

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРКАСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО**

**В. О. Мінаєва**

**ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ  
З АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ  
(ЧАСТИНА 1)**

*Навчально-методичний посібник для студентів  
вищих навчальних закладів*

Друге видання, перероблене

Черкаси – 2016

УДК 543 (073)  
ББК 24.4 я 73 – 1  
М54

**Рецензенти:**

Кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії та хімічної технології неорганічних речовин Черкаського державного технологічного університету *Т.В. Солодовник*.

Старший викладач кафедри хімії Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького *Р. Л. Галаган*.

**Мінаєва В. О. Тестові завдання з аналітичної хімії (Частина 1):** Навчально-методичний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2016. – 124 с.

Посібник включає програму та тестові завдання з загальних теоретичних основ аналітичної хімії та якісного аналізу, які пропонуються студентам для перевірки засвоєння знань при вивченні курсу «Аналітична хімія».

Метою даного видання є активізація самостійної роботи студентів.

Посібник буде корисним для студентів хімічних спеціальностей вищих навчальних закладів, а також його можуть використовувати студенти інших спеціальностей та вчителі шкіл з поглибленим вивченням хімії.

УДК 543 (073)  
ББК 24.4 я 73 – 1

*Рекомендовано до друку Вченою радою  
Черкаського національного університету  
імені Богдана Хмельницького  
(протокол № 6 від 25 квітня 2016 р.)*

© ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2016  
© В.О. Мінаєва

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| Передмова   | 5  |
| 1. ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ. I–III АНАЛІТИЧНІ ГРУПИ КАТІОНІВ                  | 7  |
| ТЕМА: ВСТУП. Основні принципи якісного аналізу. I аналітична група катіонів                       | 7  |
| Завдання для тестування   | 9  |
| ТЕМА 1.1. Стан сильних і слабких електролітів у розчинах. II аналітична група катіонів            | 13 |
| Завдання для тестування   | 14 |
| ТЕМА 1.2. Рівновага в гетерогенній системі осад – насичений розчин. III аналітична група катіонів | 28 |
| Завдання для тестування   | 29 |
| ТЕМА 1.3. Аналіз суміші катіонів I–III аналітичних груп   | 34 |
| Завдання для тестування   | 35 |
| 2. ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ (продовження). IV–VI АНАЛІТИЧНІ ГРУПИ КАТІОНІВ    | 42 |
| ТЕМА 2.1. Гідроліз солей. Амфотерність гідроксидів. IV аналітична група катіонів                  | 42 |
| Завдання для тестування   | 42 |
| ТЕМА 2.2. Окисно-відновні процеси в аналітичній хімії. V аналітична група катіонів                | 51 |
| Завдання для тестування   | 52 |
| ТЕМА 2.3. Утворення та руйнування комплексних сполук. VI аналітична група катіонів                | 60 |
| Завдання для тестування   | 61 |

|  |     |
|--|-----|
| ТЕМА 2.4. Аналіз суміші катіонів IV–VI<br>аналітичних груп | 69  |
| Завдання для тестування                                    | 69  |
| ТЕМА 2.5. Якісний аналіз аніонів                           | 77  |
| Завдання для тестування                                    | 77  |
| 3. ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТІВ                                 | 94  |
| ТЕМА 3.1. Якісний аналіз суміші солей                      | 94  |
| Завдання для тестування                                    | 94  |
| ТЕМА 3.2. Якісний аналіз мінеральних добрив                | 108 |
| Завдання для тестування                                    | 108 |
| ТЕМА 3.3. Якісний аналіз сплавів                           | 110 |
| Завдання для тестування                                    | 110 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ                                 | 112 |
| Додатки  | 113 |

## Передмова

Однією із найважливіших складових навчального процесу є перевірка якості знань. Від її об'єктивності, своєчасності та оперативності в значній мірі залежить можливість внесення ефективних коректив у навчальний процес, а отже і успіх процесу навчання.

Останнім часом значну увагу приділяють тестовим формам контролю знань.

Переваги тестів:

- результати тестів мають об'єктивний характер;
- відображають реальні досягнення студентів, мають можливість багаторазового повторення;
- сприяють здійсненню контролю самостійної роботи студентів, створюють умови для самооцінки досягнень студентів;
- сприяють використанню комп'ютерної техніки, застосуванню сучасних педагогічних технологій навчання;
- сприяють застосуванню багатобальної шкали оцінювання;
- сприяють заощадженню навчального часу студентів;
- сприяють індивідуалізації, диференціації контролю студентів [1].<sup>1</sup>

У даному посібнику наведені типові тестові завдання, які пропонуються студентам хімічних спеціальностей ВНЗ для перевірки засвоєння знань при вивченні курсу «Аналітична хімія».

---

<sup>1</sup> Грабовий А. К. Методика викладання хімії у вищій школі: курс лекцій, опорні конспекти та тестові завдання. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / А. К. Грабовий. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2010. – 148 с.

При написанні посібника автор дотримувався правил сучасної хімічної номенклатури та термінології у відповідності з Державним стандартом України (ДСТУ 2439-94).

Більшість тестів відносяться до тестів множинного вибору, де пропонується 4 або 3 варіанти відповіді, і лише одна з них правильна. Крім того, в даному посібнику є тести на відповідність із двох або, навіть, трьох паралельних колонок.

Автор вважає, що систематичне використання тестового контролю протягом вивчення дисципліни сприятиме активізації самостійної роботи студентів, формуванню професійно важливих умінь, що є важливими чинниками успішної навчальної діяльності.

Література, що використана при написанні посібника, наведена в списку використаних джерел. Ця література рекомендується студентам для більш глибокого вивчення даної дисципліни.

Автор висловлює глибоку подяку старшому викладачу кафедри хімії Р. Л. Галагану, який прочитав весь рукопис і висловив критичні зауваження. Автор вдячний також магістрантам Короп А. і Микитюк О. за допомогу в оформленні роботи.

Усі зауваження і побажання студентів та викладачів будуть прийняті автором з глибокою вдячністю.

# 1. ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АНАЛІТИЧНІЙ ХІМІЇ. I–III АНАЛІТИЧНІ ГРУПИ КАТІОНІВ

**Тема: Вступ. Основні принципи якісного аналізу.  
I аналітична група катіонів**

## **Вступ**

Аналітична хімія як наука, функції аналітичної хімії. Класифікації аналітичної хімії: 1) за функціями; 2) за видами аналізу (якісний і кількісний аналіз; ізотопний, елементний, структурний, функціональний, молекулярний, фазовий аналіз; локальний і валовий аналіз; деструктивний і недеструктивний аналіз; контактний і дистанційний аналіз; макро-, напівмікро-, мікро-, ультрамікроаналіз; маркувальний, швидкісний, арбітражний аналіз; 3) за об'єктом аналізу.

Загальна характеристика методів аналізу, їх класифікація: методи ідентифікації, розділення, визначення, гібридні методи; хімічні, фізико-хімічні, фізичні і біологічні методи аналізу.

*Історія розвитку аналітичної хімії. Сучасний стан аналітичної хімії, основні аналітичні проблеми* (зниження границі виявлення; підвищення точності, забезпечення експресності, аналіз мікрооб'єктів, аналіз без руйнування, локальний і дистанційний аналіз), тенденції розвитку аналітичної хімії. *Засоби, які використовуються аналітичною хімією для вирішення цих проблем* (математизація, автоматизація, інструменталізація, збільшення частки фізичних методів, перехід до багатокомпонентного аналізу).

*Методологічні аспекти аналітичної хімії: індивідуальність аналітичної хімії, її місце в системі наук.*

*Об'єкти аналізу. Значення аналітичної хімії в розвитку природознавства, техніки і народного*

*господарства. Служба аналітичного контролю. Державні стандарти, галузеві стандарти, технічні умови, тимчасові технічні умови.*

## **Основні принципи якісного аналізу**

Класифікація методів якісного аналізу: за агрегатним станом досліджуваного об'єкта (методи сухої хімії (пірохімічний, забарвлення полум'я, одержання перлів, розклад) і метод мокрої хімії); за технікою виконання аналізу (пробірковий і безпробірковий, краплинний, мікрокристалоскопічний, безстружковий) .

Аналітичні реакції, їх класифікації: а) за характером хімічної взаємодії; б) за застосуванням. Аналітичні реагенти, ступені їх чистоти. Селективні і специфічні аналітичні реакції та реагенти.

Оптимальні умови виконання аналітичних реакцій. Чутливість аналітичних реакцій та способи її вираження (відкриваний мінімум, гранична концентрація або граничне розведення, мінімальний об'єм гранично розведеного розчину). Взаємозв'язок показників чутливості. Методика обчислення показників чутливості реакції. Способи підвищення чутливості аналітичної реакції: збільшення концентрації реактиву; збільшення концентрації речовини, яку аналізують, випаровування розчину, екстракція, співосадження з колектором, зменшення розчинності осаду шляхом додавання органічних речовин, зменшення дисоціації комплексної сполуки.

Систематичний і дробний хід аналізу. Маскування. Системи якісного аналізу катіонів, які базуються на осажденні: *сульфідна*, *кислотно-лужна*, *амоніачно-фосфатна*. Аналітичні групи катіонів кислотно-лужної системи та періодична система Д. І. Менделєєва. Загальна характеристика аналітичної групи катіонів (валентність, ступінь окиснення, заряд йонів; електронна конфігурація йонів; поляризуюча дія йонів; тип хімічного зв'язку в



сполуках; хімічний характер гідроксидів; розчинність солей; використання здатності йонів утворювати нерозчинні і забарвлені сполуки в якісному аналізі; гідроліз солей; окисно-відновні властивості йонів та їх використання в якісному аналізі; здатність до комплексоутворення та її використання в якісному аналізі, груповий реагент).

Періодичний закон Д. І. Менделєєва – основа для вивчення хіміко-аналітичних властивостей йонів та їх сполук.

Якісний аналіз аніонів. Особливості якісного аналізу аніонів у порівнянні з якісним аналізом катіонів. Класифікація аніонів за розчинністю солей Барію і Аргентуму та за окисно-відновними властивостями. Окремі реакції аніонів. Аналіз суміші аніонів. Попередні дослідження при аналізі суміші аніонів. Проби на аніони-окисники та аніони-відновники.

### **I аналітична група катіонів**

Загальна характеристика групи, її зв'язок з періодичною системою елементів Д.І. Менделєєва. Характерні реакції катіонів I аналітичної групи.

Хід аналізу суміші катіонів I аналітичної групи. Способи видалення або маскування солей амонію перед відкриттям катіону  $K^{1+}$ .

### **ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ**

1. Як називається метод проведення якісного аналізу, під час якого на предметне скло наносять краплю розчину досліджуваного об'єкта і краплю реагента, потім нагрівають і розглядають під мікроскопом утворені кристали?

- а) розтирання;
- б) пірохімічний;
- в) мікрокристалоскопічний;
- г) крапельний.

2. Як називається метод проведення якісного аналізу, під час якого проводять нагрівання досліджуваного об'єкта до високої температури в безбарвному полум'ї і спостерігають аналітичний ефект забарвлення полум'я?
- а) крапельний; б) пірохімічний;  
в) мікрокристалоскопічний; г) розтирання.
3. Як називається метод проведення якісного аналізу, під час якого тверду речовину, яку досліджують, поміщають у фарфорову ступку, розтирають з приблизно рівною масою твердого реагенту і спостерігають аналітичний ефект?
- а) розтирання; б) пірохімічний;  
в) мікрокристалоскопічний; г) крапельний.
4. Як називається метод проведення якісного аналізу, під час якого реакцію проводять у маленьких, частіше в центрофужних пробірках, у які поміщають кілька крапель досліджуваного розчину, додають з піпетки необхідну кількість крапель реактиву, перемішують вміст пробірки скляною паличкою і спостерігають аналітичний ефект?
- а) пробірковий;  
б) краплинний;  
в) осадження;  
г) мікрокристалоскопічний.
5. Які з наведених нижче катіонів відносять до I аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією?
- а)  $\text{Na}^{1+}$ ,  $\text{K}^{1+}$ ,  $\text{NH}_4^{1+}$ ; б)  $\text{Na}^{1+}$ ,  $\text{Ag}^{1+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ;  
в)  $\text{Na}^{1+}$ ,  $\text{NH}_4^{1+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ; г)  $\text{NH}_4^{1+}$ ,  $\text{Ag}^{1+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ .
6. Чим характеризується I аналітична група катіонів (за кислотно-основною класифікацією)?
- а) утворенням малорозчинних хлоридів;  
б) утворенням малорозчинних сульфатів;  
в) відсутністю групового реагента;  
г) утворенням малорозчинних осадів з сірководнем.

7. Яка з перелічених реакцій є специфічною реакцією на  $\text{NH}_4^{1+}$ -катіон?
- а) дія лугу за нагрівання;
  - б) дія реактиву Неслера;
  - в) дія  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ ;
  - г) дія  $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ .
8. Яка з перелічених реакцій є окремою характерною реакцією на  $\text{NH}_4^{1+}$ -катіон?
- а) з 8-оксіхіноліном;
  - б) з реактивом Неслера;
  - в) з магній уранілацетатом;
  - г) з дитизоном.
9. В яких умовах необхідно проводити реакцію відкриття катіона калію дією натрій гідрогентартрату?
- а)  $\text{pH} \ll 7$ ;
  - б)  $\text{pH} > 7$ ;
  - в)  $\text{pH} \gg 7$ ;
  - г)  $\text{pH} = 5-7$ , охолодження.
10. Який з перелічених катіонів I аналітичної групи (за кислотно-основною класифікацією) можна відкрити мікрокристалоскопічною реакцією з магній триуранілацетатом?
- а)  $\text{K}^{1+}$ -катіон;
  - б)  $\text{NH}_4^{1+}$ -катіон;
  - в)  $\text{Na}^{1+}$ -катіон;
  - г)  $\text{Na}^{1+}$  і  $\text{NH}_4^{1+}$ -катіон.
11. В яких умовах проходить реакція відкриття амоній катіона дією лугу?
- а) при нагріванні;
  - б) при охолодженні;
  - в) при достатній концентрації  $\text{NH}_4^{1+}$ ;
  - г) при нагріванні і достатній концентрації  $\text{NH}_4^{1+}$ .
12. Вкажіть аналітичний ефект в результаті дії натрій гексанітрокобальтату(III) на  $\text{K}^{1+}$ -катіон.
- а) жовтий кристалічний осад;
  - б) білий аморфний осад;

- в) жовтий аморфний осад;  
г) білий кристалічний осад.
13. Вкажіть аналітичний ефект в результаті дії реактиву Неслера на  $\text{NH}_4^{1+}$ -катіон?
- а) червоний розчин; б) оранжевий розчин;  
в) червоно-бурий осад; г) жовтий осад.
14. Як відокремлюють солі амонію від інших солей?
- а) дією лугу при охолодженні;  
б) дією кислот-окисників;  
в) дією мінеральних кислот;  
г) прожарюванням суміші.
15. За допомогою якого реактиву виявляють  $\text{NH}_4^{1+}$ -йон в аналізі суміші катіонів?
- а) 2 М NaOH; б) 2 М HCl;  
в) 2 М  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; г) 2 М  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .
16. Які продукти утворюються в результаті реакції:
- $$\text{NH}_4^{1+} + [\text{HgI}_4]^{2-} + \text{OH}^{1-} \rightarrow \dots?$$
- а)  $\text{I}_2 + [\text{HgONH}_2]\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ;  
б)  $\text{I}^{1-} + [\text{HgON}]\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ;  
в)  $\text{I}^{1-} + [\text{Hg}_2\text{ONH}_2]\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ;  
г)  $\text{I}^{1-} + [\text{HgONH}_2]\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ .
17. Які продукти утворюються в результаті реакції:
- $$2\text{NH}_4^{1+} + \text{Na}^{1+} + [\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-} \rightarrow \dots?$$
- а)  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\downarrow$ ;  
б)  $(\text{NH}_4)_3[\text{Co}(\text{NO})_6]\downarrow$ ;  
в)  $(\text{NH}_4)\text{Na}_2[\text{Co}(\text{NO})_6]\downarrow$ ;  
г)  $(\text{NH}_4)_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]\downarrow$ .
18. Які продукти утворюються в результаті реакції:
- $$\text{K}^{1+} + \text{Na}^{1+} + [\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-} \rightarrow \dots?$$
- а)  $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]\downarrow$ ; б)  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]\downarrow$ ;  
в)  $\text{KNa}_2[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]\downarrow$ ; г)  $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]\downarrow$ .

19. Які продукти утворюються в результаті реакції:



- а)  $\text{NaMg}(\text{UO})_3(\text{CH}_3\text{COO})_9$ ;
- б)  $\text{NaMg}(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_8$ ;
- в)  $\text{NaMg}(\text{UO})_3(\text{CH}_3\text{COO})_6$ ;
- г)  $\text{NaMg}(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_9$ .

