  титрування проводять у присутності аміачно-буферного розчину:

1. У плоскодонну колбу відміряти 50 мл водопровідної води та додати 50 мл дистильованої води.

2. Внести у колбу 5 мл аміачно-буферного розчину та кілька кристалів індикатора темно-синього хрому.

3. Позначити початковий рівень трилону Б у бюретці.

4. Безперервно похитуючи колбу, додавати по краплях розчин трилону Б до зміни забарвлення від винно-червоного до бузкового. З цього моменту титрування потрібно проводити повільніше. Закінчення титрування встановлюють за появою чорнильно-синього кольору розчину.

5. Позначити рівень трилону Б у бюретці після титрування.

6. Дослід повторити ще раз.

7. При розбіжності результатів двох визначень повторіть п. 1–6.

8. Результати записати у таблицю 2.

Таблиця 2 – Результати визначення загальної жорсткості води

№ з/п	Об'єм води V, мл	Рівень Трилону Б у бюретці, мл		Об'єм Трилону Б, витрачений на титрування V <sub>2</sub> , мл	Середнє значення V <sub>2</sub> , мл	Концентрація Трилону Б, C <sub>н</sub> моль/л
		до титрування	після титрування			
1	50					
2	50					

Розрахунки зробіть за формулою:

$$C_{н1} \cdot V_1 = C_{н2} \cdot V_2,$$

де V<sub>1</sub> – об'єм водопровідної води, мл;

C<sub>н1</sub> – загальна концентрація солі Кальцію та Магнію у воді, моль/л;

V<sub>2</sub> – середнє значення об'єму Трилону Б, витраченого на титрування, мл;

C<sub>н2</sub> – нормальна концентрація Трилону Б, моль/л.

Загальна концентрація солі Кальцію та Магнію у воді:

$$C_{н1} = \frac{C_{н2} \cdot V_2}{V_1} \text{ моль/л.}$$

Загальна жорсткість води Ж<sub>заг</sub> = C<sub>н1</sub> · 1 000 ммоль/л.



## Визначення некарбонатної (постійної) жорсткості води

Постійну жорсткість  $J_{\text{пост}}$  визначте за такою формулою:

$$J_{\text{пост}} = J_{\text{заг}} - J_{\text{к}} \text{ (ммоль/л)}.$$

За величиною загальної жорсткості ( $J_{\text{заг}}$ ) воду можна охарактеризувати як:

- м'яку  $\leq 2$  ммоль/л;
- середньої твердості 2–10 ммоль/л;
- тверду  $> 10$  ммоль/л.

У висновках відзначте ступінь жорсткості досліджуваної води відповідно до наведеної шкали.

### Контрольні питання

1. Чим обумовлена жорсткість води? Яким чином потрапляють у воду солі жорсткості?
2. Які види жорсткості бувають? Одиниці виміру жорсткості. Наведіть формули солей, що обумовлюють кожен з видів жорсткості.
3. Яким методом визначають загальну жорсткість? Суть методу.
4. Яким методом визначають тимчасову жорсткість? Суть методу.
5. У чому полягає суть реагентного способу пом'якшення води? Які реагенти використовують для усунення карбонатної, некарбонатної жорсткості?
6. У чому полягає суть термічного методу пом'якшення води?

*Електронне навчальне видання*

Методичні рекомендації

до виконання лабораторних робіт  
із навчальної дисципліни

**«ЗАГАЛЬНА ТА НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ»**

**Модуль 2 Хімія елементів та їх сполук**

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
денної форми навчання зі спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія)*

Укладачі: канд. хім. наук Г. І. Гуріна,  
канд. хім. наук Т. Д. Панайотова

Відповідальний за випуск *Т. Д. Панайотова*

Редактор *М. О. Гаман*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2023, поз. 132М

---

Підп. до друку 02.09.2024. Формат 60 × 84/16.  
Ум. друк. арк. 3,4.

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Чорноглазівська (Маршала Бажанова), 17, Харків, 61002.  
Електронна адреса: office@kname.edu.ua  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 5328 від 11.04.2017.