

Волинський національний університет імені Лесі Українки  
Факультет хімії, екології та фармації  
Кафедра хімії та технологій

**О. М. Строк, І. А. Іващенко,  
І. І. Петрусь**

# **НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ**

Частина II

Методичні вказівки до лабораторних занять

Луцьк – 2021

*Рекомендовано до друку науково-методичною радою Волинського національного університету імені Лесі Українки (протокол № 6 від 17 лютого 2021 р.)*

**Рецензенти:**

**Лавринюк З. В.**, кандидат хімічних наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища Волинського національного університету імені Лесі Українки;

**Шемет В. Я.**, кандидат хімічних наук, доцент кафедри матеріалознавства Луцького національного технічного університету.

**О. М. Строк, І. А. Іващенко, І. І. Петрусь**

**Неорганічна хімія.** Частина II: Методичні вказівки до лабораторних занять для студ. спеціальностей – 014 Середня освіта (Хімія), 102 Хімія, 161 Хімічні технології та інженерія. Видання четверте, перероблене, доповнене. / Укладачі: Оксана Мар'янівна Строк, Інна Алімівна Іващенко, Ірина Іванівна Петрусь. – Луцьк: П “Зоря–плюс” ВОО ВОІ СОІУ, 2021. – 30 с.

Навчально–методичне видання містить тематичний план лабораторного практикуму, перелік питань та задач до кожної теми, детальний опис виконання лабораторного експерименту до кожного заняття, список рекомендованої літератури. Видання четверте, перероблене, доповнене.

Для студентів I курсу спеціальностей – 014 Середня освіта (Хімія), 102 Хімія, 161 Хімічні технології та інженерія; викладачів та лаборантів, які проводять лабораторні заняття.

УДК 546(075.8)

С 86

© Строк О. М., Іващенко І. А.,  
Петрусь І. І., 2021

## ЗМІСТ

Пояснювальна записка	4
План проходження лабораторного практикуму	4
<i>Лабораторна робота № 1. Бор, Алюміній та їх сполуки</i>	5
<i>Лабораторна робота № 2. Елементи підгруп Галію та Скандію та їх сполуки</i>	8
<i>Лабораторна робота № 3. Елементи II-а групи та їх сполуки</i>	10
<i>Лабораторна робота № 4. Елементи підгрупи Цинку та їх сполуки</i>	13
<i>Лабораторна робота № 5. Елементи I-а підгрупи та їх сполуки</i>	16
<i>Лабораторна робота № 6. Елементи підгрупи Купруму та їх сполуки</i>	19
<i>Лабораторна робота 7. Елементи VIII групи. Сполуки Феруму</i>	22
<i>Лабораторна робота 8. Елементи VIII-б підгрупи. Сполуки Кобальту та Ніколу. Платиноїди</i>	26
Список рекомендованої літератури	29

### *Пояснювальна записка*

Навчальна дисципліна «Неорганічна хімія» читається студентам галузей знань – 10 «Природничі науки» та 01 «Освіта», спеціальностей – 102 «Хімія», 014 Середня освіта (Хімія), освітньої програми «Хімія» протягом II-го семестру першого року навчання та I-го семестру другого року навчання. Згідно з навчальним планом на вивчення дисципліни відводиться 174 аудиторних годин – з них 102 години у II-му семестрі першого року навчання (34 лекційних та 68 лабораторних) та 72 години у I-му семестрі другого року навчання (24 лекційних та 48 лабораторних).

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Неорганічна хімія», частина II, містять методику експериментального виконання 8 лабораторних робіт, матеріали для самостійної індивідуальної роботи студентів і самоконтролю при вивченні теоретичного матеріалу. До кожної теми лабораторної роботи пропонується 15 теоретичних питань та 15 розрахункових задач, які студент зобов'язаний опрацювати та виконати самостійно. За час, що відводиться на виконання лабораторної роботи, студент повинен самостійно виконати експеримент, оформити роботу у спеціальному журналі та здати виконану і оформлену роботу викладачу.

#### *План проходження лабораторного практикуму*

<b>№ л.р.</b>	<b>Тема</b>	<b>Год</b>
1	Бор, Алюміній та їх сполуки	6
2	Елементи підгруп Галію та Скандію та їх сполуки	6
3	Елементи II-а групи та їх сполуки	6
4	Елементи підгрупи Цинку та їх сполуки	6
<b>Модульна контрольна робота № 1</b>		
5	Елементи I-а підгрупи та їх сполуки	6
6	Елементи підгрупи Купруму та їх сполуки	6
7	Елементи VIII-б підгрупи. Сполуки Феруму	6
8	Елементи VIII-б підгрупи. Сполуки Кобальту та Ніколу. Платиноїди	6
<b>Модульна контрольна робота № 2</b>		

## Лабораторна робота № 1

### Бор, Алюміній та їх сполуки

#### Питання для підготовки

1. Загальна характеристика елементів III-ої групи. 2. Порівняльна характеристика головної та побічної підгруп. 3. Одержання бору, фізичні властивості простої речовини. 4. Електронна будова. Типи зв'язків у сполуках. 5. Взаємодія бору з кислотами і лугами. 6. Огляд бінарних сполук Бору з Гідрогеном, металами. 7. Сполуки Бору з Нітрогеном, Сульфуром, галогенами. 8. Отримання та властивості бор оксиду. 9. Борна кислота та її солі. 10. Поширеність Алюмінію в природі. Методи добування. 11. Фізичні та хімічні властивості Алюмінію. 12. Галогеніди Алюмінію. 13. Сполуки Алюмінію з Сульфуром, Нітрогеном, Гідрогеном. 14. Оксид та гідроксид Алюмінію. 15. Солі Алюмінію, алюмосилікати.

#### Задачі для самостійного розв'язування

1. До 15 мл 1 М розчину алюміній хлориду додали 25 мл 2 М розчину натрій гідроксиду. Осад відфільтрували і прожарили. Знайти його масу і хімічний склад.
2. Сплав міді з алюмінієм масою 2 г обробили розчином лугу. Залишок розчинили в розведеній нітратній кислоті і прожарили. Маса залишку після прожарювання становила 0,8 г. Знайти склад вихідного сплаву (% мас.) та об'єм витраченого 40%-го розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,04$ ).
3. Маса суміші тривалентного металу та його оксиду рівна 21 г. Для повного розчинення цієї суміші потрібно 100 г 24%-го розчину натрій гідроксиду. При цьому виділяється 13,44 л газу. Знайти масові частки компонентів суміші та вказати метал.
4. Суміш порошоків алюмінію та натрій карбонату масою 35 г сплавляли у відкритому тиглі в атмосфері кисню. Знайти масові частки речовин в отриманій суміші, якщо її маса після сплавлення стала рівною 37,9 г.
5. Знайти формулу мінералу, що містить 10,04 % Алюмінію та 31,5 % Силіцію. Крім того мінерал містить Оксиген та невідомий елемент у співвідношенні 10,625:1.
6. 15 г суміші алюмінію та магнію розчинили в хлоридній кислоті, а газ, що виділився, пропустили спочатку через нагріту трубку з надлишком  $\text{CuO}$ , а потім через трубку з фосфор (V) оксидом. В результаті маса другої трубки зросла на 13,5 г. Знайти склад початкової суміші (% мас.)
7. Яку масу цинк гідроксиду потрібно додати до алюміній гідроксиду масою 15,6 г, щоб при прожарюванні цієї суміші маса одержаного твердого залишку становила 80 % від маси вихідних речовин?
8. Розрахувати масу борної кислоти та об'єм розчину натрій карбонату з масовою часткою розчиненої речовини 10 % ( $\rho = 1,102$ ), необхідні для одержання 955 г бури.
9. Газову суміш, одержану при прожарюванні 70 г суміші алюміній нітрату, амоній карбонату та крейди, пропустили через посудину, в якій

містився надлишок розчину хлоридної кислоти. Об'єм газової суміші при цьому зменшився на 8,96 л (н.у.). Суміш газів, що залишилися, пропустили крізь надлишок розчину кальцій гідроксиду. Утворилось 60 г осаду. Розрахувати масові частки (%) компонентів вихідної суміші.

10. На суміш силіцію, алюмінію та магнію подіяли гарячим розчином лугу. При цьому виділилось 35,84 л (н.у.) газу. При дії на таку ж масу суміші надлишку хлоридної кислоти одержали 26,88 л (н.у.) газу. Відомо, що кількості речовин алюмінію та магнію у суміші відносились як 2:3. Визначити масові частки речовин у вихідній суміші.

11. При дії надлишку лугу на суміш, що складається з силіцію, алюмінію та магній карбонату, одержали 2016 мл (н.у.) газу. При дії на таку ж масу вихідної суміші надлишком розбавленої сульфатної кислоти виділилось стільки ж газу, як і в попередньому досліді. Після пропускання газу, одержаного при взаємодії суміші з кислотою крізь надлишок розчину баритової води одержали осад масою 11,82 г. Визначити маси компонентів вихідної суміші.

12. Суміш малахіту та алюмінію прожарили на повітрі. Одержану суміш охолодили та зважили. Виявилось, що її маса дорівнює масі вихідної суміші. Визначити масову частку алюмінію у вихідній суміші.

13. Визначити процентний склад суміші цинку, алюмінію та міді, якщо при взаємодії 5 г її з надлишком лугу виділилось 2,016 л водню (н.у.), а маса залишку після промивання і висушування становила 1,5 г.

14. Еквімолярну суміш алюмінію та алюміній оксиду розчинили у стехіометричній кількості хлоридної кислоти, яка містилась у розчині з невідомою масовою часткою речовини. При цьому одержали розчин з масовою часткою солі 13,35%. Визначити масову частку (у %) кислоти у вихідному розчині.

15. На суміш алюміній оксиду та ферум (III) оксиду подіяли розчином лугу. Нерозчинений залишок відфільтрували і зважили. Його маса зменшилась на 2,04 г у порівнянні з масою вихідної суміші. При відновленні металів із такої ж маси вихідної суміші чадним газом виділився карбон диоксид об'ємом 3,36 л (н.у.). Визначити масову частку алюміній оксиду у вихідній суміші і відношення кількостей речовин алюміній оксиду та ферум (III) оксиду.