## **ТЕМА 1.1. Стан сильних і слабких електролітів у розчинах. II аналітична група катіонів**

### **1.1.1. Теорія електролітичної дисоціації Арреніуса, її обмеження і недоліки**

#### **1.1.2. Стан сильних електролітів у розчинах**

Основні положення теорії сильних електролітів. Дійсний і позірний ступінь дисоціації. Кількісний опис процесів у розчинах сильних електролітів. Активність і коефіцієнт активності йонів. Йонна сила розчинів. Закон йонної сили. Зв'язок між йонною силою розчину і коефіцієнтом активності.

#### **1.1.3. Закон дії мас. Застосування закону дії мас при дослідженні слабких електролітів**

Закон дії мас – теоретична основа аналітичної хімії. Застосування закону дії мас до оборотних реакцій. Константа рівноваги.

Застосування закону дії мас до процесу йонізації слабких кислот і основ. Термодинамічна і концентраційна константа йонізації. Взаємозв'язок між ступенем та константою йонізації. Закон розведення В. Оствальда. Йонний добуток води та рН розчинів. Зміщення йонних рівноваг. Дія одноіменного йону. Розрахунки з використанням закону дії мас. Рівновага в багатокомпонентних системах. Буферні розчини та їх

властивості. Типи буферних систем. Суть буферної дії. Розрахунки рН буферних розчинів. Значення буферних розчинів в аналізі.

#### **1.1.4. Теорії кислот і основ**

*Кислоти та основи з позиції теорії Арреніуса. Теорія кислот і основ Льюїса. Протолітична теорія кислот і основ Бренстеда-Лоурі. Основні положення теорії Бренстеда-Лоурі. Класифікації розчинників: за їх здатністю взаємодіяти з протонами; за їх здатністю диференціювати і нівелювати силу кислот і основ. Автопротоліз амфипротонних розчинників. Константа автопротолізу. Шкала кислотності та рН нейтрального середовища для різних розчинників. Кислоти і основи в амфипротонних розчинниках. Рівновага в системі кислота – спряжена основа і розчинник. Константа кислотності та константа основності в розчиннику  $\text{HSO}_4^-$ . Вплив природи розчинника на силу кислоти і основи. Переваги протолітичної теорії в порівнянні з класичною теорією Арреніуса.*

#### **1.1.5. II аналітична група катіонів**

Загальна характеристика групи, її зв'язок з періодичною системою Д.І. Менделєєва. Загальні та окремі характерні реакції катіонів другої аналітичної групи. Хід аналізу суміші катіонів I–II аналітичних груп.

### **ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ**

20. Як називається процес розщеплення електrolітів на йони в середовищі полярних розчинників?

- а) гідроліз;
- б) сольволіз;
- в) електrolітична дисоціація;
- г) сольовий ефект.

21. Яке з тверджень було не повністю правильним в теорії електролітичної дисоціації Арреніуса?

а) електроліти при розчиненні їх у воді дисоціюють на йони;

б) кількість позитивних і негативних зарядів рівні, тому розчин електронейтральний;

в) процес дисоціації є оборотнім;

г) всі перелічені твердження не повністю правильні.

22. Згідно якої теорії кислотами називаються складні речовини, при дисоціації яких утворюються катіони лише одного виду – гідроген-іони ( $H^{1+}$ ), а основами називаються складні речовини при дисоціації яких утворюється тільки один вид негативно заряджених йонів – гідроксид-іони ( $OH^{1-}$ )?

а) теорії Арреніуса;

б) теорії Бренстеда-Лоурі;

в) теорії Льюїса;

г) теорії Усановича.

23. Згідно якої теорії кислотами називаються ті речовини, які здатні відщеплювати протони, а основами називаються ті речовини, які здатні приєднувати протони?

а) теорії Арреніуса;

б) теорії Бренстеда-Лоурі;

в) теорії Льюїса;

г) теорії Усановича.

24. Згідно якої теорії кислотами називаються речовини, які мають вільні електронні орбіталі і тому здатні приєднувати на ці орбіталі неподілені електронні пари, а основами називаються речовини, які мають неподілені електронні пари, які можуть бути використані для утворення хімічного зв'язку?

а) теорії Арреніуса;

б) теорії Бренстеда-Лоурі;

- в) теорії Льюїса;
- г) теорії Усановича.

25. Згідно якої теорії кислотами називаються речовини, які здатні відщеплювати катіони, а також речовини, які здатні приєднувати аніони або електрони; основами називаються речовини, які здатні відщеплювати аніони або електрони, а також речовини, які приєднують катіони?

- а) теорії Арреніуса;
- б) теорії Бренстеда-Лоурі;
- в) теорії Льюїса;
- г) теорії Усановича.

26. Вказати сполуку, яка у водних розчинах є кислотою з позицій протолітичної теорії кислот основ.

- а) карбонат-аніон;      б) ацетат-аніон;
- в) амоній-катіон;      г) ціанід-аніон.

27. При проходженні автопротолітичної реакції протон переходить від однієї молекули розчинника до іншої. Яка із нижче вказаних реакцій автопротолітична?

- а)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{HSO}_3^{1-} + \text{HSO}_4^{1-} + \text{OH}^{1-}$
- б)  $\text{HF} + \text{HF} \rightarrow \text{HF}_2^{1-} + \text{H}^{1+}$
- в)  $\text{HCN} + \text{HCN} \rightarrow \text{H}_2\text{CN}^{1+} + \text{CN}^{1-}$ .

28. Які із вказаних нижче тверджень правильні?

- а)  $\text{H}_3\text{O}^{1+}$  – спряжена кислота для  $\text{H}_2\text{O}$ ,
- б)  $\text{H}_3\text{O}^{1+}$  – спряжена кислота для  $\text{OH}^{1-}$ ,
- в)  $\text{H}_3\text{O}^{1+}$  – спряжена основа для  $\text{OH}^{1-}$ .

29. Ким була запропонована теорія сильних електролітів?

- а) Арреніусом, Дебайем;
- б) Оствальдом, Хюккелем;
- в) Дебайем, Хюккелем;
- г) Арреніусом, Оствальдом.

30. Як глибоко проходить дисоціація сильного електроліту згідно теорії сильних електролітів?



- а) повністю, процес оборотний;
- б) частково, процес оборотний;
- в) повністю, процес необоротний;
- г) частково, процес необоротний.

31. Які з хімічних сполук не належать до сильних електролітів?

- а) усі луги;
- б) усі вуглеводи;
- в) багато мінеральних кислот;
- г) усі розчинні у воді солі.

32. Чому дорівнює істинний ступінь дисоціації сильних електролітів?

- а)  $\alpha_{\text{ист.}} \approx 1$ ;
- б)  $\alpha_{\text{ист.}} > 1$
- в)  $\alpha_{\text{ист.}} = 1$ ;
- г)  $\alpha_{\text{ист.}} < 1$ .

33. Яким показником характеризується величина електростатичної взаємодії всіх йонів у розчині?

- а) коефіцієнтом активності;
- б) активністю йонів;
- в) константою дисоціації;
- г) йонною силою розчину.

34. За якою формулою визначається йонна сила розчину електролітів?

- а)  $I = \frac{1}{2} \sum c_i z_i^2$ ;
- б)  $I = c_i z_i^2$ ;
- в)  $I = \frac{1}{2} \sum c_i z_i^2$ ;
- г)  $I = \frac{1}{2} \sum c_i^2$ .

35. Якою формулою виражається залежність коефіцієнта активності від йонної сили розчину?

- а)  $-\lg f = 0,5z^2 \sqrt{\frac{I}{1} + \sqrt{f}}$ ;
- б)  $-\lg f = z^2 \sqrt{\frac{I}{0,5} + \sqrt{I}}$ ;
- в)  $-\lg f = z^2 \sqrt{\frac{I}{1} + \sqrt{I}}$ ;
- г)  $-\lg f = \frac{0,5z^2 \sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}}$ .

36. Як називається відношення активної концентрації йонів у розчині до істинної концентрації?

- а) активністю;
- б) йонною силою розчину;
- в) коефіцієнтом активності;
- г) константою дисоціації.

37. Якою формулою визначається активна концентрація йона у розчині?

- а)  $a = \frac{f}{c}$ ;
- б)  $a = f \cdot c \cdot z$ ;
- в)  $a = \frac{c}{f}$ ;
- г)  $a = f \cdot c$ .

38. Закінчіть твердження:  $K_{\text{рівн}}$  – це...?

а) відношення добутку рівноважних молярних концентрацій продуктів реакції до добутку рівноважних молярних концентрацій вихідних речовин;

б) відношення добутку рівноважних молярних концентрацій вихідних речовин до добутку рівноважних молярних концентрацій продуктів реакції;

в) відношення добутку молярних концентрацій продуктів реакції до добутку молярних концентрацій вихідних речовин.

г) відношення добутку нормальних концентрацій продуктів реакції до добутку нормальних концентрацій вихідних речовин.

39. Якою формулою можна виразити термодинамічну константу рівноваги для реакції:  $mA + nB \rightarrow kC + lD$ ?

- а)  $K^a_{\text{рівн}} = \frac{\tilde{a}(N)^k \cdot a(B)^n}{a(D)^l \cdot a(A)^m}$ ;
- б)  $K^a_{\text{рівн}} = \frac{a(D)^l \cdot a(B)^n}{a(C)^k \cdot a(A)^m}$ ;
- в)  $K^a_{\text{рівн}} = \frac{a(C)^k \cdot a(D)^l}{a(A)^m \cdot a(B)^n}$ ;
- г)  $K^a_{\text{рівн}} = \frac{a(A)^m \cdot a(B)^n}{a(C)^k \cdot a(D)^l}$ .

40. При якому значенні  $K_{\text{рівн.}}$  реакція проходить у прямому напрямі?

- а)  $K_{\text{рівн.}} \ll 1$ ;                      б)  $K_{\text{рівн.}} \approx 1$ ;  
в)  $K_{\text{рівн.}} < 1$ ;                      г)  $K_{\text{рівн.}} > 1$ .

41. При якому значенні  $K_{\text{рівн.}}$  вихідні речовини і продукти реакції знаходяться у порівняльних кількостях?

- а)  $K_{\text{рівн.}} > 1$ ;                      б)  $K_{\text{рівн.}} \gg 1$ ;  
в)  $K_{\text{рівн.}} < 1$ ;                      г)  $K_{\text{рівн.}} \approx 1$ .

42. При якому значенні  $K_{\text{рівн.}}$  реакція доходить практично до кінця?

- а)  $K_{\text{рівн.}} \approx 1$ ;                      б)  $K_{\text{рівн.}} \gg 1$ ;  
в)  $K_{\text{рівн.}} < 1$ ;                      г)  $K_{\text{рівн.}} > 1$ .

43. При якому значенні  $K_{\text{рівн.}}$  реакція проходить в зворотньому напрямку?

- а)  $K_{\text{рівн.}} < 1$ ;                      б)  $K_{\text{рівн.}} \approx 1$ ;  
в)  $K_{\text{рівн.}} \gg 1$ ;                      г)  $K_{\text{рівн.}} = 1$ .

44. Вказати фактор, який не впливає на величину константи йонізації слабкого електроліту.

- а) температура розчину електроліту;  
б) концентрація речовини електроліту у розчині;  
в) природа речовини електроліту;  
г) природа речовини розчинника.

45. За якою формулою визначається ступінь йонізації (дисоціації) слабкого електроліту?

- а)  $\alpha = \frac{c_{\text{дис.}}}{c_{\text{заг.}}}$ ;                      б)  $\alpha = \frac{c_{\text{недис.}}}{c_{\text{заг.}}}$ ;  
в)  $\alpha = \frac{c_{\text{заг.}}}{c_{\text{дис.}}}$ ;                      г)  $\alpha = \frac{c_{\text{заг.}}}{c_{\text{недис.}}}$ .

46. Яка залежність встановлюється законом розведення Оствальда?

а) між ступенем дисоціації слабкого електроліта і його концентрацією;

б) між ступенем дисоціації слабкого електроліта, його концентрацією і константою дисоціації слабкого електроліта;

в) між константою дисоціації і концентрацією електроліта;

г) між константою дисоціації і ступенем гідролізу.

47. Якою із формул не може бути виражений закон розведення Оствальда?

а)  $K_{\text{дис.}} = \frac{c \cdot \alpha^2}{1 - \alpha}$ ;

б)  $\alpha = \frac{c_i}{c_{\text{заг.}}}$ ;

в)  $K_{\text{дис.}} = c \cdot \alpha^2$ ;

г)  $\alpha^2 = \frac{K_{\text{дис.}}}{c}$ .

48. Якою формулою виражається зв'язок між константою дисоціації слабкого електроліту, ступенем дисоціації і концентрацією слабкого електроліта?

а)  $K_{\text{дис.}} = \frac{c \cdot \alpha^2}{1 - \alpha}$ ;

б)  $K_{\text{дис.}} = \frac{c \cdot \alpha^2}{1 + \alpha}$ ;

в)  $K_{\text{дис.}} = \frac{c \cdot \alpha}{1 - \alpha}$ ;

г)  $K_{\text{дис.}} = \frac{c \cdot \alpha}{\alpha - 1}$ .

49. Якою формулою виражається йонний добуток води?

а)  $K_w = \frac{[\text{H}^{1+}] \cdot [\text{OH}^{1-}]}{[\text{H}_2\text{O}]}$ ;

б)  $K_w = -\lg[\text{H}^{1+}]$ ;

в)  $K_w = [\text{H}^{1+}] \cdot [\text{OH}^{1-}]$ ;

г)  $K_w = -\lg K_{\text{дис.}}$ .

50. Як зміниться йонний добуток води при збільшенні температури?

а) збільшиться;

б) зменшиться;

в) залишиться без зміни;

51. Чому дорівнює йонний добуток води за кімнатної температури?

- а)  $10^{-7}$ ;      б)  $10^{-14}$ ; в) 7;      г) 14.

52. Якою концентрацією гідроксид-іонів характеризується кислий розчин?

- а)  $[\text{OH}^{1-}] < 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>;  
б)  $[\text{OH}^{1-}] = 10^{-14}$  моль/дм<sup>3</sup>;  
в)  $[\text{OH}^{1-}] = 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>;  
г)  $[\text{OH}^{1-}] > 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>.

53. Якою концентрацією гідроген-іонів характеризується лужний розчин?

- а)  $[\text{H}^{1+}] = 1$  моль/дм<sup>3</sup>;  
б)  $[\text{H}^{1+}] = 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>;  
в)  $[\text{H}^{1+}] < 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>;  
г)  $[\text{H}^{1+}] > 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>.

54. Якою концентрацією гідроген-іонів характеризується кислий розчин?

- а)  $[\text{H}^{1+}] > 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>.      б)  $[\text{H}^{1+}] < 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>.  
в)  $[\text{H}^{1+}] = 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>.      г)  $[\text{H}^{1+}] \approx 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>.

55. Якою концентрацією гідроген-іонів характеризується нейтральний розчин за кімнатної температури?

- а)  $[\text{H}^{1+}] = 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>;      б)  $[\text{H}^{1+}] > 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>;  
в)  $[\text{H}^{1+}] = 10^{-14}$  моль/дм<sup>3</sup>;      г)  $[\text{H}^{1+}] < 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>.

56. Що називається водневим показником (рН)?

- а) молярна концентрація гідроген-іонів у розчині;  
б) молярна концентрація гідроксид-іонів у розчині;  
в) від'ємний десятковий логарифм молярної концентрації гідроген-іонів у розчині;  
г) від'ємний десятковий логарифм молярної концентрації гідроксид-іонів у розчині.

57. Що називається гідроксидним показником?

а) від'ємний десятковий логарифм молярної концентрації гідроген-іонів;

б) від'ємний десятковий логарифм молярної концентрації гідроксид-іонів;

в) молярна концентрація гідроген-іонів;

г) молярна концентрація гідроксид-іонів.

58. За якою формулою визначається рН розчину слабкої одноосновної кислоти?

а)  $\text{pH} = \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{кисл.}} - \frac{1}{2} \lg c_{\text{кисл.}}$ ;

б)  $\text{pH} = \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{кисл.}} + \frac{1}{2} \lg c_{\text{кисл.}}$ ;

в)  $\text{pH} = \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{кисл.}} - \lg c_{\text{кисл.}}$ ;

г)  $\text{pH} = \text{p}K_{\text{кисл.}} + \lg c_{\text{кисл.}}$ .

59. За якою формулою визначається рН розчину сильної основи?

а)  $\text{pH} = 7 - \lg c_{\text{осн.}}$ ;      б)  $\text{pH} = 7 + \lg c_{\text{осн.}}$ ;

в)  $\text{pH} = 14 - \lg c_{\text{осн.}}$ ;      г)  $\text{pH} = 14 + \lg c_{\text{осн.}}$ .

60. За якою формулою визначається рН розчину сильної одноосновної кислоти?