### *Хід виконання роботи*

#### *Дослід 1. Кислотні властивості ортоборатної кислоти*

У трьох пробірках з 5-6 краплями дистильованої води розчинити при нагріванні декілька кристаликів борної кислоти. В одну з пробірок додати 3-5 крапель нейтрального розчину лакмусу. Відмітити зміну його забарвлення. В другу пробірку внести невелику кількість металічного магнію. Відмітити виділення газу. Якого? У третю пробірку опустити на декілька секунд смужку індикаторного паперу і порівняти її забарвлення із забарвленням еталонної шкали. Зробити висновок про рН борної кислоти в даному розчині.

Написати рівняння реакцій: а) взаємодії борної кислоти з магнієм; б) дисоціації борної кислоти. Записати значення рН в отриманому розчині борної кислоти. Сильним чи слабким електролітом є борна кислота?

## ***Дослід 2. Отримання малорозчинних боратів***

У три пробірки внести по 3-4 краплі насиченого розчину  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  і додати по декілька крапель розчинів: у першу – аргентум (I) нітрату, у другу – купрум (II) сульфату, у третю – алюміній сульфату. Відмітити кольори осадів.

Написати рівняння реакцій, враховуючи, що у всіх реакціях бере участь вода і утворюється борна кислота, а також, що у першій пробірці випадає осад аргентум (I) метаборату, у другій – основна сіль купруму  $\text{CuOHBO}_2$  – купрум (II) гідроксометаборат, у третій – алюміній гідроксид. Чому в останніх двох пробірках не утворились середні солі – купрум (II) борат і алюміній борат? Відповідь пояснити написати рівняння відповідних реакцій.

## ***Дослід 3. Взаємодія алюмінію з розбавленими кислотами***

У три пробірки внести по 5-6 крапель 2 н розчинів кислот: хлоридної, сульфатної, нітратної. У кожен пробірку опустити по маленькому шматочку алюмінію. Чи скрізь протікає реакція на холоді? Нагріти пробірки. Що спостерігається? Написати рівняння реакцій. Який газ виділяється при взаємодії алюмінію з розбавленою нітратною кислотою? З розбавленими хлоридною та сульфатною кислотами?

## ***Дослід 4. Взаємодія алюмінію з концентрованими кислотами***

Проробити дослід аналогічний попередньому, взявши замість розбавлених кислот концентровані. Як протікають реакції на холоді? З якою кислотою алюміній не взаємодіє? Чому? Нагріти пробірки. Як впливає нагрівання на протікання реакцій?

Описати спостережувані явища. Відповісти на питання. Написати рівняння реакцій, враховуючи, що при нагріванні нітратна кислота відновлюється до нітроген (IV) оксиду, а сульфатна кислота – до сульфур (IV) оксиду і частково до вільної сірки при нагріванні. Чи впливає зміна концентрації хлоридної кислоти на характер її взаємодії з алюмінієм?

## ***Дослід 5. Розчинення алюмінію у водному розчині лугу***

Внести у пробірку шматочок алюмінію додати 3-4 краплі води. Нагріти пробірку. Чи спостерігається виділення водню? Додати у пробірку декілька крапель лугу. Відмітити інтенсивне виділення водню.

Описати спостережувані явища. Пояснити їх. Написати рівняння реакції взаємодії алюмінію з розчином лугу.

## ***Дослід 6. Пасивування алюмінію***

Помістити у дві пробірки по шматочку алюмінію і обробити метал протягом 5-6 хв. на холоді в одній пробірці нітратною кислотою, а в другій – 10%-ним розчином калій дихромату. Злити розчини, промити метал водою і додати в кожен декілька крапель 2 н хлоридної кислоти. Чому оброблений таким способом алюміній не реагує з хлоридною кислотою?

## ***Дослід 7. Вплив хлорид-іона на корозію алюмінію***

Хлорид-йон є сильним активатором корозії. Його присутність у розчині сприяє руйнуванню захисної плівки алюміній оксиду, внаслідок чого корозія підсилюється.

У дві пробірки помістити по шматочку алюмінію і додати в одну з них 7-8 крапель купрум (II) сульфату, а в другу – стільки ж розчину купрум (II) хлориду. Відмітити різний результат в обох випадках: в той час як у першій пробірці алюміній залишається майже без змін, то в другій він швидко вкривається нальотом міді. Написати відповідні рівняння реакцій.

***Дослід 8. Забарвлення полум'я, зумовлене присутністю борної кислоти. (Демонстраційний)***

Розжарити у полум'ї пальника платинову дротинку, відмітити забарвлення полум'я. Опустити розжарену дротинку в порошок борної кислоти і знову внести в полум'я. Яке забарвлення дає борна кислота?

***Дослід 9. Отримання перлини бури. (Демонстраційний)***

Нагріти в полум'ї пальника платинову дротинку з вушком на кінці і торкнутись нею до кристаликів бури. Знову нагріти дротинку з кристаликами бури до сплавлення їх у прозору скловидну масу. Злегка охолодженою краплею обережно торкнутись порошку солі кобальту, щоб захопити невелику кількість солі. Потім знову нагріти дротинку в полум'ї пальника до отримання однорідної скловидної маси. Охолодити перлину і відмітити її забарвлення.

Написати рівняння розкладу натрій тетраборату на натрій метаборат та бор оксид і взаємодії бор оксиду з сіллю кобальту, що відбувається з утворенням кобальт (II) метаборату і нітроген (V) оксиду. Написати загальне рівняння взаємодії бури з сіллю кобальту. Після досліду платинову дротинку слід очистити, для чого розбити перлину легким постукуванням, промити у хлоридній кислоті і прожарити дротинку у полум'ї пальника.

## **Лабораторна робота № 2**

### **Елементи підгруп Галію та Скандію та їх сполуки**

#### ***Питання для підготовки***

1. Порівняльна характеристика головної та побічної підгруп. 2. Фізичні та хімічні властивості елементів підгрупи Галію. 3. Оксиди та гідроксиди елементів підгрупи Галію. 4. Огляд безкисневих сполук Ga, In, Tl. 5. Положення у Періодичній системі елементів підгрупи Скандію. Зміна властивостей елементів по підгрупі. 6. Чому для елементів підгрупи Скандію на відміну від інших елементів побічних підгруп спостерігається поступове збільшення атомного радіусу та зниження потенціалу іонізації? 7. Відношення елементів підгрупи Скандію до води, кислот, лугів. 8. Оксиди та гідроксиди елементів підгрупи Скандію, їх властивості. 9. Електронні конфігурації Лантану та лантаноїдів. 10. На які дві родини поділяють лантаноїди? На чому ґрунтується такий розподіл? 11. „Лантаноїдний стиснення” та внутрішня періодичність лантаноїдів. У чому вони полягають та як впливають на зміну властивостей елементів від Церію до Лютецію? 12. Огляд сполук лантаноїдів. 13. Положення в Періодичній системі актиноїдів. Електронні конфігурації Актинію та актиноїдів. 14. Які ступені окиснення характерні для актиноїдів? 15. Огляд сполук актиноїдів.



### Задачі для самостійного розв'язування

1. Чи випаде осад при змішуванні 300 мл 0,02 М розчину талій (I) нітрату з 100 мл 0,004 М розчину хлоридної кислоти? Вказати добуток концентрацій відповідних іонів. ( $DP_{TlCl} = 1,7 \cdot 10^{-4}$ )
2. У колбі об'ємом 500 мл містилось 100 мл 20%-го розчину калій гідроксиду ( $\rho = 1,186$ ) при ст. ум. У розчин помістили 3 г галію, колбу закрили, а після закінчення реакції охолодили до попередньої температури. Знайти кінцевий тиск у колбі.
3. Визначити розчинність  $Tl_2CrO_4$  у 2 л насиченого розчину, якщо ДР солі становить  $9,8 \cdot 10^{-13}$ .
4. Який об'єм 0,2 н розчину  $HBr$  потрібно додати до 100 мл 0,5 М розчину талій (I) нітрату для повного осадження іонів  $Tl^+$  ( $DP_{TlBr} = 3,9 \cdot 10^{-6}$ )
5. Розчинність  $TlI$  при  $20^\circ C$  становить  $6 \cdot 10^{-3}$  г на 100 г води. Визначити добуток розчинності солі.
6. Які речовини можна осадити при дії 1 л 0,005 М розчину талій (I) нітрату на такий же об'єм розчину, що містить 0,02 моль/л натрій броміду та 0,001 моль калій йодиду? ( $DP_{TlBr} = 3,9 \cdot 10^{-6}$ ,  $DP_{TlI} = 6,5 \cdot 10^{-8}$ )
7. Знайти температуру замерзання розчину, отриманого при взаємодії 2 г галію з 5 мл 4 М розчину хлоридної кислоти ( $\rho = 1,07$ ).
8. Маса колби з газоподібним уран фторидом рівна 172,68 г, а маса тієї ж колби з повітрям – 162,07 г. Визначте формулу уран фториду, якщо маса тієї ж колби з карбон (IV) оксидом дорівнює 162,56 г. Маса всіх газів визначили при однаковому тиску та температурі.
9. Записати рівняння реакції гідролізу скандій нітрату за першим ступенем. Розрахувати рН 0,001 М розчину цієї солі. ( $K_d = 7,6 \cdot 10^{-10}$ )
10. Чи випаде осад, якщо змішати 125 мл 0,01 М розчину лантан хлориду з 175 мл 0,1 М розчину натрій сульфату.
11. Гази, що виділились при термічному розкладі 7,5 г лантан нітрату пропустили через 1 л води. Яка концентрація одержаного розчину, якщо вважати взаємодію газів повною.
12. Використовуючи значення стандартних електродних потенціалів, встановити, які з наведених сполук можуть бути окисниками щодо  $Ce^{3+}$ , а які - відновниками щодо  $Ce^{4+}$ : а) концентрована  $HCl$ ; б) розчин  $FeSO_4$ ; в)  $H_2O_2$ ; г)  $HI$ ; д)  $KMnO_4$  у кислому середовищі; е)  $KMnO_4$  у нейтральному середовищі; ж)  $Br_2$  в лужному середовищі; з) розчин  $NaVO_3$ .
13. Який об'єм хлору витратиться на окиснення церій (III) гідроксиду, що міститься у 100 мл 0,1 н розчину, у лужному середовищі?
14. Визначити масові частки  $La(NO_3)_3$  та  $Pr(NO_3)_3$  у суміші, якщо при її повному термічному розкладі маса твердого залишку виявилась на 32,4 г меншою за масу вихідної суміші солей, а маси речовин відносились як 1:2?
15. Написати рівняння хімічних реакцій:
  - а)  $PuO(NO_3)_2 + K_2S_2O_8 + H_2O =$  ;
  - б)  $NpO(NO_3)_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 =$  ;
  - в)  $Ba_3(NpO_5)_2 + HCl =$  ;
  - г)  $K_2NpO_4 + O_3 + KOH =$
  - г)  $AmO_2F_2 + H_2O_2 + H_2SO_4 =$
  - д)  $Pa_2O_5 + H_2SO_4 =$
  - е)  $AmO_2 + HCl =$
  - е)  $Np(NO_3)_4 + I_2 + H_2O =$

## *Хід виконання роботи*

### *Дослід 1. Взаємодія галію з кислотами*

У три пробірки внести по маленькому шматочку металічного галію і додати в кожную окремо по 3-5 крапель концентрованих кислот: хлоридної, сульфатної, нітратної. Як відбувається реакція на холоді? Який газ виділяється при розчиненні галію в хлоридній кислоті? Які гази виділяються при взаємодії з сульфатною і нітратною кислотами?

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

Аналогічний дослід проробити з індієм. Чи однаково інтенсивно протікають реакції взаємодії галію та індію з кислотами?

Написати рівняння відповідних реакцій, враховуючи, що у всіх випадках галій та індію окиснюються до тривалентного стану.

### *Дослід 3. Взаємодія солі лантану з лугом*

Помістити у пробірку 3-4 краплі солі лантан (III) нітрату і осадити лантан (III) гідроксид рівним об'ємом розчину лугу. Розділити отриману речовину на дві пробірки. Додати в одну з них надлишок лугу. Чи розчиняється отриманий осад лантан (III) гідроксиду? У другу пробірку додати розчин нітратної кислоти. Який характер лантан (III) гідроксиду? Записати рівняння реакцій.

### *Дослід 4. Добування малорозчинних солей лантану*

У три пробірки помістити по 3-4 краплі розчину лантан (III) нітрату. У першу пробірку додати 2-3 краплі розчину натрій ортофосфату, у другу – стільки ж 1 н розчину оксалатної кислоти, в третю – 1-2 краплі розчину натрій флуориду. Записати рівняння реакцій.

## **Лабораторна робота № 3**

### **Елементи II-а групи та їх сполуки**

#### *Питання для підготовки*

1. Загальна характеристика s-елементів II-ої групи. 2. Електронна будова атомів та типи зв'язків у сполуках. 3. Зміна по підгрупі металічних, кислотно-основних властивостей. 4. Діагональна подібність елементів. У чому проявляється і для яких елементів підгрупи? 5. Фізичні властивості елементів II-а підгрупи. Одержання та застосування металів та їх сполук. 6. Відношення елементів підгрупи Берилію до води, кислот і лугів. 7. Галогеніди та халькогеніди елементів підгрупи Берилію. 8. Бінарні сполуки (карбіди, нітриди, гідриди). 9. Отримання та властивості оксидів елементів підгрупи Берилію. 10. Пероксиди елементів II-а підгрупи. 11. Гідроксиди лужноземельних металів. Вапняна та баритова вода. 12. Солі елементів підгрупи Берилію. 13. Гідроліз сполук елементів підгрупи Берилію. 14. Твердість води та способи її усунення. 15. В'язучі будівельні матеріали.

### Задачі для самостійного розв'язування

1. Деяку масу кристалогідрату магній карбонату прожарили до припинення виділення газів. При пропусканні їх через промивні склянки з концентрованою сульфатною кислотою і вапняною водою маса першої зросла на 1,8 г, а в другій випало 1,97 г осаду. Знайти склад і масу вихідного кристалогідрату.
2. При взаємодії суміші магнію і магній карбонату з хлоридною кислотою виділилось 11,2 л газу. Після спалювання цього газу і конденсації водяної пари об'єм газу зменшився до 4,48 л. Знайти масову частку (%) магнію в суміші.
3. До 250 мл 0,1 М розчину магній нітрату додали 194 мл 4,3 %-го розчину барій гідроксиду ( $\rho = 1,03$ ). Які речовини будуть у розчині? Знайти молярні концентрації речовин в отриманому розчині, якщо сумарний об'єм розчину після виділення осаду зменшився на 4 мл.
4. Знайти об'єм водню, що виділиться при обробці розчином натрій гідроксиду суміші, отриманої при сплавленні 6 г магнію з 45 г силіцій оксиду.
5. Знайти масові частки барій оксиду та пероксиду в суміші, якщо при обробці 5 г її сульфатною кислотою виділилося 0,197 л ( $\rho = 1,465$ ) гідроген пероксиду. Яка маса утвореного при цьому барій сульфату?
6. Через розчин, що містив 29,6 г кальцій гідроксиду, пропустили 6 л суміші нітроген диоксиду та вільного азоту (об'ємні частки їх 30 % та 70 %, відповідно). Розчин обережно випарили. Знайти вміст кальцій гідроксиду в сухому залишку.
7. Який об'єм вуглекислого газу (н.у.) і масу гашеного вапна можна отримати з 1 т вапняку, що містить 10% домішок?
8. Використовуючи табличні дані, знайти розчинність карбонатів кальцію та магнію в моль/л, г/л та г/100 г води.
9. Через розчин, що містить 29,6 г кальцій гідроксиду, пропустили 6 л суміші нітроген диоксиду та азоту (об. ч. 30% та 70%). Розчин обережно випарували. Знайти вміст кальцій гідроксиду в сухому залишку.
10. Загальна твердість зразка води становить 6,52 ммоль/л, а карбонатна – 3,32 ммоль/л. Яку масу кальцій гідроксиду та кальцинованої соди потрібно взяти, щоб усунути твердість 5 л такої води?
11. При обробці натрій карбонатом 0,25 л води, твердість якої зумовлена тільки кальцій нітратом, в осад випало 37,8 мг кальцій карбонату. Чому дорівнює твердість такої води (в ммоль/л)?
12. Знайти постійну твердість води, якщо для видалення іонів кальцію, які містились в 50 л такої води, витрачено 21,6 г безводної бури.
13. В який бік зміститься рівновага реакції термічного розкладу кальцій карбонату, якщо тиск у системі підняти втричі, а температуру на  $40^{\circ}\text{C}$ ? Температурні коефіцієнти прямої та зворотної реакцій 3 та 2 відповідно.
14. Концентрація іонів  $\text{Ca}^{2+}$  у зразку твердої води становить  $2 \cdot 10^{-3}$  моль/л. Визначити максимальну концентрацію флуорид-іонів, яка може бути досягнута у такій воді.

15. Знайти об'єм гідроген сульфїду, що виділиться при взаємодії 60 г магнію з 500 мл 55 %-ної сульфатної кислоти ( $\rho = 1,455$ ) при  $18^{\circ}\text{C}$  та тиску 96 кПа.

### *Хід виконання роботи*

#### ***Дослід 1. Взаємодія магнію з водою***

Внести у пробірку невелику кількість магнієвого порошку і додати 5-6 крапель дистильованої води. Відмітити відсутність реакції за кімнатної температури. Нагріти пробірку невеликим полум'ям пальника. Що спостерігається? Додати до отриманого розчину краплю розчину фенолфталеїну. На присутність яких іонів вказує поява забарвлення фенолфталеїну? Написати рівняння реакції.

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

У дві пробірки внести невелику кількість магнієвого порошку. В одну додати декілька крапель 2 н розчину хлоридної кислоти, а в другу – таку ж кількість 2 н розчину нітратної кислоти.

Що відбувається з магнієм? Який газ виділяється при взаємодії магнію з хлоридною кислотою? з нітратною кислотою? Написати рівняння реакцій.

#### ***Дослід 3. Добування магній гідроксиду та його розчинення в кислотах та в солях амонію***

У дві пробірки внести по 3-4 краплі солі магнію і в кожну з них додати таку ж кількість 4 н розчину натрій гідроксиду. В одну з пробірок додати розчин хлоридної кислоти до повного розчинення осаду. Осад у другій пробірці розчинити у 2 н розчині амоній хлориду. В якому випадку для розчинення осаду потрібна була більша кількість реактиву?

Написати рівняння реакцій. Користуючись величиною добутку розчинності, пояснити розчинення магній гідроксиду в амоній хлориді та хлоридній кислоті. У якому реактиві розчинення осаду відбулося легше? Чому?

#### ***Дослід 4. Добування магній гідроксикарбонату***

У пробірку внести 2-3 краплі розчину солі магнію та додати декілька крапель розчину натрій карбонату до утворення осаду магній гідроксикарбонату. Спостерігати виділення газу (якого?). Подіяти на осад 3-5 краплями хлоридної кислоти, відмітити відношення магній гідроксикарбонату до хлоридної кислоти. Написати рівняння реакції добування магній гідроксикарбонату та його розчинення в кислоті.

#### ***Дослід 5. Порівняння розчинності гідроксидів кальцію і барію***

Налити в дві пробірки по 2 мл розчину магній хлориду і додати такі самі об'єми: в одну пробірку – вапняної води, а в другу – баритової води. Звернути увагу на різну кількість осаду в кожній пробірці.

Наливши в одну пробірку 2 мл розчину кальцій хлориду, додати такий самий об'єм баритової води; наливши в другу пробірку розчин хлориду барію, долити вапняної води. Що при цьому спостерігається? Який висновок можна зробити на основі проведених дослідів? Написати рівняння реакцій.

### ***Дослід 6. Хромати лужноземельних металів***

У три пробірки окремо внести по декілька крапель солей кальцію, стронцію, барію. У кожну з них додати по декілька крапель розчину калій хромату. Хромати яких металів випадають в осад? Відмітити їх забарвлення. Випробувати дію ацетатної кислоти на осад цих хроматів. Знову добути хромати і випробувати дію на них хлоридної кислоти. Записати відповідні рівняння реакцій, дати пояснення.

### ***Дослід 7. Забарвлення полум'я солями лужноземельних металів (Демонстраційний)***

Платинову дротинку внести у концентровану хлоридну кислоту, а потім прожарити у полум'ї пальника. Чиста дротинка не повинна забарвлювати полум'я. Очищену платинову дротинку внести в розчин солі барію і знову внести в полум'я пальника. Відмітити забарвлення полум'я. Дослід повторити з розчинами солей стронцію і кальцію. Описати спостережені явища.