а)  $\text{pH} = \lg c_{\text{кисл.}}$ ;      б)  $\text{pH} = -\lg c_{\text{кисл.}}$ ;

в)  $\text{pH} = 7 - \lg c_{\text{кисл.}}$ ;      г)  $\text{pH} = 7 + \lg c_{\text{кисл.}}$ .

61. Якою формулою виражається взаємозв'язок між водневим і гідроксидним показниками (рН і рОН)?

а)  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ ;      б)  $\text{pH} + \text{pOH} = 10^{-14}$ ;

в)  $\text{pH} - \text{pOH} = 14$ ;      г)  $\text{pH} + \text{pOH} = 10^{14}$ .

62. За якою формулою визначається рН розчину слабкої основи  $\text{NH}_4\text{OH}$ ?

- а)  $pH = 14 + \lg c_{осн.}$ ;
- б)  $pH = 14 - \frac{1}{2} pK_{осн.} + \frac{1}{2} \lg c_{осн.}$ ;
- в)  $pH = 14 + \frac{1}{2} pK_{осн.} - \frac{1}{2} \lg c_{осн.}$ ;
- г)  $pH = 14 - \frac{1}{2} pK_{осн.} - \frac{1}{2} \lg c_{осн.}$ .

63. Яка з перелічених сумішей не відноситься до буферних?

- а) слабка кислота і її сіль;
- б) слабка основа і її сіль;
- в) сильна кислота і її сіль;
- г) середня і відповідна їй кисла сіль.

64. За якою формулою визначається рН буферної суміші, утвореної слабкою основою і її сіллю?

- а)  $pH = pK_{осн.} + \lg \frac{C_{осн.}}{C_{сол.}}$ ;
- б)  $pH = 14 - pK_{осн.} - \lg \frac{C_{осн.}}{C_{сол.}}$ ;
- в)  $pH = 14 - pK_{осн.} + \lg \frac{C_{сол.}}{C_{осн.}}$ ;
- г)  $pH = 14 - pK_{осн.} + \lg \frac{C_{осн.}}{C_{сол.}}$ .

65. Якою формулою визначається рН буферної суміші, утвореної слабкою кислотою і її сіллю?

- а)  $pH = 7 - \frac{1}{2} pK_{кисл.} - \lg \frac{C_{кисл.}}{C_{сол.}}$ ;
- б)  $pH = 14 - \frac{1}{2} pK_{кисл.} + \lg \frac{C_{кисл.}}{C_{сол.}}$ ;

$$\text{в) } \text{pH} = \text{p}K_{\text{кисл.}} - \lg \frac{C_{\text{кисл.}}}{C_{\text{сол.}}};$$

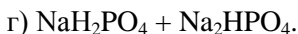
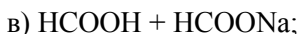
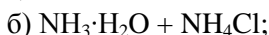
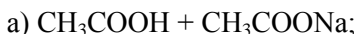
$$\text{г) } \text{pH} = \text{p}K_{\text{кисл.}} + \lg \frac{C_{\text{кисл.}}}{C_{\text{сол.}}}.$$

66. Обчислити рН буферної системи, яка містить 1 моль ацетатної кислоти і 1 моль натрій ацетату в 1 дм<sup>3</sup> розчину (рК(СН<sub>3</sub>СООН) = 4,76).

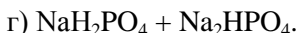
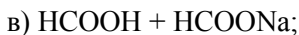
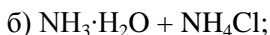
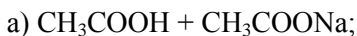
а) 9,24                                      б) 3,75;

в) 5,02;                                      г) 4,76;

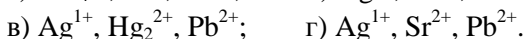
67. Яку буферну суміш необхідно використати щоб підтримувати в розчині рН = 9?



68. Яку буферну суміш необхідно використати щоб підтримувати в розчині рН = 2,9?



69. Які з наведених нижче катіонів відносять до II аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією?



70. Яка з перелічених речовин є груповим реагентом на II аналітичну групу катіонів за кислотно-основною класифікацією?





71. Чим характеризується II аналітична група катіонів (за кислотно-основною класифікацією)?

а) утворенням малорозчинного осаду при взаємодії з сульфатною кислотою;

б) утворенням малорозчинного осаду при взаємодії з хлоридною кислотою;

в) утворенням малорозчинного осаду при взаємодії з надлишком розчину амоніаку;

г) відсутністю групового реагенту.

72. Який з перелічених катіонів можна відкрити реакцією з формальдегідом в амоніачно-лужному середовищі?

а)  $\text{Ag}^{1+}$ -катіон;                      б)  $\text{Pb}^{2+}$ -катіон;

в)  $\text{Hg}_2^{2+}$ -катіон;                      г)  $\text{K}^{1+}$ -катіон

73. Який з перелічених катіонів можна відкрити реакцією з міддю?

а)  $\text{K}^{1+}$ -катіон;                      б)  $\text{Na}^{1+}$ -катіон;

в)  $\text{Pb}^{2+}$ -катіон;                      г)  $\text{Hg}_2^{2+}$ -катіон.

74. Яка з перелічених реакцій є окремою характерною реакцією на  $\text{Ag}^{1+}$ -катіон?

а) з сульфатною(VI) кислотою;

б) з дитизоном;

в) з формальдегідом;

г) з алізарином.

75. Вкажіть аналітичний ефект при дії натрій або калій гідроксиду на  $\text{Ag}^{1+}$ -іон?

а) червоний осад;

б) чорно-бурий осад;

в) червоно-бурий осад;

г) темно-зелений осад.

76. Яка з перелічених реакцій є окремою характерною реакцією на  $\text{Pb}^{2+}$ -катіон?

а) з реактивом Чугасва;              б) з калій йодидом;

- в) з міддю;                      г) з алізарином.
77. Яка з перелічених реакцій є окремою характерною реакцією на  $\text{Hg}_2^{2+}$ -катіон?
- а) з дитизоном;                      б) з міддю;  
в) з алізарином;                      г) з лугом.
78. Вкажіть аналітичний ефект при дії 2 М НСІ на  $\text{Pb}^{2+}$ -катіон?
- а) білий аморфний осад;  
б) білий кристалічний осад;  
в) чорний осад;  
г) біла каламуть.
79. Вкажіть аналітичний ефект в результаті дії формальдегіду на  $\text{Ag}^{1+}$ -катіон?
- а) сріблясто-дзеркальний осад;  
б) чорний порошкоподібний осад;  
в) цегляно-червоний осад;  
г) блакитний аморфний осад.
80. Вкажіть аналітичний ефект в результаті дії дикалій хроматом на  $\text{Ag}^{1+}$ -катіон?
- а) цегляно-червоний осад;  
б) жовтий аморфний осад;  
в) білий кристалічний осад;  
г) жовтий кристалічний осад.
81. Яку з перелічених малорозчинних сполук можна розчинити у гарячій воді?
- а)  $\text{AgCl}\downarrow$ ;                      б)  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2\downarrow$ ;  
в)  $\text{HgSO}_4\downarrow$ ;                      г)  $\text{PbCl}_2\downarrow$ .
82. За допомогою якого реагенту можна розчинити осад  $\text{AgCl}$ ?
- а) дією кислот;  
б) дією гарячої води;  
в) дією сильних основ;

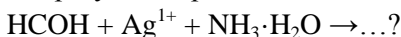
г) дією амоніаку.

83. Яка з перелічених хімічних сполук розчинна в надлишку  $\text{NH}_4\text{OH}$ ?

а)  $[\text{Hg}_2\text{ONH}_2]\text{NO}_3\downarrow$ ; б)  $\text{Pb}(\text{OH})_2\downarrow$ ;

в)  $\text{Ag}_2\text{O}\downarrow$ ; г)  $\text{Hg}_2\text{O}$ .

84. Що утвориться в результаті реакції:



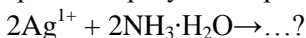
а)  $\text{Ag}\downarrow + \text{HCOOH} + \text{NH}_4^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ ;

б)  $\text{Ag}_2\text{O} + \text{HCOOH} + \text{NH}_4^{1+}$ ;

в)  $\text{Ag}\downarrow + \text{HCOOH} + \text{NH}_4^{1+}$ ;

г)  $\text{HCOOH} + \text{NH}_4^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ .

85. Які продукти утворюються в результаті реакції:



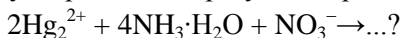
а)  $\text{AgO}\downarrow + 2\text{NH}_4^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ ;

б)  $\text{Ag}_2\text{O}\downarrow + 2\text{NH}_4^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ ;

в)  $\text{AgOH}\downarrow + 2\text{NH}_4^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ ;

г)  $\text{AgOH}\downarrow + 2\text{NH}_4^{1+} + \text{H}_2$ .

86. Які продукти утворюються в результаті реакції:



а)  $[\text{Hg}_2\text{ONH}_2]\text{NO}_3\downarrow + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{NH}_4^{1+}$ ;

б)  $[\text{Hg}_2\text{ONH}_2]\text{NO}_3\downarrow + 2\text{Hg}\downarrow + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{NH}_4^{1+}$ ;

в)  $[\text{Hg}_2\text{ON}]\text{NO}_3\downarrow + 2\text{Hg}\downarrow + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{NH}_4^{1+}$ ;

г)  $[\text{Hg}_2\text{ONH}_2]\text{NO}_3\downarrow + 2\text{Hg}\downarrow + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{NH}_4^{1+} + \text{NO}_3$ .

87. Вкажіть хімічні формули сполук, які утворюються при дії натрій гідроксиду на розчин, який містить катіони II аналітичної групи?

а)  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{Hg}_2(\text{OH})_2$ ;

б)  $\text{AgOH}$ ,  $\text{Hg}_2(\text{OH})_2$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ;

в)  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{Hg}_2\text{O}$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ;

г)  $\text{Hg}_2\text{O}$ ,  $\text{AgOH}$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ .

88. Вкажіть хімічні формули сполук, які утворяться при дії амоній гідроксиду на розчин, який містить катіони II аналітичної групи?

- а)  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{Hg}_2\text{O}_2$ ,  $\text{PbO}$ ;
- б)  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $[\text{Hg}_2\text{ONH}_2]\text{NO}_3$ ,  $\text{Hg}\downarrow$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2\downarrow$ ;
- в)  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $[\text{Hg}_2\text{ONH}_2]$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2\downarrow$ ;
- г)  $\text{AgOH}$ ,  $\text{Hg}_2\text{O}$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2\downarrow$ .

## **ТЕМА 1.2. Рівновага в гетерогенній системі осад – насичений розчин.**

### **III аналітична група катіонів**

#### **1.2.1. Рівновага в гетерогенній системі осад – насичений розчин**

Застосування закону дії мас до рівноваги в гетерогенній системі осад–насичений розчин. Добуток розчинності. Визначення добутку розчинності речовини за даними розчинності і навпаки. Умови утворення і розчинення осаду.

Вплив сторонніх йонів на розчинність малорозчинних електролітів. Сольовий ефект. Осадження. Фактори, які впливають на повноту осадження: розчинність осаджуваної речовини, кількість осаджувача, йонна сила і рН розчину, комплексоутворення. Дробне осадження.

Розчинність осадів. Різні випадки розчинення осадів. Перетворення одних малорозчинних речовин в інші.

#### **1.2.2. III аналітична група катіонів**

Загальна характеристика групи, її зв'язок з періодичною системою Д.І. Менделєєва. Характерні реакції катіонів третьої аналітичної групи. Хід аналізу суміші катіонів I–III аналітичних груп.

## ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ

89. Якщо при дисоціації молекули малорозчинного електроліту утворюється більше двох йонів, яким чином це відобразиться на виразі добутку розчинності?

а) у виразі добутку розчинності концентрація кожного йона підноситься до степеня, рівного стехіометричному коефіцієнту при даному йону;

б) у виразі добутку розчинності концентрація йонів множиться на число цих йонів;

в) число йонів не входить у вираз добутку розчинності;

г) у виразі добутку розчинності концентрація йонів ділиться на число цих йонів.

90. Яке рівняння є математичним виразом ДР малорозчинного у воді кальцій фосфату?

а)  $ДР = [Ca^{2+}]^3 \cdot [PO_4^{3-}]^2$ ;      б)  $ДР = [Ca^{2+}] \cdot [PO_4^{3-}]$ ;

в)  $ДР = [Ca^{2+}]^2 \cdot [PO_4^{3-}]^3$ ;      г)  $ДР = [Ca^{2+}] \cdot 2[PO_4^{3-}]$ .

91. Яка основна умова утворення осаду?

а) йонний добуток дорівнює добутку розчинності;

б) йонний добуток менший добутку розчинності;

в) йонний добуток більший добутку розчинності;

92. Який спосіб вираження вмісту йонів у розчині застосовується в рівнянні добутку розчинності?

а) масова частка (%);

б) молярна концентрація речовини еквівалента;

в) молярна концентрація;

г) моляльність.

93. Охарактеризуйте процес дисоціації малорозчинного електроліту.

а) процес оборотній, підчиняється закону дії мас;

б) процес оборотній, не підчиняється закону дії мас;

в) малорозчинний електроліт дисоціює як сильний електроліт (необоротно);

94. Яка основна умова розчинення осаду?

а) йонний добуток дорівнює добутку розчинності;

б) йонний добуток менший добутку розчинності;

в) йонний добуток більший добутку розчинності.

95. Чим характеризується III аналітична група катіонів (за кислотно-основною класифікацією)?

а) утворенням малорозчинного осаду при взаємодії з сульфатною кислотою;

б) утворенням малорозчинного осаду при взаємодії з хлоридною кислотою;

в) утворенням малорозчинного осаду при взаємодії з надлишком розчину амоніаку;

г) утворення малорозчинного осаду при дії натрій гідроксиду.

96. Яка з перелічених речовин є груповим реагентом на III аналітичну групу катіонів (за кислотно-основною класифікацією)?

а)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  розв.;

б)  $\text{NH}_4\text{OH}$  надл.;

в) 2M HCl;

г) NaOH надл.

97. Які з перелічених катіонів відносять до III аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією?

а)  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ;

б)  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ;

в)  $\text{Ag}^{1+}$ ,  $\text{NH}_4^{1+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ;

г)  $\text{K}^{1+}$ ,  $\text{NH}_4^{1+}$ ,  $\text{Na}^{1+}$ .

98. Який з перелічених осадів випадає першим, якщо до досліджуваного розчину, який містить катіони Барію, Стронцію і Кальцію в рівних концентраціях, поступово доливають розчин сульфатної кислоти?

а) барій сульфат;

б) кальцій сульфат;

в) стронцій сульфат;

г) одночасно вказані вище солі.