## **Лабораторна робота № 4**

### **Елементи підгрупи Цинку та їх сполуки**

#### ***Питання для підготовки***

1. Положення в Періодичній системі, будова атомів *d*-елементів II-ої групи. 2. Зміна атомних радіусів, іонізаційних потенціалів, електронегативностей елементів підгрупи Цинку. 3. Знаходження у природі та добування цих елементів. 4. Застосування Zn, Cd, Hg та їх сполук. 5. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. 6. Відношення простих речовин до повітря, води, кислот, лугів. 7. Оксиди елементів, їх властивості. 8. Гідроксиди елементів, їх властивості. 9. Сполуки Меркурію у різних ступенях окиснення, їх властивості. 10. Амальгами, їх властивості. 11. Солі Zn, Cd, Hg. Гідроліз солей. 12. Солі Цинку в катіонній та аніонній формах. 13. Комплексоутворення Zn, Cd, Hg: амоніакати, ціанідні та галогенідні комплекси, їх стійкість. 14. Токсичність кадмію та меркурію. 15. Порівняльна характеристика елементів головної та побічної підгрупи II групи.

#### ***Задачі для самостійного розв'язування***

1. Який об'єм 2 М розчину натрій гідроксиду необхідний для повного розчинення 9,9 г цинк гідроксиду?
2. Сплав цинку з алюмінієм масою 0,156 г обробили надлишком хлоридної кислоти. При цьому отримано 144 мл газу при 20°C і тиску 99,3 кПа. Знайти масову частку цинку у сплаві.
3. У розчин, що містить 4 г купрум (II) сульфату, опустили кадмієву пластинку. Після повного витіснення міді маса пластинки зменшилась на 3 %. Визначити масу опущеної в розчин пластинки.
4. Розчинили у воді 2,65 г безводних сульфатів цинку і кадмію. Через розчин пропускали електричний струм силою 0,536 А протягом 90 хв до

повного виділення цинку і кадмію. Визначити склад суміші сульфатів у масових частках.

5. Під час перевірки лабораторії виявлено, що тиск насичених парів ртуті в ній при кімнатній температурі (20°C) становить 0,173 Па. Гранично допустима концентрація (ГДК) парів ртуті в повітрі робочих приміщень 0,01 мкг/л. Обчислити, у скільки разів концентрація насичених парів ртуті у повітрі цієї лабораторії перевищує ГДК.

6. Який об'єм повітря затрачено на отримання 260 г цинку з 1 т цинкової обманки. Чому дорівнює маса цинк сульфід у такій руді?

7. При якому значенні рН (при 25°C) почне випадати осад з 0,1 М розчину кадмій (II) сульфату при додаванні натрій гідроксиду?

8. Константа нестійкості іонів  $[\text{HgI}_4]^{2-}$  рівна  $1,38 \cdot 10^{-30}$ . Скільки грамів меркурію у вигляді іонів міститься в 0,1 л 0,01 М розчину  $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ , в якому знаходиться ще й 5 г натрій іодиду?

9. При розчиненні у хлоридній кислоті 5,58 г суміші порошоків заліза і цинку виділилось 2061 мл водню (н.у.). Визначити склад суміші у мольних частках.

10. Для повного виділення міді і кадмію з 250 мл розчину, що містив 2,885 їх сульфатів, пропускали струм силою 0,134 А протягом 6 год. Визначити молярну концентрацію купрум (II) сульфату та цинк сульфату у розчині.

11. При розчиненні у лузі 4 г сплаву цинку з алюмінієм виділилось 3808 мл (н.у.) газу. Визначити масову частку металів у сплаві у відсотках.

12. При розчиненні у сульфатній кислоті суміші цинк оксиду і купрум (II) оксиду утворилось 10,44 г безводних сульфатів цих металів. Визначити склад взятої суміші оксидів.

13. У ряді  $\text{HgCl}_2$ – $\text{HgBr}_2$ – $\text{HgI}_2$  розчинність сполук у воді різко зменшується (0,27–0,017–0,00013 моль/л). Дати пояснення цьому факту та визначити коефіцієнт розчинності цих солей, прийнявши густину розчинів за 1 г/см<sup>3</sup>.

14. При спалюванні 251,2 г суміші піриту та цинкової обманки утворилось 71,68 л (н.у.) сульфур диоксиду. Визначити склад суміші.

15. До розчину цинк бромід та натрій іодиду, маса розчинених речовин у якому становить 60 г, долили розчин аргентум нітрату об'ємом 1247,7 мл з масовою часткою солі 10% та густиною 1,09 г/мл. Осад, що випав, відфільтрували. На нейтралізацію фільтрату витратили 150 мл розчину хлоридної кислоти із концентрацією хлороводню 2 моль/л. Визначити масову частку цинк бромід у суміші.

### *Хід виконання роботи*

#### *Дослід 1. Розчинення цинку в кислотах і лугах*

Налити у пробірку декілька крапель 2 н розчину сульфатної кислоти, внести гранулу цинку і злегка підігріти. Те ж саме проробити з концентрованою сульфатною кислотою і за запахом визначити виділення сульфур диоксиду. Таким самим способом перевірити розчинність цинку в 2 н розчині хлоридної кислоти і в 2 н розчині лугу.

Описати спостережувані явища. Написати відповідні рівняння реакцій. Чому розбавлена і концентрована сульфатна кислота по різному реагує з цинком?

### ***Дослід 2. Отримання гідроксидів Zn(II), Cd(II), Hg(II) та їх особливості***

Налити у три пробірки розчини солей цинку, кадмію та ртуті (II). а потім в кожну з них додати по одній краплі лугу. Що спостерігається? Написати рівняння реакції, враховуючи, що у випадку з Ртуттю утворюється HgO.

Розділити отримані осадки на дві пробірки і перевірити, як вони будуть взаємодіяти з лугом і кислотою. Написати рівняння реакцій.

### ***Дослід 3. Добування цинк сульфідів і кадмій сульфідів***

У дві пробірки, в одній з яких міститься декілька крапель розчину солі цинку, а в іншій – солі кадмію, додати по 2-3 краплі розчину натрій сульфідів. Відмити забарвлення осадків і додати в кожну пробірку по одній краплі 2 н розчину хлоридної кислоти. Який з сульфідів є більш розчинним у хлоридній кислоті?

Користуючись величинами добутоків розчинності, пояснити різну розчинність сульфідів цинку і кадмію у кислоті. Написати рівняння реакцій.

### ***Дослід 4. Гідроліз солей Цинку і Кадмію***

Помістити в одну пробірку декілька кристаликів солі Цинку, в іншу – солі Кадмію і розчинити їх у воді. Додати в кожну пробірку по 2-3 краплі розчину лакмусу і злегка підігріти. У третю пробірку налити 1-2 краплі води і 3-4 краплі розчину лакмусу і порівняти забарвлення розчину у цій пробірці із забарвленням отриманих розчинів. На яку реакцію середовища вказує забарвлення лакмусу у розчинах солей? Написати в молекулярній та іонній формах рівняння реакцій цих процесів.

### ***Дослід 5. Комплексні сполуки Цинку і Кадмію***

Помістити у пробірку 1 краплю розчину солі Цинку і додати 2 краплі 2 н розчину амоніаку. Осад якого кольору утворився? Краплями у пробірку додавати надлишок амоніаку до розчинення осаду. Такий же дослід проробити з розчином солі Кадмію.

Написати рівняння реакцій, вважаючи, що характерним координаційним числом для обох іонів-комплексотворювачів є 4. Написати рівняння дисоціації отриманих комплексних сполук і комплексних іонів, а також вирази для констант нестійкості. Виписати з довідника числові значення констант нестійкості обох комплексів і пояснити різну міцність комплексних іонів.

### ***Дослід 6. Взаємодія солей Ртуті з надлишком калій йодиду***

Помістити у пробірку 1-2 краплі розчину ртуті (II) нітрату і осадити ртуті (II) йодид, додавши 2 краплі розчину калій йодиду. Додати надлишок розчину калій йодиду. Що відбулося з осадом? Що можна сказати про розчинність комплексної сполуки HgI<sub>2</sub>·2KI? Написати координаційну формулу цієї сполуки, враховуючи, що іон ртуті Hg<sup>2+</sup> має координаційне

число 4. До отриманого розчину додати 2 краплі розчину аргентум нітрату. Як пояснити випадання осаду?

Провести такі ж самі досліди з розчином меркурій (I) нітрату.

Відповісти на питання, назвати обидві комплексні солі, написати рівняння реакцій у молекулярній та іонній формах. Написати вирази констант нестійкості отриманого комплексного аніона.

#### ***Дослід 7. Взаємодія солей Меркурію з натрій сульфідом***

Помістити у пробірку 1-2 краплі розчину меркурій (II) нітрату і додати 2 краплі розчину натрій сульфід. Спостерігати за утворенням чорного осаду меркурій (II) сульфід.

У другій пробірці до 1-2 крапель розчину меркурій (I) нітрату додати 2 краплі натрій сульфід. Спостерігати за випаданням чорного осаду меркурій (II) сульфід. Написати рівняння відповідних реакцій.

#### ***Дослід 8. Отримання меркурій (I) ацетату***

Помістити у пробірку 1-2 краплі розчину меркурій (I) нітрату і додати 2 краплі розчину натрій ацетату. Спостерігати за утворенням білого осаду меркурій (I) ацетату. Залишити осад на деякий час стояти на світлі. Що відбувається? Написати рівняння реакцій.

#### ***Дослід 9. Взаємодія меркурій (II) нітрату з надлишком калій тіоціанату***

До 2-3 крапель розчину меркурій (II) нітрату додати 4-5 крапель насиченого розчину калій тіоціанату. Написати координаційну формулу отриманої сполуки  $\text{Hg}(\text{SCN})_2 \cdot 2\text{KSCN}$ . Додати 2-3 краплі розчину солі кобальту. При цьому протікає реакція:  $[\text{Hg}(\text{SCN})_4]^{2-} + \text{Co}^{2+} = \text{Co}[\text{Hg}(\text{SCN})_4]$ . Звернути увагу на забарвлення осаду. Навести назви комплексних сполук.

## **Лабораторна робота № 5**

### **Елементи I-а групи та їх сполуки**

#### ***Питання для підготовки***

1. Загальна характеристика s-елементів I-ої групи. 2. Електронна будова та тип зв'язків у сполуках. 3. Форми знаходження лужних металів у природі. 4. Добування та застосування лужних металів. 5. Фізичні властивості лужних металів. 6. Особливості взаємодії лужних металів з киснем. 7. Взаємодія лужних металів з галогенами, сіркою, азотом. 8. Відношення лужних металів до води, кислот та основ. 9. Бінарні сполуки лужних металів з Оксигеном. 10. Отримання та властивості лугів. 11. Каустична сода. Натронне вапно. 12. Карбонати лужних металів. Отримання, властивості та застосування. 13. Нітрати лужних металів. Отримання, властивості та застосування. 14. Якісні реакції на іони лужних металів. 15. Подвійні солі, галуни, тектогідрати.



### Задачі для самостійного розв'язування

1. Знайти маси калій хлориду та натрій хлориду в суміші, якщо на осадження всіх іонів хлору з 5,32 г такої суміші витрачено 500 мл 0,16 М розчину аргентум нітрату.
2. Знайти масові частки солей, що утворюються при розчиненні 24,6 л хлору (н.у.) в 320 мл 30 %-го гарячого розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,22$ ).
3. Водний розчин натрій гідроксиду піддали електролізу протягом 268 годин при силі струму 10 А. Після електролізу залишилося 50 г 24 %-го розчину NaOH. Знайти масову частку лугу у вихідному розчині.
4. Після прожарювання 24 г суміші натрій сульфату, нітрату та гідрогенкарбонату виділився газ об'ємом 2,24 л (н.у.). При пропусканні цього газу через надлишок вапняної води отримано 5 г осаду. Знайти склад вихідної суміші.
5. Для того, щоб перевести у середню сіль 9,5 г суміші натрій гідроген– і дигідрогенфосфатів потрібно 10 мл 27,69 %-го розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,3$ ). Знайти масу натрій гідрогенфосфату у суміші.
6. При поглинанні нітроген диоксиду надлишком розчину KOH (без доступу повітря) утворилось 40,4 г калій нітрату. Яку масу міді треба розчинити у надлишку концентрованої нітратної кислоти, щоб отримати таку ж кількість NO<sub>2</sub>?
7. Під час електролізу 200 мл 20%-го розчину натрій сульфату ( $\rho = 1,14$ ) виділилось 11,6 л кисню (н.у.). Знайти масу речовини, що розклалась, та масову частку натрій сульфату в отриманому розчині.
8. 0,01 М водний розчин сполуки Fe(CN)<sub>3</sub>·3KCN замерзає при -0,065°C. Знайти уявний ступінь дисоціації зовнішньої сфери комплексу.
9. Чи випаде осад CsMnO<sub>4</sub>, якщо до 0,5 л 0,01 М розчину CsCl долити 0,1 л 0,005 М розчину KMnO<sub>4</sub>? ( $DP_{CsMnO_4} = 9,1 \cdot 10^{-5}$ ).
10. У суміші калій нітриду та магній нітриду кількість речовини Нітрогену на 0,4 моль більша, ніж кількість речовини Калію, а кількість речовини Магнію у 1,5 разу більша, ніж кількість речовини Калію. Яка маса вихідної суміші?
11. Сплав калію та міді масою 100 г, у якому кількості речовин металів відносилися відповідно як 1:4, помістили у воду об'ємом 0,5 л. Нерозчинний залишок відділили. Визначити масову частку розчиненої речовини в одержаному розчині.
12. Зразок сплаву літію та цинку розчинили у хлоридній кислоті. Визначити масові частки металів у сплаві, якщо маса газу, що виділився, становить 10% від маси сплаву.
13. При повному термічному розкладі суміші калій хлорату, калій перманганату, калій нітрату та меркурій (II) оксиду одержали 47,04 л (н.у.) кисню. Відомо, що об'єми кисню, добуті за відповідними рівняннями реакцій, відносяться між собою як 3:2:1:1. Як відносились кількості речовин компонентів вихідної суміші?
14. Суміш натрій карбонату та натрій гідрогенкарбонату масою 43,8 г нагрівали до тих пір, доки не припинилось зменшення маси суміші. Маса

охолодженого твердого залишку становить 41,1 г. Розрахувати масові частки солей (у %) у вихідній суміші.

15. При обробці водою 29,8 г суміші натрій пероксиду та калій супероксиду утворився 1 л розчину гідроксидів калію та натрію і виділилось 5,6 л (н.у.) кисню. Визначити склад вихідної суміші і молярну концентрацію лугів в утвореному розчині.

### ***Хід виконання роботи***

#### ***Дослід 1. Взаємодія натрій пероксиду з водою***

У пробірку внести шпателем невелику кількість порошку натрій пероксиду, додати 8-10 крапель дистильованої води і розмішати. Який газ виділяється? Довести наявність лугу в отриманому розчині, додавши до нього одну краплю фенолфталеїну. Написати рівняння реакції.

#### ***Дослід 2. Окиснювальні властивості натрій пероксиду***

Внести у тигель 3 мікрошпателі натрій пероксиду, 2 мікрошпателі натрій карбонату і декілька кристаликів хром (III) хлориду. Суміш ретельно перемішати скляною паличкою, поставити тигель на керамічний трикутник і нагріти його полум'ям пальника до сплавлення суміші. Охолодити тигель на повітрі, додати декілька крапель дистильованої води, перемішати скляною паличкою, дати суміші відстоятися і перелити розчин у пробірку. Відмітити колір утвореного натрій хромату. Написати рівняння взаємодії натрій пероксиду з хром (III) хлоридом у присутності натрій карбонату, враховуючи, що при цьому, що утворюється карбон (IV) оксид.

#### ***Дослід 3. Реакція середовища у розчині натрій карбонату і натрій гідрогенкарбонату***

Внести у три пробірки по 6-7 крапель дистильованої води. У кожну з них додати таку ж кількість нейтрального розчину лакмусу. В одну пробірку внести декілька кристаликів натрій карбонату, а в другу – натрій гідрогенкарбонату. Третю пробірку залишити для порівняння. Перемішати розчини. порівняти забарвлення лакмусу в розчинах солей з його забарвленням в третій пробірці. Пояснити зміну забарвлення лакмусу.

#### ***Дослід 4. Термічний розклад натрій гідрогенкарбонату***

Помістити у тигель 3 мікрошпателі порошку натрій гідрогенкарбонату, поставити тигель на фарфоровий трикутник і прожарювати протягом 10-15 хвилин. Охолодити тигель на повітрі, внести у нього 12-14 крапель дистильованої води, перемішати скляною паличкою і розділити розчин у дві пробірки. Довести, що в розчині є сіль карбонатної кислоти. Для цього в одну з пробірок додати 3-4 краплі 2 н розчину хлоридної кислоти і спостерігати виділення бульбашок газу. Який газ виділяється? У другу пробірку до отриманого розчину додати декілька крапель нейтрального розчину лакмусу. За забарвленням лакмусу визначити, яка сіль перебуває в розчині – натрій карбонат чи натрій гідрогенкарбонат? Написати рівняння реакції розкладу натрій гідрогенкарбонату при нагріванні. Ця реакція використовується у промисловому способі добування кальцинованої соди.

### ***Дослід 5. Добування літій карбонату***

Внести у пробірку 4-5 крапель розчину літій хлориду і додати такий самий об'єм розчину натрій карбонату. Злегка підігріти пробірку на пальнику і спостерігати спочатку помутніння, а потім випадання дрібних кристалів літій карбонату. Записати рівняння реакції.

### ***Дослід 6. Утворення літій флуориду***

До 2-3 крапель розчину літій хлориду додати 2-3 краплі розчину амоніаку і стільки ж розчину амоній флуориду. При нагріванні розчину випадає білий аморфний осад літій флуориду. Чи можуть заважати цій реакції катіони калію чи натрію? Написати рівняння реакцій.

### ***Дослід 7. Взаємодія s-елементів I групи з водою. (Демонстраційний)***

Кварцову чашку до половини заповнити дистильованою водою. Пінцетом дістати шматочок металічного літію, який зберігається в банці з гасом, відрізати скальпелем невеликий шматочок, просушити фільтрувальним папером і опустити в чашку з водою. Після закінчення реакції універсальним індикаторним папером встановити реакцію середовища. Проробити такий же дослід, замінивши літій на натрій і калій.

### ***Дослід 8. Забарвлення полум'я іонами лужних металів (Демонстраційний)***

Очищену платинову дротинку опустити у розчин калій хлориду і внести у полум'я пальника. Відмітити забарвлення полум'я. Дослід повторити з розчинами солей літію та натрію. Перед кожним дослідом дротинку слід промивати у концентрованій хлоридній кислоті і прожарювати у полум'ї пальника.

## **Лабораторна робота № 6**

### **Елементи підгрупи Купруму та їх сполуки**

#### ***Питання для підготовки***

1. Загальна характеристика *d*-елементів I-ої групи. Особливості будови атомів, найважливіші ступені окиснення. 2. Поширеність та форми знаходження у земній корі Cu, Ag, Au. 3. Добування металів підгрупи Купруму. 4. Фізичні властивості Cu, Ag, Au. 5. Хімічні властивості Cu, Ag, Au. 6. Відношення металів до води, кислот, лугів, розчинів ціанідів, амоніаку. 7. Сполуки елементів у ступені окиснення +1, їх стійкість. 8. Сполуки елементів у ступені окиснення +2. 9. Сполуки елементів у ступені окиснення +3. 10. Оксиди та гідроксиди металів. 11. Катіонні та аніонні комплекси Cu і Ag: амоніакати, аквакомплекси, ціанідні, галогенідні. 12. Купрати, їх властивості. 13. Комплексні сполуки Au (3+): галогенідні, ціанідні, нітрокомплекси. 14. Стійкість сполук Cu, Ag, Au у різних ступенях окиснення. 15. Порівняльна характеристика елементів головної та побічної підгруп.