99. Солі яких катіонів забарвлюють полум'я пальника в жовто-зелений колір?
- а) Стронцію;
  - б) Калію;
  - в) Барію;
  - г) Кальцію.
100. Солі яких катіонів забарвлюють полум'я пальника в карміново-червоний колір?
- а) Барію;
  - б) Кальцію;
  - в) Стронцію;
  - г) Калію.
101. Солі яких катіонів забарвлюють полум'я пальника в цегляно-червоний колір?
- а) Кальцію;
  - б) Барію;
  - в) Калію;
  - г) Стронцію.
102. Напишіть рівняння реакції відкриття катіону Барію дією дихромат-іону в йонно-молекулярному вигляді і підрахуйте суму коефіцієнтів?
- а) 8;
  - б) 5;
  - в) 4;
  - г) 10.
103. Яка реакція відкриття катіона Кальцію є специфічною?
- а) з амоній оксалатом;
  - б) з амоній карбонатом;
  - в) з калій хроматом;
  - г) з сульфатною кислотою, мікрокристалоскопічна.
104. Яка реакція є характерною для виявлення катіона Стронцію при систематичному аналізі III групи катіонів?
- а) з амоній оксалатом;
  - б) з гіпсовою водою;
  - в) забарвлення полум'я пальника;
  - г) з сульфатною кислотою.
105. Яка реакція відкриття катіона Барію є характерною?
- а) з сульфатною кислотою;
  - б) з дикалій хроматом;

- в) з амоній карбонатом;  
г) з натрій гідроксидом.
106. Який висновок можна зробити про присутність катіону в розчині по голчастим кристалам, які утворюються при додаванні до нього сульфатної кислоти і спостереження кристалів під мікроскопом?
- а)  $\text{Ba}^{2+}$ ;                      б)  $\text{Sr}^{2+}$ ;  
в)  $\text{Ca}^{2+}$ ;                      г)  $\text{Na}^{1+}$ .
107. Яка з перелічених солей Барію є розчинною?
- а)  $\text{BaSO}_4$ ;                      б)  $\text{BaCl}_2$ ;  
в)  $\text{BaCO}_3$ ;                      г)  $\text{BaC}_2\text{O}_4$ .
86. Яка з перелічених солей Кальцію є розчинною?
- а)  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ;                      б)  $\text{CaCO}_3$ ;  
в)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ;                      г)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ .
108. Яка з перелічених солей Стронцію є розчинною?
- а)  $\text{SrSO}_4$ ;                      б)  $\text{SrCO}_3$ ;  
в)  $\text{SrCl}_2$ ;                      г)  $\text{SrC}_2\text{O}_4$ .
109. Як проводиться відкриття катіону  $\text{Ba}^{2+}$  в присутності катіонів Стронцію і Кальцію?
- а) амоній оксалатом в нейтральному середовищі;  
б) амоній оксалатом в ацетатному середовищі;  
в) калій дихроматом в нейтральному середовищі;  
г) калій дихроматом в присутності натрій ацетату.
110. В яких умовах проходить відкриття катіону  $\text{Ba}^{2+}$  дією дикалій хромату?
- а) у присутності  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ;  
б) у присутності  $\text{NaOH}$  при охолодженні;  
в) у присутності  $\text{NaOH}$  при нагріванні;  
г) у присутності  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
111. В яких умовах проходить відкриття катіону  $\text{Sr}^{2+}$  дією гіпсової води?
- а) нагрівання, відсутність  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ;



- б) без нагрівання, відсутність  $Pb^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ;
  - в) охолодження, відсутність  $Pb^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ;
  - г) у присутності гарячої  $CH_3COOH$
112. В яких умовах проходить відкриття катіону  $Ca^{2+}$  дією діамоній оксалату при систематичному аналізі?
- а) відсутність йону  $Ba^{2+}$ ;
  - б) відсутність йону  $Sr^{2+}$ ;
  - в) відсутність всіх окисників;
  - г) у присутності гарячої  $CH_3COOH$ .
113. В яких умовах проходить мікрокристалоскопічна реакція відкриття катіону  $Ca^{2+}$  дією сульфатної кислоти?
- а) достатня концентрація йону  $Ca^{2+}$ , при нагріванні;
  - б) достатня концентрація йону  $Ca^{2+}$ , при охолодженні;
  - в) концентрована кислота, при охолодженні;
  - г) розведена кислота, при охолодженні.
114. Вкажіть аналітичний ефект при проведенні мікрокристалоскопічної реакції на  $Ca^{2+}$ -катіон з сульфатною кислотою?
- а) жовті октаедри;
  - б) жовті голчасті кристали;
  - в) білі голчасті кристали, місцями зібрані в пучки;
  - г) білі зірочки.
115. Вкажіть аналітичний ефект в результаті дії діамоній оксалату на  $Ca^{2+}$ - катіон?
- а) білий аморфний осад;
  - б) біла каламуть;
  - в) білий дрібнокристалічний осад;
  - г) жовтий дрібнокристалічний осад.
116. Вкажіть аналітичний ефект в результаті дії гіпсової води на  $Sr^{2+}$  - катіон?
- а) біла каламуть;

- б) білий аморфний осад;  
 в) білий кристалічний осад;  
 г) жовтий кристалічний осад.
117. Вкажіть аналітичний ефект в результаті дії дикалій хромату на  $\text{Ba}^{2+}$  - катіон?  
 а) білий аморфний осад;  
 б) жовтий кристалічний осад;  
 в) білий кристалічний осад;  
 г) цегляно-червоний дрібнокристалічний осад.
118. Укажіть значення ДР цинк сульфід, якщо його розчинність у воді за температури  $25\text{ }^\circ\text{C}$  дорівнює  $1,27 \cdot 10^{-12}$  г/дм<sup>3</sup>.  $M(\text{ZnS}) = 97,43$  г/моль.  
 а)  $6,9 \cdot 10^{-21}$ ;                      б)  $1,2 \cdot 10^{-23}$ ;  
 в)  $1,6 \cdot 10^{-24}$ ;                      г)  $4,5 \cdot 10^{-26}$ .
119. Обчисліть розчинність у воді кальцій фториду, використовуючи добуток розчинності цієї солі ( $\text{ДР}(\text{CaF}_2) = 4 \cdot 10^{-11}$ )?  
 а)  $5,4 \cdot 10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>;                      б)  $2,35 \cdot 10^{-5}$  моль/дм<sup>3</sup>;  
 в)  $8,2 \cdot 10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup>;                      г)  $3,42 \cdot 10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup>.
120. Виберіть малорозчинний електроліт, розчинність якого у воді ( $S$ , моль/дм<sup>3</sup>) можна визначити за формулою:  $S = \sqrt[3]{\frac{\text{ДР}}{4}}$  ?  
 а)  $\text{BaSO}_4$ ;                      б)  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ;  
 в)  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ;                      г)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

### ТЕМА 1.3. Аналіз суміші катіонів I–III аналітичних груп

Виявлення амоній-катіону. Систематичний хід аналізу суміші катіонів першої, другої і третьої аналітичних груп за кислотно-лужною системою аналізу

(досліджуваний розчин без осаду; досліджуваний розчин з осадом).

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ

121. Який з перелічених йонів при систематичному ході аналізу виявляють при попередньому дослідженні?

- а)  $K^{1+}$ -йон;                      б)  $NH_4^{1+}$ -йон;  
в)  $Ba^{2+}$ -йон;                      г)  $Ag^{1+}$ -йон.

122. За допомогою якого реактиву виявляють  $NH_4^{1+}$ -йон при аналізі суміші катіонів?

- а) 2 М NaOH, нагрівання;    б) 2 М HCl;  
в) 2 М  $H_2SO_4$ ;                      г) 2 М  $NH_3 \cdot H_2O$ .

123. Вкажіть аналітичний ефект в результаті виявлення  $NH_4^{+}$ -йону дією 2 М розчину NaOH при нагріванні?

- а) запах амоніаку;  
б) посиніння універсального індикатора;  
в) посиніння лакмусового папірця;  
г) всі відповіді вірні.

124. Вкажіть аналітичний ефект в результаті дії 2 М HCl на II аналітичну групу катіонів?

- а) білі осад;                      б) жовті осад;  
в) білі сирнисті осад;        г) осад розчиняються в надлишку кислоти.

125. За допомогою чого можна видалити домішки з осаду катіонів II аналітичної групи?

- а) нагрівання;  
б) промивання холодною водою;  
в) промивання гарячою водою;  
г) переосадження.

126. Як можна перевести сульфати катіонів III аналітичної групи в карбонати?

- а) додаванням розчину амоній карбонату;

б) пропусканням чистого  $\text{CO}_2$  через розчин з осадом;  
в) розчиненням сульфатів катіонів III аналітичної групи в кислоті і потім осадженням калій карбонатом;

г) кип'ятінням з розчином натрій карбонату, з наступним розчиненням осаду в ацетатній кислоті.

127. В якій послідовності відкривають суміш катіонів I і III аналітичних груп даного складу?

- а) амоній, барій, кальцій, стронцій;
- б) барій, стронцій, кальцій, амоній;
- в) амоній, барій, стронцій, кальцій;
- г) кальцій, стронцій, барій, амоній.

128. Яка реакція є характерною для виявлення катіона стронцію при систематичному аналізі III групи катіонів?

- а) з амоній оксалатом;
- б) з гіпсовою водою;
- в) забарвлення полум'я пальника;
- г) з сульфатною кислотою.

129. В якому середовищі необхідно проводити відкриття катіону барію дією  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  в присутності катіонів стронцію і кальцію?

- а) в присутності натрій ацетату;
- б) в присутності ацетатної кислоти;
- в) в сильно кислому середовищі;
- г) в лужному середовищі.

130. В якому порядку відбувається відокремлення та виявлення катіонів I – III аналітичних груп при систематичному ході аналізу?

- а) I, III, II аналітичні групи;
- б) III, I, II аналітичні групи;
- в) II, III, I аналітичні групи;
- г) немає значення.

131. Як переводять в розчин осад карбонатів III аналітичної групи катіонів?
- промиванням гарячою водою;
  - дією 2 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;
  - дією CH<sub>3</sub>COOH;
  - дією 2 M NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O.
132. Вкажіть аналітичний ефект при дії 2 M розчину HCl на Pb<sup>2+</sup>-іон?
- білий аморфний осад;
  - білий кристалічний осад;
  - білий порошкоподібний осад;
  - білий сирнистий осад.
133. Дією якого реагенту відокремлюють катіони II аналітичної групи при систематичному аналізі?
- 2 M HCl;
  - 2 M NaOH;
  - 2 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;
  - 2 M NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O.
134. За допомогою якого реактиву можна перевести в розчин осад PbCl<sub>2</sub>?
- 2 M NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O;
  - 2 M NaOH;
  - промити гарячою водою;
  - 2 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
135. Яким реактивом виявляють Pb<sup>2+</sup>-іон і який аналітичний ефект спостерігається?
- 2 M HNO<sub>3</sub>, білий осад;
  - 2 M NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O, жовтий розчин;
  - KI, жовтий кристалічний осад;
  - 2 M NaOH, жовтий аморфний осад.
136. За допомогою якого реактиву можна перевести осад AgCl в розчин?
- 2 M NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O;
  - 2 M NaOH;
  - промити гарячою водою;
  - 2 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
137. Які продукти утворюються в результаті реакції:
- $$\text{AgCl} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots ?$$

- а)  $[\text{AgNH}_3\text{Cl}] + \text{H}_2\text{O}$ ;      б) реакція не відбувається;  
 в)  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}] + 3\text{H}_2\text{O}$ ;      г)  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}] + 2\text{H}_2\text{O}$ .
138. За допомогою якого реактиву виявляємо  $\text{Ag}^{1+}$ -іон, коли він знаходиться в комплексі  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^{1+}$ ?
- а)  $\text{KCl}$ ;      б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  
 в)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ;      г)  $2\text{M HNO}_3$ .
139. Дією якого реагенту відокремлюють катіони III аналітичної групи при систематичному аналізі суміші катіонів?
- а)  $2\text{ M NaOH}$ ;      б)  $2\text{ M HCl}$ ;  
 в)  $2\text{ M H}_2\text{SO}_4$ ;      г)  $2\text{ M NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .
140. Вкажіть аналітичний ефект в результаті дії  $2\text{ M H}_2\text{SO}_4$  на III аналітичну групу катіонів?
- а) жовті осад;      б) білі кристалічні осад;  
 в) білі аморфні осад;      г) осад не утворюються.
141. Для чого сульфати катіонів III аналітичної групи переводять в карбонати?
- а) для отримання сполук, розчинних у воді;  
 б) для отримання сполук, розчинних у розчині амоніаку;  
 в) для отримання сполук, розчинних у кислоті;  
 г) для отримання сполук, розчинних у лузі.
142. За допомогою якого реактиву визначають  $\text{Ba}^{2+}$ -іони при аналізі суміші катіонів III групи?
- а)  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  або  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ;      б)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;  
 в)  $1\text{ M H}_2\text{SO}_4$ ;      г)  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ .
143. Вкажіть аналітичний ефект при дії  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  на  $\text{Ba}^{2+}$ -іони?
- а) білий аморфний осад;  
 б) жовтий кристалічний осад;  
 в) цегляно-червоний кристалічний осад;  
 г) білий кристалічний осад.

144. Який катіон ускладнює відкриття катіонів III аналітичної групи при систематичному аналізі?
- а)  $\text{Hg}_2^{2+}$ -катіон;                      б)  $\text{Ag}^{1+}$ -катіон;  
в)  $\text{Pb}^{2+}$ -катіон;                      г)  $\text{NH}_4^{1+}$ -катіон.
145. Вкажіть аналітичний ефект в результаті дії гіпсової води на  $\text{Sr}^{2+}$ -катіон?
- а) біла каламуть;  
б) білий аморфний осад;  
в) рясний білий кристалічний осад;  
г) жовтий кристалічний осад.
146. В яких умовах проходить відкриття стронцій катіону дією гіпсової води?
- а) при нагріванні;  
б) відсутність  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ;  
в) при охолодженні;  
г) при нагріванні, відсутності  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ .
147. За допомогою якого реагенту можна відділити  $\text{Ca}^{2+}$ -катіон від  $\text{Sr}^{2+}$ -катіону при систематичному аналізі III аналітичної групи катіонів?
- а)  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}_{\text{конц.}}$ ;                      б)  $(\text{NH}_4)_2[\text{Ca}(\text{SO}_4)_2]$ ;  
в)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ;                      г)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
148. За допомогою якого реактиву виявляємо  $\text{Ca}^{2+}$ -іон при систематичному аналізі катіонів III аналітичної групи?
- а)  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ;                      б) 2 M  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ;  
в) 2 M  $\text{HCl}$ ;                      г) 2 M  $\text{NaOH}$ .
149. Вкажіть аналітичний ефект при проведенні мікрокристалоскопічної реакції на  $\text{Ca}^{2+}$ -катіон?
- а) жовті октаедри;  
б) жовті голчасті кристали;  
в) білі голчасті кристали;  
г) білі зірочки.

150. Вкажіть аналітичний ефект при дії  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  на  $\text{Ca}^{2+}$ -катіон?

- а) білий аморфний осад;
- б) білий дрібнокристалічний осад;
- в) жовтий аморфний осад;
- г) жовтий кристалічний осад.

151. В яких умовах проходить відкриття катіона  $\text{Ca}^{2+}$  дією діамоній оксалату при систематичному аналізі?

- а) відсутність йону  $\text{Ba}^{2+}$ ;
- б) відсутність йону  $\text{Sr}^{2+}$ ;
- в) відсутність всіх окисників;
- г) відсутність йонів  $\text{Ba}^{2+}$  і  $\text{Sr}^{2+}$ .

152. Який з перелічених йонів видаляємо першим при виявленні катіонів I аналітичної групи?

- а)  $\text{K}^{1+}$ -іон;
- б)  $\text{NH}_4^{1+}$ -іон;
- в)  $\text{Na}^{1+}$ -іон;
- г)  $\text{K}^{1+}$  та  $\text{Na}^{1+}$ -іони.

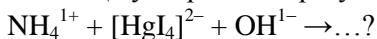
153. Як відокремлюють солі амонію від солей Калію і Натрію?

- а) дією лугу при охолодженні;
- б) дією кислот-окисників;
- в) дією мінеральних кислот;
- г) прожарюванням суміші.

154. Яким чином перевіряємо на повноту видалення  $\text{NH}_4^{1+}$ -іонів з розчину при систематичному ході аналізу катіонів I–III аналітичних груп?

- а) дією  $\text{HCl}$ ;
- б) дією  $\text{NaOH}$ ;
- в) дією реактиву Неслера;
- г) дією гарячої води.

155. Що утвориться в результаті реакції:



- а)  $\text{I}_2 + [\text{HgONH}]\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ;



- б)  $I^{-} + [HgON] \downarrow + H_2O$ ;  
 в)  $I^{-} + [Hg_2ONH_2]I \downarrow + H_2O$ ;  
 г)  $I^{-} + [HgONH]I \downarrow + H_2O$ .
156. Які продукти утворюються в результаті реакції:  
 $2NH_4^{1+} + Na^{1+} + [Co(NO_2)_6]^{3-} \rightarrow \dots?$   
 а)  $(NH_4)_2Na[Co(NH_2)_6] \downarrow$ ;  
 б)  $(NH_4)_2Na[Co(NH_3)_6] \downarrow$ ;  
 в)  $(NH_4) Na_2[Co(NO_2)_6] \downarrow$ ;  
 г)  $(NH_4)_2Na[Co(NO_2)_6] \downarrow$ .
157. За допомогою якого реактиву визначаємо йони  $Na^{1+}$  при систематичному аналізі катіонів I аналітичної групи?  
 а)  $K[Sb(OH)_6]$ ;                      б)  $NaHC_4H_4O_6$ ;  
 в)  $K_2[HgI_4]$ ;                      г)  $KI$ .
158. Вкажіть аналітичний ефект при дії аналітичного реагенту  $Na_3[Co(NO_2)_6]$  на  $K^{1+}$ -іон.  
 а) білий кристалічний осад;  
 б) жовтий кристалічний осад;  
 в) жовтий аморфний осад;  
 г) білий аморфний осад.
159. Які продукти утворюються в результаті реакції:  
 $K^{1+} + Na^{1+} + [Co(NO_2)_6]^{3-} \rightarrow \dots?$   
 а)  $K_3[Co(NO_2)_6]$ ;                      б)  $K_2Na[Co(NH_2)_6]$ ;  
 в)  $KNa_2[Co(NO_2)_6]$ ;                      г)  $K_2Na[Co(NO_2)_6]$ .
160. Вкажіть аналітичний ефект при дії  $NaHC_4H_4O_6$  на  $K^{1+}$ -іон?  
 а) білий аморфний осад;  
 б) білий кристалічний осад;  
 в) білий сирнистий осад;  
 г) жовто-зелений кристалічний осад.