### Задачі для самостійного розв'язування

1. Для визначення вмісту срібла у срібній монеті її шматочок масою 0,3 г розчинили в нітратній кислоті і  $\text{Ag}^+$  осадили хлоридною кислотою. Маса осаду після промивання і висушування становила 0,199 г. Розрахувати вміст срібла у монеті (у %).
2. Аурум (III) гідроксид взаємодіє з  $\text{HCl}$  і  $\text{HBr}$  згідно з рівнянням реакції:  $\text{Au}(\text{OH})_{3(m)} + 4\text{H}\Gamma = \text{H}[\text{Au}\Gamma_4]_{(p)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(p)}$ . Зміна ентальпії цих реакцій для  $\text{HCl}$  і  $\text{HBr}$  відповідно дорівнює  $-96,14$  і  $-153,82$  кДж. Змішування в розчині 1 моль  $\text{H}[\text{AuBr}_4]$  з 1 моль  $\text{HCl}$  супроводжується поглинанням 2,13 кДж теплоти. Який процент  $\text{H}[\text{AuBr}_4]$  перетворюється в  $\text{H}[\text{AuCl}_4]$ ?
3. Який об'єм 0,25 н розчину натрій сульфїду потрібно для осадження у вигляді сульфїдів одновалентних іонів купруму і аргентуму, якщо в розчині міститься 1,5 г нітратів цих металів у масовому співвідношенні 4:1?
4. При електролізі розчину, отриманого розчиненням 0,8 г латуні в нітратній кислоті, на катоді отримано 0,496 г міді. Знайти склад латуні (% мас.) та об'єм (н.у.) газу, що виділився на аноді.
5. Електроліз 400 мл 6%-го розчину купрум (II) сульфату ( $\rho=1,02$ ) проводили доти, поки маса розчину не зменшилась на 10 г. Знайти масові частки речовин у кінцевому розчині та маси речовин, що виділилися на інертних електродах.
6. Гази, що утворились при прожарюванні 17 г суміші купрум та плюмбум нітратів, пропущені через воду в присутності кисню. Для нейтралізації отриманого розчину витрачено 50 мл 12%-го розчину  $\text{KOH}$  ( $\rho=1,12$ ). Знайти молярне співвідношення купрум та плюмбум нітратів у початковій суміші.
7. Один літр насиченого розчину аргентум хромату містить 0,025 г солі. Розрахуйте добуток розчинності аргентум хромату.
8. При пропусканні струму силою 0,804 А протягом 2 годин через 160 мл водного розчину суміші солей аргентум нітрату і купрум (II) нітрату на катоді виділилось 3,44 г суміші двох металів ( $\text{Ag}$  і  $\text{Cu}$ ). Визначити молярні концентрації обох солей у вихідному розчині, якщо обидва метали виділено повністю.
9. Срібні монети виготовляють, як правило, із сплавів, що містять однакові масові кількості міді і срібла. Скільки грамів міді міститься у 200 г такого сплаву у вигляді кристалів, що вкраплені в евтектику, якщо евтектика містить 28 % міді і 72 % срібла.
10. Зразок технічної міді масою 4 г розчинили в 20%-ній нітратній кислоті, додали надлишок лугу, а утворений осад після прожарювання важив 4,8 г. Знайти вміст міді (мас.%) у технічному зразку та об'єм розчину кислоти ( $\rho=1,12$ ), затраченої на розчинення.
11. При якій температурі замерзатиме розчин, отриманий розчиненням 25 г мідного купроросу в 1 л води? Уявний ступінь дисоціації солі прийняти рівним 85%.

12. Обчислити нормальність розчину  $\text{HCl}$ , якщо 40 мл його після додавання надлишку  $\text{AgNO}_3$  утворили 0,574 г  $\text{AgCl}$ .
13. При розчиненні певної кількості срібла в нітратній кислоті з масовою часткою кислоти 70%, масова частка кислоти зменшилась до 50%. Потім до одержаного розчину долили рівну за масою кількість розчину хлоридної кислоти з масовою часткою 5%. Одержаний розчин відфільтрували. Обчислити масову частку (%) нітратної кислоти в одержаному після відділення осаду розчині.
14. Наважку міді помістили у розчин нітратної кислоти з масовою часткою кислоти 85,6%. У результаті реакції масова частка кислоти у розчині зменшилась у 10 разів. Визначити співвідношення мас міді та розчину кислоти, що використали.
15. Як повинні відноситись кількості речовин купрум (II) нітрату та аргентум нітрату в суміші, щоб після їхнього повного термічного розкладу маса одержаного залишку виявилась меншою за масу вихідної суміші на 39,62 %?

### *Хід виконання роботи*

#### *Дослід 1. Взаємодія міді з розбавленими і концентрованими кислотами*

У три пробірки помістити по шматочку міді і додати по 5-6 крапель 2 н розчинів кислот: у першу – хлоридної, в другу – сульфатної, в третю – нітратної. Чи забарвився розчин у пробірках у синьо-голубий колір, характерний для іона  $\text{Cu}^{2+}$ ?

Проробити аналогічний дослід з концентрованими кислотами без нагрівання і при обережному нагріванні. З якими кислотами взаємодіє мідь?

При написанні рівняння реакції взаємодії міді з розбавленою нітратною кислотою вважати, що нітратна кислота відновлюється до  $\text{NO}$ . Чому мідь не взаємодіє з хлоридною кислотою і розбавленою сульфатною? Написати рівняння реакцій взаємодії міді з концентрованими кислотами, вважаючи, що концентрована нітратна кислота відновлюється міддю до нітроген (IV) оксиду, а сульфатна – до сульфур (IV) оксиду.

#### *Дослід 2. Взаємодія купрум (II) оксиду з кислотами*

У дві пробірки внести невелику кількість купрум (II) оксиду і додати по 5-6 крапель 2 н розчинів кислот: в одну – хлоридної, в другу – сульфатної. Спостерігати в обох випадках появу забарвлення розчину. Присутністю яких іонів воно зумовлене? Написати рівняння реакцій.

#### *Дослід 3. Добування купрум (II) гідроксокарбонату (малахіту)*

У пробірку з декількома краплями розчину купрум (II) сульфату додати розчину натрій карбонату. Спостерігати випадання синьо-зеленого осаду купрум (II) гідроксокарбонату  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ . Чому при взаємодії солей купрум (II) карбонату з розчином натрій карбонату не випадає середня сіль купрум (II) карбонат? Написати рівняння реакції, яка протікає з участю води.

### ***Дослід 3. Отримання купрум (I) іодиду***

Налити в пробірку декілька крапель купрум сульфату і додати калій іодид. Додати у пробірку декілька крапель розчину крохмалю, а потім додавати розчин натрій тіосульфату до зникнення синього забарвлення. Надлишок натрій тіосульфату додавати не варто. Спостерігати випадання в осад купрум (I) іодиду білого кольору. Написати рівняння реакції.

### ***Дослід 4. Добування тетраамінкупрум (II) сульфату***

Налити у пробірку розчин купрум сульфату і додати до нього концентрований амоніак до розчинення осаду основної солі. Звернути увагу на колір осаду і забарвлення розчину. Розділити отриманий розчин на дві пробірки. В одну з них додати декілька мілілітрів 96%-ного етилового спирту і спостерігати за осадженням тетраамінкупрум сульфату.

В другу пробірку додати декілька крапель натрій сульфіді. Поояснити, чому утворюється осад купрум (II) сульфіді. Написати рівняння реакцій.

### ***Дослід 5. Характерні реакції на галогенід-іони***

Утворення осадів AgCl, AgBr і AgI є характерною реакцією на галогенід-аніони. Отримати вказані осаді реакціями обміну. Необхідні розчини брати в кількості 4-5 крапель.

Розділити отримані осаді на дві пробірки. В одну пробірку з осадом додати 2-3 краплі розчину нітратної кислоти, в другу – розчину амоніаку. Чи спостерігається їх розчинення?

Написати рівняння реакцій у молекулярній та іонній формах, зазначити відтінки кольорів отриманих осадів і результат дії на них нітратної кислоти та амоніаку.

### ***Дослід 6. Добування комплексних солей аргентум (I) сульфату і тіосульфату***

У пробірку з розчином аргентум нітрату додавати краплями розчин натрій тіосульфату і спостерігати розчинення осаду аргентум тіосульфату, що випав спочатку. Аналогічно спостерігати взаємодію аргентум нітрату з розчином натрій сульфату.

Написати рівняння усіх реакцій, вважаючи, що іони  $\text{SO}_3^{2-}$  і  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  – монодентатні, а координаційне число аргентуму – 2.

## **Лабораторна робота № 7**

### **Елементи VIII-б підгрупи. Сполуки Феруму**

#### ***Питання для підготовки***

1. Інертні гази в природі. Особливості електронної будови та фізичні властивості. 2. Хімічні властивості елементів підгрупи Криптоні. 3. Огляд сполук інертних газів. 4. Застосування інертних газів. 5. Загальна характеристика *d*-елементів VIII-ої групи. 6. Знаходження у природі

елементів тріади Феруму. 7. Фізичні властивості елементів родини Феруму. 8. Методи добування металів тріади Феруму, їх застосування. Найважливіші сплави заліза. 9. Хімічні властивості фероїдів. Взаємодія з неметалами, кислотами, лугами. 10. Карбоніли металів. 11. Сполуки фероїдів зі ступенем окиснення +2. 12. Сполуки фероїдів зі ступенем окиснення +3. 13. Стійкість сполук родини Феруму у різних ступенях окиснення. 14. Комплексні солі металів родини Феруму. 15. Сполуки Fe (IV), (VI).

### *Задачі для самостійного розв'язування*

1. При постійній температурі стан рівноваги реакції  $\text{FeO}_{(т)} + \text{H}_{2(г)} \leftrightarrow \text{Fe}_{(т)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)}$  встановлюється при концентраціях водню та водяної пари 0,47 та 2,24 моль/л відповідно. Потім концентрацію  $\text{H}_2\text{O}$  збільшують на 0,38 моль/л. Знайти нові рівноважні концентрації.
2. Знайти рівноважні концентрації газоподібних речовин у системі  $\text{FeO}_{(т)} + \text{CO}_{(г)} \leftrightarrow \text{Fe}_{(т)} + \text{CO}_{2(г)}$ , якщо константа рівноваги рівна 0,6, а початкова концентрація  $\text{CO}$  становила 0,16 моль/л.
3. На розчинення зразку суміші ферум (II) оксиду і ферум (III) оксиду масою 12,07 г витратили 30 %-ний розчин нітратної кислоти об'ємом 89 мл і густиною 1,18 г/мл. Визначити масову частку ферум (III) оксиду.
4. Суміш ферум (II) оксиду і ферум (III) оксиду масою 8 г розчинили у надлишку сульфатної кислоти. Для реакції з добутиим розчином використали 5 %-ний розчин калій перманганату масою 31,6 г. Визначити масову частку (у відсотках) ферум (II) оксиду у вихідній суміші.
5. Який об'єм 0,2 н розчину лугу потрібно для осадження у вигляді гідроксиду всього заліза, що міститься в 100 мл 0,5 н розчину ферум (III) хлориду? Яким буде осмотичний тиск отриманого розчину при 20°C?
6. При сполученні 2,1 г заліза з сіркою виділилось 3,77 кДж тепла. Розрахувати теплоту утворення ферум сульфїду. З яким об'ємом 0,2 н підкисленого розчину калій перманганату може прореагувати газ, який виділиться при взаємодії  $\text{FeS}$  з надлишком хлоридної кислоти.
7. Залізо, що містилось в 10 мл розчину  $\text{FeSO}_4$  окиснили до Fe (III) і осадили у вигляді гідроксиду. Після його прожарювання маса сухого залишку становила 0,4132 г. Знайти молярну концентрацію вихідного розчину.
8. Кристалогідрат невідомого складу містить Нітроген, Ферум, Сульфур, Гідроген та Оксиген, масові частки яких становлять відповідно 2,90%, 11,62%, 13,28%, 5,81% та 66,39%. Визначити формулу сполуки. Вказати кількість моль води, що міститься в 1 молі кристалогідрату.
9. При спалюванні 251,2 г суміші піриту та цинкової обманки утворилось 71,68 л (н.у.) сульфур диоксиду. Визначити склад суміші.
10. Суміш оксидів, одержаних при повному термічному розкладі еквімолярної суміші ферум (III) гідроксиду та ферум (II) гідроксиду масою 78,8 г, розчинили у надлишку розчину сульфатної кислоти. На окиснення йонів  $\text{Fe}^{2+}$  витратили 26,67 мл 3 М розчину калій перманганату. Визначити масові частки гідроксидів у вихідній суміші.
11. 26,4 г суміші заліза та сірки, що містила еквімолярні кількості речовин, нагріли без доступу повітря. Одержаний продукт реакції помістили у