## **2. ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АНАЛІТИЧНІЙ ХІМІЇ (продовження). IV–VI АНАЛІТИЧНІ ГРУПИ КАТІОНІВ**

### **ТЕМА 2.1. Гідроліз солей. Амфотерність гідроксидів. IV аналітична група катіонів**

#### **2.1.1. Гідроліз солей**

Гідроліз солей. Сутність гідролізу. Застосування закону дії мас до оборотного процесу гідролізу, константа гідролізу. Ступінь гідролізу. Виведення робочих формул для обчислення константи, ступеня гідролізу та рН у розчинах солей, які гідролізують. Гідроліз солей, утворених багатокислотними основами і багатоосновними кислотами. Практичні прийоми посилення та послаблення гідролізу.

#### **2.1.2. Амфотерність гідроксидів**

Амфотерність гідроксидів. Рівноваги в розчині амфотерного гідроксиду та їх зміщення. Використання амфотерності в якісному аналізі.

#### **2.1.3. IV аналітична група катіонів**

Загальна характеристика групи, її зв'язок з періодичною системою Д. І. Менделєєва. Характерні реакції катіонів IV аналітичної групи. Хід аналізу суміші катіонів IV аналітичної групи.

## **ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ**

161. Гідроліз за аніоном відбувається під час:

- а) гідролізу солі, утвореної сильною основою і сильною кислотою;
- б) гідролізу солі, утвореної сильною основою і слабкою кислотою;

в) гідролізу солі, утвореної слабкою основою і слабкою кислотою;

г) гідролізу солі, утвореної слабкою основою і сильною кислотою.

162. Гідроліз за катіоном відбувається під час:

а) гідролізу солі, утвореної сильною основою і сильною кислотою;

б) гідролізу солі, утвореної сильною основою і слабкою кислотою;

в) гідролізу солі, утвореної слабкою основою і слабкою кислотою;

г) гідролізу солі, утвореної слабкою основою і сильною кислотою.

163. Гідроліз за катіоном і аніоном відбувається під час:

а) гідролізу солі, утвореної сильною основою і сильною кислотою;

б) гідролізу солі, утвореної сильною основою і слабкою кислотою;

в) гідролізу солі, утвореної слабкою основою і слабкою кислотою;

г) гідролізу солі, утвореної слабкою основою і сильною кислотою.

164. Гідроліз не відбувається якщо:

а) сіль, утворена сильною основою і сильною кислотою;

б) сіль, утворена сильною основою і слабкою кислотою;

в) сіль, утворена слабкою основою і слабкою кислотою;

г) сіль, утворена слабкою основою і сильною кислотою.

165. За якою формулою можна визначити рН розчину під час гідролізу солі, утвореної сильною основою і слабкою кислотою?

а)  $\text{pH} = 7 + \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{кисл.}} + \frac{1}{2} \lg c_{\text{солі.}}$ ;

б)  $\text{pH} = 7 - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{кисл.}} - \frac{1}{2} \lg c_{\text{солі.}}$ ;

в)  $\text{pH} = 7 + \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{кисл.}} - \frac{1}{2} \lg c_{\text{солі.}}$ ;

г)  $\text{pH} = 7 - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{кисл.}} + \frac{1}{2} \lg c_{\text{солі.}}$ .

166. За якою формулою можна визначити рН розчину під час гідролізу солі, утвореної слабкою основою і слабкою кислотою?

а)  $\text{pH} = 7 + \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{кисл.}} + \frac{1}{2} \lg c_{\text{солі.}}$ ;

б)  $\text{pH} = 7 - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{кисл.}} - \frac{1}{2} \lg c_{\text{солі.}}$ ;

в)  $\text{pH} = 7 + \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{кисл.}} - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{осн.}}$ ;

г)  $\text{pH} = 7 - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{кисл.}} + \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{осн.}}$ .

167. За якою формулою можна визначити рН розчину під час гідролізу солі, утвореної слабкою основою і сильною кислотою?

а)  $\text{pH} = 7 + \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{кисл.}} + \frac{1}{2} \lg c_{\text{солі.}}$ ;

б)  $\text{pH} = 7 - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{кисл.}} - \frac{1}{2} \lg c_{\text{солі.}}$ ;

в)  $\text{pH} = 7 + \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{кисл.}} - \frac{1}{2} \lg c_{\text{солі.}}$ ;



174. Для якої з перелічених солей константа гідролізу визначається за формулою  $K_{\text{гдр.}} = \frac{K_w}{K_{\text{осн.}}}$  ?

- а)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;                      б)  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ;  
в)  $\text{KNO}_3$ ;                        г)  $\text{CH}_3\text{COOK}$ .

175. Для якої з перелічених солей ступінь гідролізу визначається за формулою  $\frac{h}{1-h} = \sqrt{\frac{K_w}{K_{\text{кисл.}} \cdot K_{\text{осн.}}}}$  ?

- а)  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ;                      б)  $\text{KCN}$ ;  
в)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ;                        г)  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ .

176. Якого кольору набуває лакмус у водному розчині натрій ацетату?

- а) рожевого;                      б) синього;  
в) червоного;                      г) жовтого.

177. Якого кольору набуває лакмус у водному розчині калій ціаніду?

- а) рожевого;                      б) синього;  
в) червоного;                      г) жовтого.

178. За яким типом відбувається дисоціація амфотерного гідроксиду у кислому середовищі?

- а) кислотним;                      б) основним;  
в) амфотерним;                      г) не відбувається.

179. За яким типом відбувається дисоціація амфотерної сполуки у лужному середовищі?

- а) кислотним;                      б) основним;  
в) амфотерним;                      г) не відбувається.

180. Які з перелічених катіонів належать до IV аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією?

- а)  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ;  
б)  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ;  
в)  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{\text{IV}}$ ,  $\text{As}^{3+}$ ,  $\text{As}^{\text{V}}$ ;

г)  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ .

181. Чим характеризується IV аналітичної група катіонів за кислотно-основною класифікацією?

а) утворенням амфотерних гідроксидів, розчинних у надлишку лугу;

б) утворенням гідроксидів, нерозчинних в надлишку лугу;

в) утворенням гідроксидів, розчинних у надлишку амоніаку;

г) утворенням малорозчинних сульфатів.

182. Яка з перелічених речовин є груповим реагентом на IV аналітичну групу катіонів за кислотно-основною класифікацією?

а)  $\text{H}_2\text{O}_2$ ;

б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;

в)  $\text{NH}_4\text{OH}$  надл.;

г)  $\text{NaOH}$  надл. +  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

183. Який з перелічених катіонів IV аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією можна відкрити крапельним методом з алізарином з використанням аналітичного маскування?

а)  $\text{Al}^{3+}$ ;

б)  $\text{Zn}^{2+}$ ;

в)  $\text{Cr}^{3+}$ ;

г)  $\text{Sn}^{2+}$ .

184. Який з перелічених катіонів IV аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією можна відкрити крапельним методом з дитизоном з використанням аналітичного маскування?

а)  $\text{Al}^{3+}$ ;

б)  $\text{Zn}^{2+}$ ;

в)  $\text{Cr}^{3+}$ ;

г)  $\text{Sn}^{2+}$ .

185. Який з перелічених катіонів IV аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією можна відкрити з допомогою солей бісмуту?

а)  $\text{Al}^{3+}$ ;

б)  $\text{Zn}^{2+}$ ;

в)  $\text{Cr}^{3+}$ ;

г)  $\text{Sn}^{2+}$ .

186. Який з перелічених катіонів IV аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією можна відкрити крапельним методом з 8-оксихіноліном при  $\text{pH} \approx 5$  з використанням аналітичного маскування?

- a)  $\text{Al}^{3+}$ ;      б)  $\text{Zn}^{2+}$ ;      в)  $\text{Cr}^{3+}$ ;      г)  $\text{Sn}^{2+}$ .
187. За допомогою якого реагенту можна розділити  $\text{Cr}^{3+}$ - і  $\text{Al}^{3+}$ -катиони?
- а) пероксиду водню в амоніачному середовищі;  
б) лугу;  
в) пероксиду водню в кислому середовищі;  
г) розчину амоніаку.
188. За допомогою якого реагенту можна розділити  $\text{Sn}^{2+}$ - і  $\text{Zn}^{2+}$ -катиони?
- а) дитизону;  
б) лугу в надлишку;  
в) розчину амоніаку в надлишку;  
г) сірководню.
189. Який з перелічених гідроксидів розчиняється в надлишку концентрованого розчину амоній гідроксиду?
- а)  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ;      б)  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ;  
в)  $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ;      г)  $\text{Sn}(\text{OH})_4$ .
190. Яка з перелічених солей розчиняється в надлишку розчину амоній гідроксиду?
- а)  $\text{CrPO}_4$ ;      б)  $\text{AlPO}_4$ ;  
в)  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ ;      г)  $\text{CrPO}_4$ .
191. Яка з перелічених реакцій є окремою характерною реакцією на  $\text{Zn}^{2+}$ -катион?
- а) з розчином амоніаку;      б) з лугом;  
в) з алізарином;      г) з дитизоном.
192. Яка з перелічених реакцій є окремою характерною реакцією на  $\text{Al}^{3+}$ -катион?
- а) з розчином амоніаку;      б) з лугом;  
в) з 8-оксихіноліном;      г) з дитизоном.
193. Яка з перелічених реакцій є окремою характерною реакцією на  $\text{Al}^{3+}$ -катион?
- а) з алізарином;      б) з лугом;



- в) з розчином амоніаку;                      г) з дитизоном.
194. Яка з перелічених реакцій є окремою характерною реакцією на  $\text{Sn}^{2+}$ -катіон?
- а) з алізарином;  
 б) з солями бісмуту(III);  
 в) з розчином амоніаку;  
 г) з дитизоном.
195. Які продукти утворюються в результаті реакції  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{I}^{-} + \text{H}^{1+} \rightarrow ?$
- а)  $\text{CrO}_4^{2-} + \text{I}_2 + \text{OH}^{-}$ ;                      б)  $\text{Cr}^{3+} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 в)  $\text{Cr}^{3+} + \text{I}_2 + \text{OH}^{-}$ ;                      г)  $\text{CrO}_4^{2-} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
196. Які продукти утворюються в результаті реакції  $\text{Cr}^{3+} + \text{Br}_2 + \text{OH}^{1-} \rightarrow ?$
- а)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{Br}^{1-} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 б)  $\text{CrO}_4^{2-} + \text{Br}^{1-} + \text{H}^{1+}$ ;  
 в)  $\text{CrO}_4^{2-} + \text{Br}^{1-} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 г)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{Br}^{1-} + \text{H}^{1+}$ .
197. Які продукти утворюються в результаті реакції  $\text{Cr}^{3+} + \text{MnO}_4^{1-} + \text{H}^{1+} \rightarrow ?$
- а)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{Mn}^{2+} + \text{OH}^{1-}$ ;  
 б)  $\text{CrO}_4^{2-} + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 в)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 г)  $\text{CrO}_4^{2-} + \text{Mn}^{2+} + \text{OH}^{1-}$ ;
198. Які продукти утворюються в результаті реакції  $\text{Cr}^{3+} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow ?$
- а)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^{1+}$ ;  
 б)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 в)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{SO}_4^{2-} + \text{OH}^{1-}$ ;  
 г)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ .

199. Які продукти утворюються в результаті дії еквівалентної кількості NaOH на катіони IV аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією?
- а) аморфні осади гідроксидів;
  - б) розчинні гідроксокомплекси;
  - в) середні солі;
  - г) нерозчинні основні солі.
200. Який з катіонів IV аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією в розчині має забарвлення?
- а)  $Al^{3+}$ ;      б)  $Cr^{3+}$ ;      в)  $Sn^{2+}$ ;      г)  $Zn^{2+}$ .
201. Які продукти утворюються в результаті дії надлишку NaOH на катіони IV аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією?
- а) аморфні осади;
  - б) розчинні гідроксокомплекси;
  - в) середні солі;
  - г) нерозчинні основні солі.
202. Які продукти утворюються в результаті дії  $NH_4OH$  на катіони IV аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією?
- а) амфотерні гідроксиди;
  - б) нерозчинні амоніакати;
  - в) розчинні гідроксокомплекси;
  - г) розчинні амоніакати.
203. Укажіть аналітичний ефект в результаті дії солей бісмуту у лужному середовищі на катіон  $Sn^{2+}$ .
- а) солом'яно-жовтий осад;
  - б) синій осад;
  - в) оксамитово-чорний осад;
  - г) червоний осад.
204. Укажіть аналітичний ефект в результаті дії алізарину в амоніачному середовищі на катіон  $Al^{3+}$ .

- а) солом'яно-жовтий осад;
- б) «турнбулева синь»;
- в) оксамитово-чорний осад;
- г) «червоний алюмінієвий лак».

205. Укажіть аналітичний ефект в результаті дії дитизону у лужному середовищі на катіон  $Zn^{2+}$ .

- а) жовтий осад;
- б) синьо-фіолетовий розчин;
- в) синій осад;
- г) червоний розчин.

## **ТЕМА 2.2. Окисно-відновні процеси в аналітичній хімії. V аналітична група катіонів**

### **2.2.1. Окисно-відновні процеси в аналітичній хімії**

Окисно-відновний потенціал (електродний потенціал). Рівняння Нернста. Вплив концентрації окисненої і відновленої форм, концентрації гідроген-іонів, температури, комплексоутворення, йонної сили на величину окисно-відновного потенціалу. Стандартний окисно-відновний потенціал. Таблиця стандартних окисно-відновних потенціалів і її практичне значення. Обчислення окисно-відновних потенціалів.

Окисно-відновні реакції (визначення), ступінь окиснення. Складання рівнянь реакцій окиснення-відновлення йонно-електронним методом. Використання реакцій окиснення-відновлення в якісному аналізі (для виявлення катіонів і аніонів, для відокремлення йонів, для розчинення речовин).

*Найважливіші окисники і відновники, які використовують в аналізі.* Підбір найбільш ефективних окисників (відновників) для конкретних випадків аналізу. Кількісні характеристики реакцій окиснення-відновлення (швидкість, константа рівноваги). Константа рівноваги редокс-реакцій, зв'язок її з стандартними потенціалами окисно-відновних пар. Обчислення констант рівноваги окисно-відновних реакцій. Напрямок реакцій окиснення-

відновлення. Фактори, які впливають на напрям окисно-відновних реакцій.

### 2.2.2. V аналітична група катіонів

Загальна характеристика групи, характерні реакції катіонів V аналітичної групи. Хід аналізу суміші катіонів V аналітичної групи.

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ

206. При якому значенні стандартного окисно-відновного потенціалу можливе проходження окисно-відновної реакції в сторону утворення продуктів реакції?

- а)  $\Delta E^0 = 0$ ;                      б)  $\Delta E^0 > 0$ ;  
в)  $\Delta E^0 < 0$ ;                      г)  $\Delta E^0 = 1$ .

207. Вкажіть фактор, який не впливає на окисно-відновний потенціал окисно-відновної пари  $\text{MnO}_4^{1-}/\text{Mn}^{2+}$ .

- а) температура;  
б) концентрація  $\text{H}^{1+}$ - і  $\text{OH}^{1-}$ -іонів;  
в) йонна сила розчину;  
г) тиск.

208. За якою формулою можна визначити константу рівноваги окисно-відновної реакції?

а)  $\lg K_{\text{рівн}} = \frac{(E_{\text{ок.}}^0 - E_{\text{відн.}}^0) \cdot 0.059}{n}$ ;

б)  $\lg K_{\text{рівн}} = \frac{(E_{\text{ок.}}^0 + E_{\text{відн.}}^0) \cdot n}{0.059}$ ;

в)  $\lg K_{\text{рівн}} = \frac{(E_{\text{ок.}}^0 - E_{\text{відн.}}^0) \cdot n}{0.059}$ ;

г)  $\lg K_{\text{рівн}} = \frac{(E_{\text{відн.}}^0 - E_{\text{ок.}}^0) \cdot n}{0.059}$ .

209. Який вигляд має рівняння Нернста для визначення окисно-відновного потенціалу?

$$\text{а) } E_{\text{ок./відн}} = E_{\text{ок./відн}}^0 - \frac{0.059}{n} \lg \frac{c_{\text{ок.}}}{c_{\text{відн}}};$$

$$\text{б) } E_{\text{ок./відн}} = E_{\text{ок./відн}}^0 + \frac{0.59}{n} \lg \frac{c_{\text{ок.}}}{c_{\text{відн}}};$$

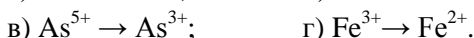
$$\text{в) } E_{\text{ок./відн}} = E_{\text{ок./відн}}^0 + \frac{0.059}{n} \lg \frac{c_{\text{ок.}}}{c_{\text{відн}}};$$

$$\text{г) } E_{\text{ок./відн}} = E_{\text{ок./відн}}^0 + \frac{0.059}{n} + \lg \frac{c_{\text{ок.}}}{c_{\text{відн}}}.$$

210. Який з перелічених процесів є відновленням?