надлишок хлоридної кислоти. При цьому утворилось 10,08 л (н.у.) газової суміші, яку пропустили крізь розчин купрум (II) сульфату, в якому містилась стехіометрична кількість речовини солі. При цьому випав чорний осад масою 28,8 г. Визначити масову частку заліза у вихідній суміші.

12. Суміш оксидів, одержаних при повному термічному розкладі еквімолярної суміші ферум (III) гідроксиду та ферум (II) гідроксиду масою 78,8 г, розчинили у надлишку 40%-ного розчину сульфатної кислоти. На окиснення йонів  $\text{Fe}^{2+}$  витратили 26,67 мл 3М розчину калій перманганату. На нейтралізацію кислоти, що містилась в одержаному розчині, витратили 200 мл 2М розчину калій гідроксиду. Визначити масу використаного розчину сульфатної кислоти та масові частки оксидів у вихідній суміші.

13. До розчину ферум (II) сульфату в інертній атмосфері додають розчин натрій гідроксиду до випадання осаду. Визначити при 25°C значення рН, при якому почнеться випадання осаду.

14. 21,78 г заліза розчиняють у надлишку розведеної сульфатної кислоти. Визначити об'єм газу, що виділився після переходу усього заліза у розчин (л, н.у.). Потім до утвореного розчину додають барій нітрат до закінчення випадання осаду. Осад відфільтровують, а до фільтрату додають надлишок нітратної кислоти (конц.), суміш випарюють, а сухий залишок прожарюють. Знайти масу речовин у кінцевому сухому залишку.

15. При внесенні 4,86 г  $\text{Xe}[\text{PtF}_6]$  у гарячу воду відбувається реакція (підібрати коефіцієнти):  $\text{Xe}[\text{PtF}_6](\text{т}) + \text{H}_2\text{O} = \text{Xe}(\text{г}) + \text{HF}(\text{р}) + \text{PtO}_2(\text{т}) + \text{O}_2(\text{г})$ . Знайти сумарний об'єм газів при 18°C і тиску  $1 \cdot 10^5$  Па, масу осаду, рН розчину при 25°C, якщо кінцевий об'єм розчину становить 2,52 л.

### ***Хід виконання роботи***

#### ***Дослід 1. Відновлення нітратної кислоти***

У дві пробірки внести розчин солі Мора. В одну з них додати краплю концентрованої нітратної кислоти. Підігріти розчин до припинення виділення газу і дати йому охолонути. Потім в обидві пробірки додати по краплі 0,01 н розчину амоній тіоціанату. В якій пробірці спостерігається червоне забарвлення і чому? Написати рівняння реакцій, вважаючи, що нітратна кислота відновлюється переважно до NO.

#### ***Дослід 2. Добування і властивості $\text{Fe}(\text{OH})_3$***

До 1 мл розчину солі ферум (III) хлориду додати краплями розчину натрій гідроксиду і спостерігати за утворенням бурого драглистого осаду ферум (III) гідроксиду. Розділити осад з розчином у дві пробірки. У одну додати розведеної хлоридної кислоти. Що при цьому спостерігається? У другу пробірку додати надлишок концентрованого розчину натрій гідроксиду і прокип'ятити. При цьому ферум (III) гідроксид частково розчиняється з утворенням натрій фериту. Який висновок можна зробити про хімічний характер ферум (III) гідроксиду? Написати рівняння реакцій.

#### ***Дослід 3. Окиснення калій іодиду***

У пробірку з 3-4 краплями розчину ферум (III) хлориду додати 1-2 краплі калій іодиду. В який колір і чому забарвлюється розчин? Написати рівняння реакції.



#### ***Дослід 4. Гідроліз ферум (III) хлориду***

Налити на  $\frac{1}{2}$  об'єму пробірки дистильованої води, в якій розчинити декілька кристаликів ферум (III) хлориду. Звернути увагу на забарвлення утвореного розчину. Розлити розчин у чотири пробірки. Додати в одну з них кілька крапель нейтрального розчину лакмусу. Що при цьому спостерігається?

До другої пробірки додати трохи концентрованої хлоридної кислоти і спостерігати за зміною забарвлення внаслідок зміщення рівноваги реакції гідролізу.

Розчин третьої пробірки розвести утричі дистильованою водою, спостерігаючи за зміною його забарвлення. Нагріти вміст пробірки до кипіння. Що спостерігається? Написати рівняння гідролізу ферум (III) хлориду на холоді і при нагріванні. Як можна зменшити ступінь гідролізу цієї солі?

У четверту пробірку долити розчин натрій карбонату і спостерігати за утворенням бурого осаду ферум (III) хлориду і виділенням карбон діоксиду. Написати рівняння реакцій.

#### ***Дослід 5. Отримання комплексного ферум (III) ортофосфату***

У пробірку з 3-4 краплями ферум (III) хлориду додати краплю 0,01 н розчину амоній тіоціанату і потім дві краплі 2 н розчину ортофосфатної кислоти. Що спостерігається? Враховуючи, що стійкий комплексний іон  $[\text{Fe}(\text{PO}_4)_2]^{3-}$  безбарвний, пояснити спостережені явища і написати рівняння відповідних реакцій.

#### ***Дослід 6. Отримання осаду берлінської блакиті та турнбулевої сині***

У пробірку налити декілька крапель ферум (III) хлориду і додати декілька крапель розчину калій гексаціаноферату (II). Спостерігати утворення темно-синього осаду берлінської блакиті. При проведенні реакції слід врахувати, що в сильноокислому середовищі осад берлінської блакиті не утворюється.

У другу пробірку додати декілька крапель ферум (II) сульфату і додати розчин калій гексаціаноферату (III). Утворюється синій осад турнбулевої сині. Написати рівняння реакцій.

#### ***Дослід 7. Окиснення $\text{Fe}^{2+}$ до $\text{Fe}^{3+}$ (демонстраційний)***

У пробірку помістити 1-2 кристалика ферум (II) сульфату, додати 2-3 краплі розведеної нітратної кислоти, а потім обережно, щоб запобігти перемішуванню, по стінці пробірки долити одну краплю концентрованої сульфатної кислоти. Утворення бурого кільця на межі двох рідин свідчить про утворення комплексу  $[\text{Fe}(\text{NO})]\text{SO}_4$ .

У сульфатнокислому середовищі нітрат-іони окислюють ферум (II) сульфат до ферум (III) сульфату, відновлюючись при цьому до NO, який утворює з надлишком ферум (II) сульфату малостійкий забарвлений комплекс  $[\text{Fe}(\text{NO})]\text{SO}_4$ .

## Лабораторна робота № 8

### Елементи VIII-б підгрупи. Сполуки Кобальту та Ніколу.

#### Платиноїди

#### *Питання для підготовки*

1. Загальна характеристика платиноїдів. 2. Особливості електронної будови атомів платиноїдів та ступені окиснення. 3. Знаходження у природі платиноїдів. Їх фізичні властивості та застосування. 4. Добування та розділення платинових металів. 5. Взаємодія платиноїдів з неметалами. 6. Взаємодія платиноїдів з кислотами та сумішшю кислот. 7. Взаємодія платиноїдів з окисниками. 8. Огляд бінарних сполук металів родини Платини. 9. Сполуки зі ступенем окиснення +2. 10. Сполуки зі ступенем окиснення +3. 11. Сполуки зі ступенем окиснення +4. 12. Сполуки зі ступенем окиснення +6. 13. Сполуки зі ступенем окиснення +7, +8. 14. Комплексні сполуки платиноїдів. 15. Порівняльна характеристика фероїдів та платиноїдів.

#### *Задачі для самостійного розв'язування*

1. Чи можна одержати осад  $\text{FeS}$ ,  $\text{CoS}$  і  $\text{NiS}$ , якщо пропускати  $\text{H}_2\text{S}$  крізь розчин солей  $\text{ESO}_4$  (E Fe, Co, Ni) з концентраціями солі у розчині 0,01 М.
2. Ніколову пластинку масою 18,9 г занурили у свіжоприготовлений розчин ферум (III) хлориду масою 455 г з масовою часткою солі 10%. Через деякий час пластинку вийняли з розчину. Визначити масу цієї пластинки, якщо відомо, що в одержаному розчині масова частка ферум (III) хлориду дорівнює масовій частці ферум (II) хлориду, який утворився.
3. Газ, одержаний у результаті обпалювання 64 г суміші ферум (II) сульфідів та ферум дисульфідів, маси яких у суміші відносилися як 11:5, пропустили крізь розчин натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 18% та густиною 1,197 г/мл. Одержали середню сіль. Який об'єм розчину використали, якщо в ньому містилася стехіометрична кількість лугу?
4. У результаті повільного нагрівання нітрату двохвалентного металу одержали твердий залишок масою 33,2 г та газову суміш масою 40 г, густина за воднем якої 22,225. Визначити формулу нітрату.
5. Суміш масою 12,12 г, що містить ферум (II) оксалат та ферум (II) карбонат, піддали термічному розкладу без доступу повітря. Одержаний твердий залишок розчинили у надлишку розчину нітратної кислоти. Виділилось 672 мл газу (н.у.). Обчислити масові частки солей у вихідній суміші.
6. Обчислити константу гідролізу та рН 0,01 М розчину кобальт (II) нітрату.
7. Скільки кобальт (III) гідроксиду випаде у осад при дії на 50 г 10%-ного розчину кобальт (II) хлориду такої ж маси 15%-ного розчину калі пероксодисульфату у лужному середовищі?
8. Який об'єм хлору витратиться на реакцію з 50 мл 0,2 н розчину нікол (II) хлориду у лужному середовищі?