211. Який з перелічених процесів є окисненням?



212. Який з перелічених процесів є відновленням?



213. Який з перелічених процесів є окисненням?



214. Яка з перелічених речовин в ОВР може виконувати функцію окисника і відновника?



215. Яка з перелічених речовин в ОВР може виконувати функцію тільки окисника?



216. Яка з перелічених речовин в ОВР може виконувати функцію окисника і відновника?

- а)  $\text{HNO}_2$ ;                      б)  $\text{KMnO}_4$ ;  
в)  $\text{KI}$ ;                              г)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .

217. Яка з перелічених окисно-відновних пар є найбільш сильним окисником?

- а)  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ ;                      б)  $\text{MnO}_4^{1-}/\text{Mn}^{2+}$ ;  
в)  $\text{Sb}^{3+}/\text{Sb}^0$ ;                      г)  $\text{MnO}_2/\text{Mn}^{2+}$ .

218. Яка з перелічених окисно-відновних пар має найслабші відновні властивості?

- а)  $2\text{CO}_2/\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ;                      б)  $\text{Sb}^{3+}/\text{Sb}^0$ ;  
в)  $\text{I}_2/2\text{I}^{1-}$ ;                              г)  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^0$ .

219. Закінчіть рівняння ОВР



і вкажіть загальну суму коефіцієнтів у молекулярному рівнянні.

- а) 26;                                  б) 25;  
в) 21;                                  г) 31.

220. Закінчіть рівняння ОВР



і вкажіть загальну суму коефіцієнтів у молекулярному рівнянні.

- а) 26;                                  б) 25;  
в) 21;                                  г) 31.

221. Закінчіть рівняння ОВР



і вкажіть загальну суму коефіцієнтів у молекулярному рівнянні.

- а) 26;                                  б) 25;  
в) 21;                                  г) 31.

222. Закінчіть рівняння ОВР

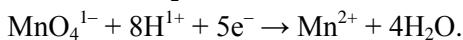
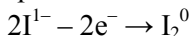


і вкажіть загальну суму коефіцієнтів у молекулярному рівнянні.

а) 26; б) 25;

в) 21; г) 31.

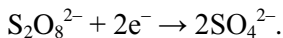
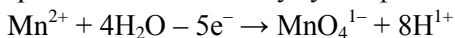
223. Наведені напівреакції перетворіть на йонно-молекулярне рівняння і зазначте суму коефіцієнтів у ньому.



а) 46; б) 41;

в) 43; г) 36.

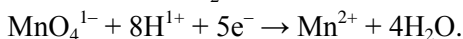
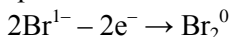
224. Наведені напівреакції перетворіть на йонно-молекулярне рівняння і зазначте суму коефіцієнтів у ньому.



а) 46; б) 43;

в) 41; г) 36.

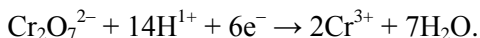
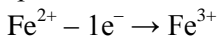
225. Наведені напівреакції перетворіть на йонно-молекулярне рівняння і зазначте суму коефіцієнтів у ньому.



а) 46; б) 36;

в) 41; г) 43.

226. Наведені напівреакції перетворіть на йонно-молекулярне рівняння і зазначте суму коефіцієнтів у ньому.



а) 46; б) 41;

в) 43; г) 36.

227. Які з перелічених катіонів належать до V аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією?

а)  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Sb}^{3+}$ ,  $\text{Sb}^{\text{V}}$ ;

б)  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ;

в)  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Sb}^{3+}$ ,  $\text{Sb}^{\text{V}}$ ;

г)  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{As}^{3+}$ ,  $\text{As}^{\text{V}}$ .

228. Чим характеризується V аналітична група катіонів за кислотно-основною класифікацією?

а) утворенням амфотерних гідроксидів, розчинних у надлишку лугу;

б) утворенням гідроксидів, нерозчинних в надлишку лугу;

в) утворенням розчинних у воді амоніакатів;

г) утворенням нерозчинних у воді амоніакатів.

229. Яка з перелічених речовин є груповим реагентом на V аналітичну групу катіонів за кислотно-основною класифікацією?

а)  $\text{NaOH}$  надл.;

б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;

в)  $\text{HCl}$  надл.;

г)  $\text{HNO}_3$ .

230. Який з перелічених катіонів V аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією можна відкрити крапельним методом з 8-оксихіноліном при  $\text{pH} \approx 9$  з використанням аналітичного маскування?

а)  $\text{Bi}^{3+}$ ;

б)  $\text{Fe}^{3+}$ ;

в)  $\text{Mn}^{2+}$ ;

г)  $\text{Mg}^{2+}$ .

231. У якому середовищі проводиться реакція на  $\text{Mg}^{2+}$ -катіон з 8-оксихіноліном?

а) в нейтральному;

б) в амоніачно-лужному;

в) в ацетатно-кислому;

г) в присутності  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

232. Яка з перелічених реакцій є окремою характерною реакцією на  $\text{Mn}^{2+}$ -катіон?

а) з алізарином;

б) з дитизоном;

в) з бензидином;



г) з розчином амоніаку.

233. Який з перелічених катіонів V аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією можна відкрити крапельним методом з бензидином з використанням аналітичного маскування?

- а)  $\text{Fe}^{3+}$ ;                      б)  $\text{Bi}^{3+}$ ;  
в)  $\text{Mg}^{2+}$ ;                      г)  $\text{Mn}^{2+}$ .

234. Який з перелічених катіонів V аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією при систематичному аналізі відкривають за допомогою динатрій гідрофосфату в присутності амоніаку та амоній хлориду?

- а)  $\text{Fe}^{2+}$ ;                      б)  $\text{Mg}^{2+}$ ;  
в)  $\text{Mn}^{2+}$ ;                      г)  $\text{Fe}^{3+}$ .

235. Який з перелічених катіонів V аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією можна відкрити крапельним методом з калій гексаціанофератом(II)?

- а)  $\text{Fe}^{3+}$ ;                      б)  $\text{Fe}^{2+}$ ;  
в)  $\text{Mn}^{2+}$ ;                      г)  $\text{Mg}^{2+}$ .

236. За допомогою якого реагенту можна розділити  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  і  $\text{MnO}_2$ ?

- а)  $\text{NaOH}$  при нагріванні;  
б)  $\text{HNO}_3$  при нагріванні;  
в)  $\text{H}_2\text{O}_2$  у амоніачному середовищі;  
г)  $\text{H}_2\text{O}_2$  у кислому середовищі.

237. За допомогою якого реагенту можна розділити  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  і  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ?

- а)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;                      б)  $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$ ;  
в)  $\text{HCl} + \text{HNO}_3$ ;                      г)  $\text{KMnO}_4 + \text{KI}$ .

238. Що є причиною розчинення  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  в розчині  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ?

- а) зв'язування одного з йонів комплексний йон;

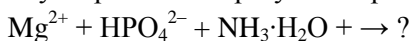
- б) зв'язування одного з йонів у малодисоційовану сполуку  $\text{NH}_4\text{OH}$ ;
- в) проходження окисно-відновних процесів;
- г) сольовий ефект.
239. Гідроксиди яких катіонів V аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією швидко окиснюються киснем повітря?
- а)  $\text{Mn}^{2+}$ ;                                    б)  $\text{Fe}^{2+}$ ;
- в)  $\text{Fe}^{2+}$  і  $\text{Mn}^{2+}$ ;                        г)  $\text{Bi}^{3+}$  і  $\text{Sb}^{3+}$ .
240. Що є причиною розчинення  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  в розчині хлоридної кислоти?
- а) зв'язування одного з йонів комплексний йон;
- б) зв'язування одного з йонів у малодисоційовану сполуку  $\text{H}_2\text{O}$ ;
- в) проходження окисно-відновних процесів;
- г) сольовий ефект.
241. Який з перелічених реагентів є характерним аналітичним реагентом на  $\text{Fe}^{3+}$ -катіон?
- а)  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ;                        б)  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ;
- в)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ;                        г)  $\text{KI}$ .
242. Яка з перелічених реакцій є окремою характерною реакцією на  $\text{Bi}^{3+}$ -катіон?
- а) з солями  $\text{Sn}(\text{II})$ ;                        б) з 8-оксихіноліном;
- в) з бензидином;                         г) з дитизоном.
243. Які продукти утворюються в результаті реакції
- $$\text{Mn}^{2+} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow ?$$
- а)  $\text{MnO}_4^{1-} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^{1+}$ ;
- б)  $\text{MnO}_2 + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^{1+}$ ;
- в)  $\text{MnO}_4^{1-} + \text{SO}_4^{2-} + \text{OH}^{1-}$ ;
- г)  $\text{MnO}_2 + \text{SO}_4^{2-} + \text{OH}^{1-}$ .
244. Які продукти утворюються в результаті реакції
- $$\text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{OH}^{1-} \rightarrow ?$$

- а)  $\text{MnO}_4^{1-} + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^{1+}$ ;      б)  $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 в)  $\text{MnO}_4^{1-} + \text{H}_2\text{O}$ ;                      г)  $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^{1+}$ .

245. Які продукти утворюються в результаті реакції відкриття  $\text{Mn}^{2+}$ -катиона дією  $\text{NaBiO}_3$  в кислому середовищі?

- а)  $\text{MnO}_4^{1-} + \text{Bi}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 б)  $\text{MnO}_2 + \text{Bi}^{3+} + \text{OH}^{1-}$ ;  
 в)  $\text{MnO}_2 + \text{Bi}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 г)  $\text{MnO}_4^{1-} + \text{BiO}^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ .

246. Які продукти утворюються в результаті реакції



- а)  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4\downarrow + \text{NH}_3\uparrow$ ;      б)  $\text{MgHPO}_4\downarrow + \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 в)  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ;      г)  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow + \text{NH}_4^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ .

247. Які продукти утворюються в результаті дії надлишку  $\text{NaOH}$  на катіони V аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією?

- а) нерозчинні основні солі;  
 б) розчинні гідроксокомплекси;  
 в) малорозчинні гідроксиди;  
 г) нерозчинні гідроксокомплекси.

248. Які продукти утворюються в результаті дії надлишку  $\text{NH}_4\text{OH}$  на катіони V аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією?

- а) нерозчинні основні солі;  
 б) розчинні гідроксокомплекси;  
 в) аморфні осаді гідроксидів;  
 г) розчинні амоніачні комплекси.

249. Укажіть аналітичний ефект в результаті дії калій гексаціаноферату(II) на  $\text{Fe}^{3+}$ -катион.

- а) темно-синій осад;  
 б) утворення розчинної комплексної сполуки криваво-червоного кольору;  
 в) оксамитово-чорний осад;

- г) цегляно-червоний осад.
250. Укажіть аналітичний ефект в результаті дії еквівалентної кількості калій йодиду на  $\text{Bi}^{3+}$ -катіон.
- а) темно-синій осад;
  - б) яскраво-оранжевий осад ;
  - в) оксамитово-чорний осад;
  - г) цегляно-червоний осад.
251. Укажіть аналітичний ефект в результаті дії бензидину у лужному середовищі на  $\text{Mn}^{2+}$ -катіон.
- а) зелений розчин;      б) червоний осад;
  - в) білий осад;              г) синій розчин.
252. Укажіть аналітичний ефект в результаті дії калій тіоціанату на  $\text{Fe}^{3+}$ -катіон.
- а) утворення комплексної сполуки криваво-червоного кольору;
  - б) жовтий осад;
  - в) утворення комплексної сполуки інтенсивного синього кольору;
  - г) чорний осад.

## **ТЕМА 2.3. Утворення та руйнування комплексних сполук.**

### **VI аналітична група катіонів**

#### **2.3.1. Утворення та руйнування комплексних сполук**

Дисоціація комплексних сполук. Застосування закону дії мас до оборотних процесів дисоціації комплексних іонів. Ступінчасті та загальні константи нестійкості комплексних сполук. Розрахунки концентрації іонів комплексотворювача і лігандів за константою нестійкості.

Зміщення рівноваги в розчинах комплексних сполук. Типи комплексних сполук, які використовуються в аналітичній хімії. Властивості комплексних сполук, які

мають аналітичне значення: стійкість, розчинність, забарвлення. Використання комплексоутворення для відкриття, розділення, маскуванню йонів, розчинення малорозчинних сполук, зміни окисно-відновного потенціалу системи.

Органічні реагенти в аналітичній хімії, їх переваги перед неорганічними (висока чутливість; вибірковість дії; утворення стійких комплексних сполук; інтенсивне забарвлення; здатність розчинятися в органічних розчинниках). Основні напрями використання органічних реагентів в хімічному аналізі (для відкриття, кількісного визначення, маскуванню йонів). Основні типи сполук, які утворюються за участю органічних реагентів. Хелати, внутрішньоконкомплексні сполуки.

Фактори, які обумовлюють стійкість хелатів: природа донорних атомів, дентатність ліганда, розмір цикла, число циклів, характер зв'язку метал–ліганд.

Основні органічні реагенти, які застосовують в аналізі:  $\alpha$ -нітросо- $\beta$ -нафтол (реагент Льїнського М. А.), диметилгліоксим (реагент Чугаєва Д. О.), 8-оксихінолін, дитизон. Комплексопи. Основні напрями використання динарій етилендіамінтетраацетату в якісному аналізі.

### 2.3.2. VI аналітична група катіонів

Загальна характеристика групи, характерні реакції катіонів VI аналітичної групи. Хід аналізу суміші катіонів IV–VI аналітичних груп.

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ

253. Як називається комплексна сполука  $[Al(OH)(H_2O)_5]Cl_2$  за номенклатурою Штока?

- а) пентааквагідроксоалюміній(3+) хлорид;
- б) алюміній пентааквагідроксохлорид;
- в) гідроксопентаакваалюміній дихлорид;
- г) пентааквагідроксоалюміній(III) хлорид.

254. Як називається комплексна сполука  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  за номенклатурою Штока?
- а) гексаамінкобальт трихлорид;
  - б) гексаамінкобальт(3+) хлорид;
  - в) гексаамінкобальт(III) хлорид;
  - г) хлорид гексаамінкобальту(III).
255. Як називається комплексна сполука  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$  за номенклатурою Штока?
- а) діамінаргентум(1+) гідроксид;
  - б) аргентум діамінгідроксид;
  - в) гідроксид діамінаргентуму;
  - г) діамінаргентум(I) гідроксид.
256. Як називається комплексна сполука  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$  за номенклатурою Штока?
- а) тетраамінцинк(2+) гідроксид;
  - б) тетраамінцинк(II) гідроксид;
  - в) тетраамінцинк дигідроксид;
  - г) гідроксид тетраамінцинку(II).
257. Як називається комплексна сполука  $[\text{Cr}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]\text{Cl}_2$  за номенклатурою Штока?
- а) пентааквагідроксохром(2+) дихлорид;
  - б) хлорид пентааквагідроксохром(III);
  - в) гідроксопентааквахром дихлорид;
  - г) пентааквагідроксохром(III) хлорид.
258. Як називається комплексна сполука  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$  за номенклатурою Штока?
- а) тетраамінокупрум(2+) гідроксид;
  - б) тетраамінкупрум(II) гідроксид;
  - в) тетраамінкупрум дигідроксид;
  - г) гідроксид тетраамінкупрум(II).
259. Чому дорівнює заряд комплексоутворювача комплексної сполуки гексаамінкобальт(III) хлориду?

- а) 3+;                      б) 3-;  
в) 6+;                      г) 1-.
260. Чому дорівнює заряд комплексоутворювача комплексної сполуки пентааквагідроксоалюміній(III) хлориду?
- а) 3+;                      б) 2-;  
в) 5+;                      г) 1-.
261. Чому дорівнює заряд комплексоутворювача комплексної сполуки тетраамінцинк(II) гідроксиду?
- а) 2+;                      б) 2-;  
в) 4+;                      г) 1-.
262. Чому дорівнює заряд комплексоутворювача комплексної сполуки діамінаргентум(I) гідроксиду?
- а) 1+;                      б) 2+;  
в) 1-;                      г) 0.
263. Яка з перелічених комплексних сполук є катіонним комплексом?
- а)  $K[BiI_4]$ ;                      б)  $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ ;  
в)  $[Pt(NH_3)_2Br_2]$ ;                      г)  $K_3[Fe(CN)_6]$ .
264. Яка з перелічених комплексних сполук є аніонним комплексом?
- а)  $[Co(NH_3)Cl_3]$ ;                      б)  $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ ;  
в)  $K_2[HgI_4]$ ;                      г)  $[Zn(NH_3)_4](OH)_2$ .
265. Яка з перелічених комплексних сполук є нейтральним комплексом?
- а)  $K[BiI_4]$ ;                      б)  $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ ;  
в)  $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ ;                      г)  $KFe[Fe(CN)_6]$ .
266. Яка з перелічених комплексних сполук є аніонним комплексом?
- а)  $[Co(NH_3)_4]SO_4$ ;                      б)  $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ ;  
в)  $KFe[Fe(CN)_6]$ ;                      г)  $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ .





- в) оборотно, по типу слабких електролітів;  
 г) необоротно, по типу слабких електролітів.
275. Як проходить процес дисоціації комплексних йонів?  
 а) оборотно, по типу сильних електролітів;  
 б) необоротно, по типу сильних електролітів;  
 в) оборотно, по типу слабких електролітів;  
 г) необоротно, по типу слабких електролітів.
276. Які з перелічених катіонів належать до VI аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією?  
 а)  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ;  
 б)  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ;  
 в)  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{1+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ;  
 г)  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ .
277. У якому з перелічених варіантів всі катіони VI аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією в розчині забарвлені?  
 а)  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ;      б)  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ;  
 в)  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ;      г)  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ .
278. Які з катіонів VI аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією в розчині безбарвні?  
 а)  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ;      б)  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ;  
 в)  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ;      г)  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ .
279. Яка з перелічених речовин є груповим реагентом на VI аналітичну групу катіонів за кислотно-основною класифікацією?  
 а)  $\text{NH}_4\text{OH}_{\text{екв.}}$ ;      б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  
 в)  $\text{NH}_4\text{OH}_{\text{надл.}}$ ;      г)  $\text{NaOH}_{\text{надл.}}$ .
280. Чим характеризується VI аналітична група катіонів за кислотно-основною класифікацією?  
 а) утворенням амфотерних гідроксидів, розчинних у надлишку лугу;

б) утворенням гідроксидів, нерозчинних в надлишку лугу і в надлишку амоніаку;

в) утворенням розчинних амоніакатів;

г) утворенням розчинних у воді слабких основ.

281. Які хімічні сполуки утворюються при дії концентрованого розчину амоніаку на гідроксиди катіонів VI аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією?

а) розчинні у воді гідросокомплекси;

б) основні солі;

в) нерозчинні амоніачні комплексні сполуки ;

г) розчинні амоніачні комплексні сполуки.

282. Який з перелічених катіонів VI аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією можна відкрити реактивом Чугаєва?

а)  $Ni^{2+}$ ; б)  $Co^{2+}$ ; в)  $Hg^{2+}$ ; г)  $Cd^{2+}$ .

283. Який з перелічених катіонів VI аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією можна відкрити реактивом Ільїнського?

а)  $Ni^{2+}$ ; б)  $Co^{2+}$ ; в)  $Hg^{2+}$ ; г)  $Cd^{2+}$ .

284. Який з перелічених катіонів VI аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією можна відкрити дією KI?

а)  $Ni^{2+}$ ; б)  $Co^{2+}$ ; в)  $Hg^{2+}$ ; г)  $Cd^{2+}$ .

285. Який з перелічених катіонів VI аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією відкривають дією  $H_2S$  або сульфідів?

а)  $Ni^{2+}$ ; б)  $Co^{2+}$ ; в)  $Hg^{2+}$ ; г)  $Cd^{2+}$ .

286. Який продукт утвориться в результаті дії еквівалентної кількості калій йодиду на  $Hg^{2+}$ -катіон?

а) темно-синій осад;

б) яскраво оранжевий осад;

в) жовтий осад;

- г) зелений осад.
287. Який продукт утвориться в результаті дії надлишку калій йодиду на  $\text{Hg}^{2+}$ -катіон?
- а) жовтий розчин; б) блакитний розчин;  
в) безбарвний розчин; г) зелений розчин.
288. Яка з перелічених реакцій є окремою характерною реакцією на  $\text{Co}^{2+}$ -катіон?
- а) з реактивом Льюїса;  
б) з реактивом Неслера;  
в) з реактивом Чугасва;  
г) з основою Милона.
289. Яка з перелічених реакцій є окремою характерною реакцією на  $\text{Ni}^{2+}$ -катіон?
- а) з реактивом Льюїса;  
б) з реактивом Неслера;  
в) з реактивом Чугасва;  
г) з алізарином.
290. Який з перелічених реагентів є характерним аналітичним реагентом на  $\text{Cu}^{2+}$ -катіон?
- а)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ; б)  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ;  
в)  $\text{K}[\text{BiI}_4]$ ; г)  $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ .
291. Який з перелічених реагентів є характерним аналітичним реагентом на  $\text{Co}^{2+}$ -катіон?
- а)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ; б)  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ;  
в)  $\text{NH}_4\text{SCN}$ ; г)  $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ .
292. Які продукти утворюються в результаті реакції  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}_{\text{надл.}} \rightarrow ?$
- а)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_6]^{2+} + \text{OH}^{1-} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
б)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{OH}^{1-} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
в)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{NH}_4^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
г)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{H}^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ .

293. Які продукти утворюються в результаті реакції  
 $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}_{\text{нагл.}} \rightarrow ?$
- $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{OH}^{1-} + \text{H}_2\text{O};$
  - $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{NH}_4^{1+} + \text{H}_2\text{O};$
  - $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+} + \text{OH}^{1-} + \text{H}_2\text{O};$
  - $[\text{Ni}(\text{NH}_4)_6]^{2+} + \text{OH}^{1-} + \text{H}_2\text{O}.$
294. Які продукти утворюються в результаті реакції  
 $\text{Cd}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}_{\text{нагл.}} \rightarrow ?$
- $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_6]^{2+} + \text{OH}^{1-} + \text{H}_2\text{O};$
  - $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{NH}_4^{1+} + \text{H}_2\text{O};$
  - $[\text{Cd}(\text{NH}_2)_6]^{2+} + \text{H}^{1+} + \text{H}_2\text{O};$
  - $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{OH}^{1-} + \text{H}_2\text{O}.$
295. Які продукти утворюються в результаті реакції  
 $\text{Co}(\text{OH})_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}_{\text{нагл.}} \rightarrow ?$
- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + \text{H}^{1+} + \text{H}_2\text{O};$
  - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]^{3+} + \text{NH}_4^{1+} + \text{H}_2\text{O};$
  - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + \text{OH}^{1-} + \text{H}_2\text{O};$
  - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]^{3+} + \text{OH}^{1-} + \text{H}_2\text{O}.$
296. Укажіть аналітичний ефект в результаті взаємодії катіону  $\text{Hg}^{2+}$  з міддю.
- білий осад;
  - срібляста пляма;
  - жовтий осад;
  - чорна пляма.
297. Укажіть аналітичний ефект в результаті дії активних металів на катіон  $\text{Cu}^{2+}$ .
- утворення червоної губчастої маси;
  - блакитний розчин;
  - чорний осад;
  - темно-бурий осад.

298. Укажіть аналітичний ефект в результаті дії реактиву Чугаєва на  $\text{Ni}^{2+}$ -катіон.

- а) яскраво-червоний осад;
- б) солом'яно-жовтий осад;
- в) темно-синій осад;
- г) оксамитово-чорний осад.

299. Укажіть аналітичний ефект в результаті дії калій тіоціанату на  $\text{Co}^{3+}$ -катіон.

- а) чорний осад;
- б) синє забарвлення розчину;
- в) криваво-червоне забарвлення розчину;
- г) темно-синій осад.

#### **ТЕМА 2.4. Аналіз суміші катіонів IV–VI аналітичних груп**

Попередні дослідження. Систематичний хід аналізу суміші катіонів четвертої–шостої аналітичних груп за кислотно-лужною системою аналізу.

#### **ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ**

300. Які катіони IV–VI аналітичних груп надають розчину забарвлення?

- а)  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Sb}^{3+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ;      б)  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ;
- в)  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ;      г)  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ .

301. У якому розчині всі катіони безбарвні?

- а)  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{3+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ;      б)  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ;
- в)  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ;      г)  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ .

302. Як відокремити катіони V і VI аналітичних груп від катіонів I і IV аналітичних груп в ході систематичного аналізу за кислотно-лужною класифікацією?

- а) дією 4 M розчину  $\text{NaOH}$  і  $\text{H}_2\text{O}_2$  при нагріванні;

- б) дією конц. розчину  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;
- в) дією конц. розчину  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;
- г) дією конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

303. Як відокремити катіони VI аналітичної групи від катіонів V групи в ході систематичного аналізу за кислотно-лужною класифікацією?

- а) дією конц. розчину  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;
- б) дією конц. розчину  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;
- в) дією конц. розчину  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;

г) дією 4 M розчину  $\text{NaOH}$  і 8-10 крапель  $\text{H}_2\text{O}_2$  при нагріванні.

304. Який висновок про склад аналізованої речовини можна зробити, якщо її водний розчин має кислу реакцію на лакмус, а при дії лугу утворюється осад, розчинний в надлишку розчину амоніаку?

а) можлива присутність катіонів IV аналітичної групи і аніонів слабких кислот;

б) можлива присутність катіонів V аналітичної групи і аніонів слабких кислот;

в) можлива присутність катіонів VI аналітичної групи і аніонів слабких кислот;

г) можлива присутність катіонів VI аналітичної групи і аніонів сильних кислот.

305. Який склад речовини, що аналізується, якщо вона розчинна у воді, дає кислу реакцію на лакмус, при дії надлишку амоній гідроксиду утворює нерозчинні сполуки, а при дії лугу – осади, розчинні в надлишку лугу?

а) речовина містить катіони IV аналітичної групи і аніони сильних кислот;

б) речовина містить катіони V аналітичної групи і аніони сильних кислот;

в) речовина містить катіони VI аналітичної групи і аніони сильних кислот;

г) речовина містить катіони V і VI аналітичних груп і аніони сильних кислот.

306. В якій послідовності необхідно виявляти катіони IV аналітичної групи при систематичному аналізі за кислотно-основною класифікацією?

а) відокремити  $Zn^{2+}$ -іони дією розчину дитизону, а потім  $Al^{3+}$ ,  $CrO_4^{2-}$ ;

б) відокремити  $Zn^{2+}$  і  $Al^{3+}$ -іони від  $CrO_4^{2-}$ -іонів дією насиченим розчином  $Na_2CO_3$  при рН 3–4; осад на фільтрі розчинити в  $HCl$  і виявляти у фільтраті в окремих порціях  $Al^{3+}$  і  $Zn^{2+}$ .

в) відокремити  $Al^{3+}$ -іони дією розчину алізарину в амоніачному середовищі, а потім  $CrO_4^{2-}$ ,  $Zn^{2+}$ -іони.

г) відокремити  $Al^{3+}$ ,  $CrO_4^{2-}$ -іони дією конц. розчину  $NH_4Cl$ , а потім  $Zn^{2+}$ -іон.

307. У якій послідовності необхідно виявляти катіони V аналітичної групи при систематичному аналізі за кислотно-основною класифікацією?

а)  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ;      б)  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ;

в)  $Mn^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ;      г)  $Fe^{3+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ .

308. В якій послідовності необхідно виявляти катіони VI аналітичної групи при систематичному аналізі за кислотно-основною класифікацією?

а)  $Co^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ;

б)  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ;

в)  $Ni^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ;

г) виявляємо і відокремлюємо  $Cu^{2+}$ , а потім в окремих порціях фільтрату виявляємо  $Co^{2+}$ - і  $Ni^{2+}$ -іони.

309. Який з перелічених гідроксидів розчиняється в надлишку концентрованого розчину амоній гідроксиду?

а)  $Al(OH)_3$ ;

б)  $Zn(OH)_2$ ;

в)  $Sn(OH)_2$ ;

г)  $Sn(OH)_4$ .

310. За допомогою якого реагенту можна розділити катіони  $\text{Sn}^{2+}$  і  $\text{Zn}^{2+}$ ?
- а) дитизону;
  - б) розчину амоніаку в надлишку;
  - в) лугу в надлишку;
  - г) сірководню.
311. За допомогою якого реагенту можна розділити катіони  $\text{Cr}^{3+}$  і  $\text{Al}^{3+}$ ?
- а)  $\text{H}_2\text{O}_2$  в амоніачному середовищі;
  - б)  $\text{H}_2\text{O}_2$  в кислому середовищі;
  - в) лугу;
  - г) розчину амоніаку.
312. В якому середовищі проводиться реакція на  $\text{Zn}^{2+}$ -катіон з дитизоном?
- а) в лужному;
  - б) в нейтральному;
  - в) в кислому;
  - г) в присутності ацетатного буферу.
313. Який з перелічених катіонів можна відкрити за допомогою алізарину при систематичному аналізі суміші катіонів IV–VI аналітичної груп за кислотно-основною класифікацією?
- а)  $\text{Al}^{3+}$ ;
  - б)  $\text{Zn}^{2+}$ ;
  - в)  $\text{Ni}^{2+}$ ;
  - г)  $\text{Mg}^{2+}$ .
314. Який з перелічених катіонів можна відкрити за допомогою дитизону при систематичному аналізі суміші катіонів IV – VI аналітичної груп за кислотно-основною класифікацією?
- а)  $\text{Al}^{3+}$ ;
  - б)  $\text{Zn}^{2+}$ ;
  - в)  $\text{Ni}^{2+}$ ;
  - г)  $\text{Mg}^{2+}$ .
315. У якому середовищі проводиться реакція на  $\text{Al}^{3+}$ -катіон з алізариним?



- а) в нейтральному;  
 б) в етановій кислоті;  
 в) в амоніачному або в середовищі NaOH або KOH;  
 г) в сульфатно-кислому.
316. Які продукти утворюються в результаті реакції  

$$\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{OH}^{1-} \rightarrow ?$$
 а)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ;                      б)  $\text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 в)  $\text{CrO}_4^{2-} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;                      г)  $\text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$ .
317. Який аналітичний ефект спостерігається при відкритті  $\text{CrO}_4^{2-}$ -катионів барій хлоридом?  
 а) зелений осад;  
 б) білий осад;  
 в) чорний осад;  
 г) жовтий кристалічний осад.
318. За допомогою якого реагенту можна розділити  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  і  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ?  
 а)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;    б)  $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$ ;  
 в)  $\text{HCl} + \text{HNO}_3$ ;                                      г)  $\text{KMnO}_4 + \text{KI}$ .
319. Що є причиною розчинення  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  в розчині хлоридної кислоти?  
 а) зв'язування одного з йонів в комплексний йон;  
 б) зв'язування одного з йонів у малодисоційовану сполуку  $\text{H}_2\text{O}$ ;  
 в) проходження окисно-відновних процесів;  
 г) сольовий ефект.
320. Що є причиною підвищення розчинення  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  в присутності  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ?  
 а) проходження окисно-відновних процесів;  
 б) зв'язування одного з йонів комплексний йон;  
 в) зв'язування одного з йонів у малодисоційовану сполуку;  
 г) сольовий ефект.

321. У якому середовищі проводиться реакція на  $Mg^{2+}$ -катіон з 8-оксихіноліном?
- а) в нейтральному;
  - б) в амоніачно-лужному;
  - в) в ацетатно-кислому;
  - г) в присутності  $H_2SO_4$ .
322. У якому середовищі проводиться реакція на  $Mg^{2+}$ -катіон з натрій гідроген-фосфатом?
- а) в нейтральному;
  - б) в ацетатно-кислому;
  - в) в присутності амоніачного буферного розчину;
  - г) в присутності ацетатного буферного розчину.
323. За допомогою якого реагенту можна розділити  $Fe(OH)_3$  і  $MnO_2$ ?
- а)  $NaOH$  при нагріванні;
  - б)  $HNO_3$  при нагріванні;
  - в)  $H_2O_2$  в амоніачному середовищі;
  - г)  $H_2O_2$  в кислому середовищі.
324. Який аналітичний ефект спостерігається при відкритті  $Fe^{2+}$ -катіона диметилгліоксимом?
- а) яскраво-рожеве забарвлення розчину;
  - б) насичено-зелене забарвлення розчину;
  - в) помутніння розчину;
  - г) інтенсивне синє забарвлення розчину.
325. Які катіони присутні у розчині, якщо при дії лугу на реакційну суміш, що містить катіони V аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією, утворюється білий осад?
- а)  $Fe^{2+}$  і  $Mn^{2+}$ ;
  - б)  $Fe^{3+}$  і  $Sb^{3+}$ ;
  - в)  $Sb^{3+}$  і  $Mg^{2+}$ ;
  - г)  $Fe^{2+}$  і  $Mg^{2+}$ .
326. Який з катіонів VI аналітичної групи (за кислотно-основною класифікацією) присутній в розчині, якщо при дії

розчину луку на реакційну суміш утворюється блакитний осад, який чорніє при нагріванні?

а)  $\text{Cu}^{2+}$ ; б)  $\text{Co}^{2+}$ ; в)  $\text{Ni}^{2+}$ ; г)  $\text{Hg}^{2+}$ .

327. Який з катіонів VI аналітичної групи (за кислотно-основною класифікацією) присутній в розчині, якщо при дії розчину амоніаку утворюється синій осад, розчинний в надлишку амоніаку із забарвленням реакційної суміші в жовтий колір?