9. Чи випаде осад нікол гідроксиду, якщо до 10 мл 0,5 н розчину нікол хлориду долити 5 мл 0,1 н розчину лугу? ( $DP_{Ni(OH)_2} = 1,6 \cdot 10^{-14}$ )
10. Знайти розчинність нікол карбонату у моль/л, у г/л та у г/100 г води, якщо  $DP$  солі становить  $1,3 \cdot 10^{-7}$ . Чи зміниться її розчинність при додаванні розчину натрій карбонату з концентрацією 0,5 моль/л?
11. Скільки ніколу виділиться на катоді у результаті електролізу розчину нікол сульфату при пропусканні струму силою 10 А протягом 1 год? Яка маса солі при цьому розкладеться? Яка речовина та в якій кількості виділиться на аноді?
12. До розчинів  $[Ni(NH_3)_6]SO_4$  та  $[Ni(CN)_4]SO_4$  долили розчин  $Na_2S$  з концентрацією солі 1 моль/л. Чи випаде осад нікол (II) сульфід у обох випадках? Припущення довести розрахунками ( $K_H([Ni(NH_3)_6]^{2+}) = 8,3 \cdot 10^{-9}$ ,  $K_H([Ni(CN)_4]^{2+}) = 1,0 \cdot 10^{-31}$ ,  $DP_{NiS} = 9,3 \cdot 10^{-22}$ )
13. Дати назви, визначити заряди комплексів, координаційне число та ступінь окиснення комплексоутворювачів наступних комплексних сполук:  $[Co(NH_3)_3F_3]$ ,  $Na[Co(NH_3)_2(NO_2)_4]$ ,  $[Ru(H_2O)_2(NO_2)_4]$ ,  $[Co(H_2O)_2(NH_3)_3Cl]$   $[Pt(CN)_4Cl_2]$ ,  $Na_3[IrCl_2(NO_2)_4]$ ,  $[Pt(NH_3)_2Cl_4]$ ,  $[Ni(NH_3)_6](OH)_2$ . Написати координаційні формули наступних КС: а) гексааміннікол (II) хлорид; б) тетраамінпаладій (II) тетрахлооропаладат (II); в) натрій тетранітродихлорородат (III); г) гексаціанофератна (III) кислота; г) тетрааміндибромкобальт (III) бромід; д) динітротетраамінкобальт (III) нітрат; е) натрій бромонітрохлоороамінпаладат (II).
14. Для синтезу деякої речовини (комплексної сполуки Со (III), що називають сіллю Фішера) змішують 50 мл розчину кобальт (II) хлориду з достатньою кількістю (для повноти реакції) калій нітриту у середовищі ацетатної кислоти. Увесь кобальт переходить в осад масою 2,2613 г. Визначити молярну концентрацію (моль/л) солі кобальту (II) у вихідному розчині.
15. До 400 мл 0,05 М розчину нікол сульфату доливають розчин калій гідроксиду до закінчення випадання осаду, який відфільтровують та ділять наполовину. Першу половину осаду обробляють надлишком розчину 1 н хлоридної кислоти. Що відбувається? Який об'єм розчину кислоти піде на реакцію? До другої половини обробляють спочатку надлишком розчину кальцій гіпохлориту (осад не зникає, але змінює свій склад), а потім – хлоридною кислотою (конц.) до повного переходу осаду у розчин. При цьому виділяється газ. Знайти його об'єм (л, н.у.).

### ***Хід виконання роботи***

#### ***Дослід 1. Отримання кобальт (II) гідроксиду і його окиснення***

У дві пробірки помістити по 2-3 краплі розчину солі кобальту і додавати краплями розчин лугу; спочатку з'являється синій осад основної солі, який потім стає рожевим, що вказує на утворення кобальт (II) гідроксиду. Осад в одній пробірці ретельно розмішати, у другу додати 2-3 краплі 3 %-го розчину гідроген пероксиду. У якій з пробірок спостерігається окиснення кобальт (II) гідроксиду? Чому? Написати рівняння реакцій.

## ***Дослід 2. Отримання нікол (II) гідроксиду і його окиснення***

У три пробірки помістити по 2-3 краплі розчину солі ніколу і додавати краплями розчин лугу до випадання осаду нікол (II) гідроксиду. У першій пробірці осад ретельно перемішати. У другу пробірку додати 2-3 краплі 3 %-го розчину гідроген пероксиду. Чи спостерігається зміна забарвлення осаду? Чи відбувається окиснення нікол (II) гідроксиду киснем повітря і гідроген пероксидом? У третю пробірку додати одну краплю бромної води. Що спостерігається?

Написати рівняння реакцій. Порівняти відновні властивості ферум, кобальт і нікол (II) гідроксидів за спостереженнями і при порівнянні стандартних окисно-відновних потенціалів (при переході у гідроксиди цих елементів у ступені окиснення +3).

## ***Дослід 3. Аквакомплекс кобальту (II) і його руйнування***

У дві пробірки помістити по 4-5 крапель насиченого розчину солі кобальту (II). У першу пробірку додати 2 краплі концентрованої хлоридної кислоти, у другу пробірку внести невеликий шматочок попередньо прожареного на азбестовій сітці кальцій хлориду. Що спостерігається?

У третю пробірку помістити декілька кристаликів солі кобальту і 3-4 краплі етилового спирту, відмітити забарвлення отриманого розчину. Додати до розчину 7-8 крапель води до нової зміни забарвлення. Написати рівняння реакцій, враховуючи, що зміна забарвлення розчину в усіх випадках пояснюється тим, що комплексний іон  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  надає розчину рожевого забарвлення, а елементарний іон  $\text{Co}^{2+}$  – синього.

## ***Дослід 4. Отримання комплексних іонів кобальту (II)***

У чотири пробірки налити розчин кобальт (II) хлориду. У першу пробірку додати декілька кристаликів натрій ацетату. Спостерігається дещо більш інтенсивне рожеве забарвлення. У другу пробірку внести декілька кристаликів натрій нітриту. Після розчинення солі забарвлення розчину стає жовто-оранжевим. У третю пробірку додати декілька крапель концентрованої хлоридної кислоти і спостерігати зміну забарвлення розчину на синє. У четверту пробірку додати декілька крапель калій тіоціанату і спостерігати зміну забарвлення розчину на фіолетове. Написати відповідні рівняння реакцій.

## ***Дослід 5. Отримання амінокомплексу ніколу***

Декілька кристаликів солі Ніколу (II) розчинити у 5 краплях води. Додати 5 крапель 25 %-го розчину амоніаку. Як змінюється забарвлення розчину? Додати до розчину 2-3 краплі розчину амоній сульфідом. Яка речовина випадає в осад?

Написати рівняння реакцій: утворення амінокомплексу Ніколу (координаційне число Ніколу = 6); дисоціації комплексної сполуки та комплексного іону; взаємодії отриманої комплексної сполуки Ніколу з амоній сульфідом. Пояснити механізм взаємодії, використовуючи константу нестійкості комплексного іону та добуток розчинності.

### **Дослід 6. Виявлення іонів $Ni^{2+}$ диметилглюксимом**

Налити в пробірку до 1/3 об'єму дистильованої води, додати одну краплю солі ніколу (II) і 2-3 краплі розчину амоніаку, а потім кілька крапель спиртового розчину диметилглюксиму і нагріти до кипіння. Спостерігати за утворенням яскраво-червоного осаду комплексної солі нікол диметилглюксимату.

### **Список рекомендованої літератури**

1. Голуб А. М. Загальна та неорганічна хімія: В 2 ч. / А. М. Голуб. – К.: Вища шк., 1971. – 442 с.
2. Григор'єва В. В. Загальна хімія / В. В. Григор'єва, В. М. Самійленко, А. М. Сич. – К.: Вища шк., 1991. – 431 с.
3. Кириченко В. І. Загальна хімія: Навч. посібн. / В. І. Кириченко. – К.: Вища шк., 2005. – 639 с.
4. Неділько С. А. Загальна й неорганічна хімія. Задачі та вправи / С. А. Неділько, П. П. Попель. – К.: Либідь, 2001. – 400 с.
5. Романова Н. С. Загальна та неорганічна хімія / Н. С. Романова. – К.: Вища шк., 1988. – 432 с.
6. Сиса Л. В. Неорганічна хімія в розрахункових задачах для комп'ютерного контролю знань / Л. В. Сиса, В. М. Сомов. – Луцьк: Видав. обл. друкарні, 2006. – 287 с.
7. Степаненко О. М. Загальна та неорганічна хімія. Том I, том II / О. М. Степаненко, Л. Г. Рейтер. – Київ: Педагогічна преса, 2002. – 765 с.
8. Ахметов Н. С. Неорганическая химия / Н. С. Ахметов. – Москва: Высш. шк., 1975. — 672 с.
9. Зайцев О. С. Задачи и вопросы по химии / О. С. Зайцев. – М.: Химия, 1985. – 302 с.
10. Коттон Ф. Современная неорганическая химия / Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон. – Москва: Мир, 1969. – Ч. 2 – 495 с., Ч. 3 – 592 с.
11. Лидин Р. А. Задачи по неорганической химии / Некрасов Б. В. Основы общей химии / Р. А. Лидин, В. А. Молочко, Л. Л. Андреева. – М.: Высш. шк., 1990. – 319 с.
12. Николаев Л. А. Современная химия / Л. А. Николаев. – М.: Просвещение, 1970. – 544 с.
13. Реми Г. Курс неорганической химии / Г. Реми – Москва: Мир, 1966. – Т.1, 2.
14. Угай Г. Я. Неорганическая химия / Г. Я. Угай – Москва: Высшая школа, 1988. - Том 1, 2.

**Навчально-методичне видання**

**Оксана Мар'янівна Строк,  
Інна Алімівна Іващенко,  
Ірина Іванівна Петрусь**

**НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ**  
Частина II

Методичні вказівки до лабораторних занять

Друкується в авторській редакції