а)  $\text{Cu}^{2+}$ ; б)  $\text{Cd}^{2+}$ ; в)  $\text{Ni}^{2+}$ ; г)  $\text{Co}^{2+}$ .

328. Який з катіонів VI аналітичної групи (за кислотно-основною класифікацією) присутній в розчині, якщо при дії розчину амоніаку утворюється зелений осад, розчинний в надлишку амоніаку із забарвленням реакційної суміші в синій колір з червонуватим відтінком (фіолетовий)?

а)  $\text{Cu}^{2+}$ ; б)  $\text{Cd}^{2+}$ ; в)  $\text{Ni}^{2+}$ ; г)  $\text{Co}^{3+}$ .

329. Який з катіонів VI аналітичної групи (за кислотно-основною класифікацією) присутній в розчині, якщо при дії калій йодиду утворюється яскраво-оранжевий осад, який легко розчиняється в надлишку реагенту?

а)  $\text{Cu}^{2+}$ ; б)  $\text{Cd}^{2+}$ ; в)  $\text{Ni}^{2+}$ ; г)  $\text{Hg}^{2+}$ .

330. Який аналітичний ефект спостерігається при відкритті  $\text{Ni}^{2+}$ -катіона диметилглюксимом?

а) синій осад; б) зелений осад;  
в) чорний осад; г) червоний осад.

331. Який аналітичний ефект спостерігається при відкритті  $\text{Co}^{2+}$ -катіона реактивом Ільїнського?

а) червоно-бурий осад;  
б) зелений осад;  
в) оксамитово-червоний осад;  
г) солом'яно-жовтий осад.

332. За допомогою якого реагенту можна відкрити  $\text{Cu}^{2+}$ -катіон?

а)  $\text{K}[\text{BiI}_4]$ ; б)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ;

в) KSCN;                      г) Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.

333. За допомогою якого реагенту можна відкрити Ni<sup>2+</sup>-катион?

а) алізарину;                      б) 8-оксихіноліну;  
в) дитизону;                      г) диметилгліоксиму.

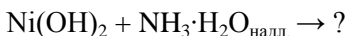
334. Який з перелічених катіонів можна відкрити за допомогою диметилгліоксиму при систематичному аналізі суміші катіонів IV – VI аналітичної груп за кислотно-основною класифікацією?

а) Al<sup>3+</sup>;                              б) Zn<sup>2+</sup>;  
в) Ni<sup>2+</sup>;                              г) Mg<sup>2+</sup>.

335. Який з перелічених катіонів можна відкрити за допомогою 8-оксихіноліну при систематичному аналізі суміші катіонів IV–VI аналітичної груп за кислотно-основною класифікацією?

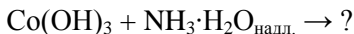
а) Cr<sup>3+</sup>;                              б) Zn<sup>2+</sup>;  
в) Ni<sup>2+</sup>;                              г) Mg<sup>2+</sup>.

336. Які продукти утворюються в результаті реакції



а) [Ni(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sup>2+</sup> + OH<sup>1-</sup> + H<sub>2</sub>O;  
б) [Ni(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sup>2+</sup> + H<sup>1+</sup> + H<sub>2</sub>O;  
в) [Ni(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup> + OH<sup>1-</sup> + H<sub>2</sub>O;  
г) [Ni(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup> + H<sup>1+</sup> + H<sub>2</sub>O.

337. Які продукти утворюються в результаті реакції



а) [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>3+</sup> + H<sup>1+</sup> + H<sub>2</sub>O;  
б) [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sup>3+</sup> + H<sup>1+</sup> + H<sub>2</sub>O;  
в) [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>3+</sup> + OH<sup>1-</sup> + H<sub>2</sub>O;  
г) [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sup>3+</sup> + OH<sup>1-</sup> + H<sub>2</sub>O.

338. Які продукти утворюються в результаті реакції



а) [Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup> + OH<sup>1-</sup> + H<sub>2</sub>O;

- б)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{OH}^{1-} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
в)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_6]^{2+} + \text{H}^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
г)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{H}^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ .

## ТЕМА 2.5. Якісний аналіз аніонів

*Особливості якісного аналізу аніонів. Класифікації аніонів.* Характерні реакції аніонів I–III аналітичних груп. Аналіз суміші аніонів I–III аналітичних груп.

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ

#### 2.5..1. Характерні реакції аніонів I–III аналітичних груп

339. Які аніони відносяться до першої аналітичної групи за класифікацією, що заснована на розчинності солей Барію і Аргентуму?
- а)  $\text{NO}_3^{1-}$ ,  $\text{NO}_2^{1-}$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ ;  
б)  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ;  
в)  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ;  
г)  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^{1-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ .
340. Ким із перелічених учених була запропонована класифікація аніонів за окисно-відновними властивостями?
- а) Д. І. Менделєєвим;                      б) Р. В. Бунзенем;  
в) С. Арреніусом;                          г) М. О. Тананаєвим
341. Аніони III аналітичної групи за класифікацією М. О. Тананаєва, – це аніони у яких яскраво виражені властивості:
- а) окисників;  
б) окисників і відновників;  
в) відновників;  
г) не проявляють окисно-відновних властивостей.
342. Які із перелічених груп аніонів потрібно аналізувати систематично, попередньо усуваючи заважаючі аніони:
- а)  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$ ;

б)  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ;

в)  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ;

г)  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ .

343. Для виявлення аніонів поряд з окисно-відновними реакціями, реакціями комплексоутворення та реакціями утворення малорозчинних солей широко використовують реакції утворення:

а) малорозчинних гідроксидів;

б) летких кислот;

в) хелатів;

г) нерозчинних оксидів.

344. Який аналітичний ефект спостерігається при виявленні нітрат-аніону реагентом дифеніламіном?

а) розчин набуває інтенсивного синього забарвлення;

б) синій осад;

в) розчин набуває інтенсивного жовтого забарвлення;

г) червоний осад.

345. Який із перелічених реагентів при взаємодії з  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ -іонами утворює естер?

а)  $\text{FeCl}_3$ ;

б) етиловий спирт  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ;

в)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  концентрована;

г)  $\text{FeSO}_4$  в присутності конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

346. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення фосфат-аніона молібденовою рідиною:

а) червоний осад;

б) білий кристалічний осад;

в) жовтий кристалічний осад;

г) синій розчин.

347. Який реактив потрібно використати, щоб виявити силікат-аніон?

а) розчин  $\text{AgNO}_3$ ;

б)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , при нагріванні і розбавленні розчину;

в) розчин  $\text{MgCl}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl}$ ;

г) розчин  $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{OO})(\text{OH})_2$ .

348. Яка із перелічених малорозчинних солей барію не розчиняється у розведених мінеральних кислотах?
- а)  $\text{BaSO}_4$ ;                      б)  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ ;  
в)  $\text{BaSO}_3$ ;                      г)  $\text{BaCO}_3$ .
349. Установіть відповідність малорозчинних сполук та їх забарвлення, наприклад: а-1, б-2.
- а)  $\text{Ag}_2\text{S}$ ;                              1) білий;  
б)  $\text{AgCl}$ ;                             2) чорний;  
в)  $\text{AgBr}$ ;                            3) жовтуватий;  
г)  $\text{AgI}$ ;                                4) жовтий.
350. В який колір забарвлюється кільце бензену при додаванні хлорної води в рідину, що містить бромід-аніони:
- а) фіолетовий;      б) жовто-гарячий або коричневий;  
в) червоний;        в) блакитний.
351. Які аніони відносяться до третьої аналітичної групи за класифікацією, що заснована на розчинності солей Барію і Аргентуму?
- а)  $\text{NO}_3^{1-}$ ,  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$ ,  $\text{NO}_2^{1-}$ ;  
б)  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ;  
в)  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ ,  $\text{NO}_2^{1-}$ ,  $\text{NO}_3^{1-}$ ;  
г)  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ ,  $\text{NO}_2^{1-}$ ,  $\text{NO}_3^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$ .
352. Який реагент є груповим на аніони першої аналітичної групи за класифікацією, що заснована на розчинності солей Барію і Аргентуму?
- а)  $\text{BaCl}_2$ ;  
б)  $\text{AgNO}_3$  в розведеній нітратній(V) кислоті;  
в)  $\text{MgCl}_2$ ;  
г) групового реагенту немає.
353. Яка із перелічених груп аніонів, належить до аніонів-окисників?
- а)  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^{1-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ;  
б)  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^{1-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ;  
в)  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ;  
г)  $\text{MnO}_4^{1-}$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^{1-}$ ,  $\text{NO}_2^{1-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ ,  $\text{ClO}^{1-}$ ,  $\text{ClO}_3^{1-}$ .

354. Яку роль при аналізі аніонів відіграють групові реагенти?
- а) розділяють аніони на відповідні групи;
  - б) виявляють присутність аніонів даної групи;
  - в) виявляють окремі аніони при створенні відповідних умов;
  - г) всі відповіді правильні.
355. При виявленні аніонів розчинення в кислотах не рекомендується, тому що деякі аніони можуть бути втрачені у зв'язку з тим, що:
- а) у кислому середовищі між аніонами проходять окисно-відновні реакції, а також можливе утворення нестійких і летких кислот;
  - б) відбувається утворення комплексних сполук;
  - в) відбувається утворення хелатів;
  - г) кисле середовище сприяє розчиненню осадів.
356. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ -аніону ферум(III) хлоридом:
- а) темно-синій осад;
  - б) бурий осад;
  - в) червоно-бурий осад;
  - г) коричневий осад.
357. Під час виявлення нітрат-аніону за допомогою металічної міді у присутності сульфатної кислоти виділяється безбарвний газ (NO), який, окиснюючись діоксигеном повітря, утворює сполуку, що забарвлена у:
- а) синій колір;
  - б) жовто-зелений колір;
  - в) бурий колір;
  - г) чорний колір.
358. За допомогою якого реактиву можна виявити карбонат-аніон у розчині:
- а) при дії розведеної мінеральної кислоти з утворенням  $\text{CO}_2$ , який потім пропускають через вапняну воду;
  - б) калій тетраоксоманганатом(VII) у кислому середовищі;
  - в) розчином дифеніламіну у кислому середовищі;
  - г) аргентум нітратом у лужному середовищі.



359. Який із перелічених реактивів можна використати для виявлення сульфїт-анїонів у розчинї?
- а) дифенїламін;
  - б) вапняну воду;
  - в) молїбденову рїдину;
  - г)  $\text{KMnO}_4$  в кислому середовищі.
360. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення фосфат-анїонів магnezїальною сумїшшю?
- а) бїлий кристалїчний осад;
  - б) бїлий аморфний осад;
  - в) жовтий кристалїчний осад;
  - г) жовтий аморфний осад.
361. Який із перелїчених анїонів буде осаджуватися першим з розчину при дії аргентум нїтрату?
- а) хлорид-анїон;
  - б) бромїд-анїон;
  - в) йодид-анїон;
  - г) всі одночасно.
362. В який колїр забарвлюється бензенове кїльце при додаваннї хлорної води до розчину, що мїстить анїони  $\text{I}^{1-}$  ?:
- а) забарвлення не змїнюється;
  - б) коричневий;
  - в) червоно-бурий;
  - г) фіолетовий.
363. Які анїони вїдносяться до другої аналітичної групи за класифїкацією, що заснована на розчинностї солей Барїю і Аргентуму?
- а)  $\text{NO}_3^{1-}$ ,  $\text{NO}_2^{1-}$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ ;
  - б)  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ;
  - в)  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ;
  - г)  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^{1-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ .
364. Анїони якої аналітичної групи за класифїкацією, що заснована на розчинностї солей Барїю і Аргентуму, не мають групового реагенту?
- а) першої;
  - б) другої;
  - в) третьої;
  - г) першої і третьої.

365. Яка із перелічених груп аніонів, належить до аніонів-відновників?

а)  $MnO_4^{1-}$ ,  $CrO_4^{2-}$ ,  $Cr_2O_7^{2-}$ ,  $NO_3^{1-}$ ,  $NO_2^{1-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $S_2O_8^{2-}$ ,  $ClO^{1-}$ ,  $ClO_3^{1-}$ ;

б)  $Cl^{1-}$ ,  $Br^{1-}$ ,  $I^{1-}$ ,  $S^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $NO_2^{1-}$ ,  $S_2O_3^{2-}$ ,  $C_2O_4^{2-}$ ;

в)  $CH_3COO^{1-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $SiO_3^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ ;

г)  $SO_4^{2-}$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $NO_3^{1-}$ ,  $S^{2-}$ .

366. Содова витяжка – це ...

а) фільтрат, який отримують після кип'ятіння досліджуваного об'єкту з розчином соди;

б) суміш першої аналітичної групи аніонів і розчину соди;

в) суміш другої аналітичної групи аніонів і розчину соди;

г) суміш третьої аналітичної групи аніонів і розчину соди.

367. Який колір має координаційна сполука  $[Fe(NO)_2SO_4]$ , що утворюється при взаємодії ферум(II) сульфату з нітрат-аніоном у присутності концентрованої  $H_2SO_4$ ?

а) синій;

б) червоний;

в) жовтий;

г) бурий.

368. Який із перелічених реагентів при взаємодії з нітрат-аніоном утворює амоніак?

а) концентрована сульфатна кислота і металічна мідь;

б) активні метали (Al, Zn) у сильно лужному розчині;

в)  $FeSO_4$  у присутності концентрованої  $H_2SO_4$ ;

г) дифеніламін.

369. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію відкриття силікат-аніону дією амоній хлориду при нагріванні?

а) білий кристалічний осад;

б) білий драглистий гель;

в) темно-бурий осад;

г) синій осад.

370. Який аналітичний ефект спостерігається при виявленні сульфат(IV)-аніону калій перманганатом(VII) в кислому середовищі:
- а) розчин набуває рожевого забарвлення;
  - б) розчин знебарвлюється;
  - в) випадає білий осад;
  - г) випадає рожевий осад.
371. Який із перелічених реактивів необхідно використати для виявлення фосфат-аніону?
- а) магnezіальну суміш;
  - б) хлорну воду;
  - в) барій нітрат;
  - г) 8-оксихінолін.
372. Які продукти утворюються під час реакції виявлення хлорид-аніонів дією концентрованої  $\text{H}_2\text{SO}_4$  на кристалічний натрій хлорид?
- а)  $\text{HCl}\uparrow + \text{NaHSO}_4$ ;
  - б)  $\text{Cl}_2\uparrow + \text{NaHSO}_4$ ;
  - в)  $\text{HCl}\uparrow + \text{Cl}_2\uparrow$ ;
  - г)  $\text{HCl}\uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ .
373. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення йонів  $\text{S}^{2-}$  дією кадмій хлориду?
- а) жовтий осад;
  - б) чорний осад;
  - в) бурий осад;
  - г) червоний осад.
374. Який реагент є груповим на аніони другої аналітичної групи за класифікацією, що заснована на розчинності солей Барію і Аргентуму?
- а)  $\text{BaCl}_2$ ;
  - б)  $\text{AgNO}_3$  в розведеній нітратній (V) кислоті;
  - в)  $\text{MgCl}_2$ ;
  - г) групового реагенту немає.
375. Ким із перелічених учених була запропонована класифікація аніонів за розчинністю солей Барію і Аргентуму?
- а) Д. І. Менделєєвим;
  - б) Р. В. Бунзеном;
  - в) С. Арреніусом;
  - г) М. О. Тананаєвим.
376. Яка із перелічених груп аніонів, належить до індиферентних аніонів за класифікацією М. О. Тананаєва?

- а)  $\text{MnO}_4^{1-}$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^{1-}$ ,  $\text{NO}_2^{1-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ ,  $\text{ClO}^{1-}$ ,  $\text{ClO}_3^{1-}$ ;  
 б)  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^{1-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ;  
 в)  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ;  
 г)  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^{1-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ .

377. Концентрована або розведена сульфатна кислота розкладає всі нітрити з виділенням:

- а) бурих газів;  
 б) безбарвних газів;  
 в) газів із характерним запахом;  
 г) зеленувато-жовтих газів.

378. Про утворення ацетатної кислоти під час взаємодії  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ -аніону із концентрованою сульфатною кислотою свідчить:

- а) помутніння розчину;  
 б) утворення білого осаду;  
 в) характерний запах;  
 г) виділення бурого газу.

379. Яка із перелічених формул відображає якісний склад магnezіальної суміші?

- а)  $\text{MgCl}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl}$ ; б)  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ ;  
 в)  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ ; г)  $(\text{NH}_4)_3\text{P}(\text{Mo}_3\text{O}_{10})_4$ .

380. Який із запропонованих аніонів заважає проведенню реакції відкриття карбонат-іонів дією 2 M розчину хлоридної кислоти?

- а) сульфат-іони;  
 б) йодид-іони;  
 в) силікат-іони;  
 г) сульфат(IV)- і сульфід-іони.

381. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення бромід-аніонів аргентум нітратом?

- а) темно-бурий осад;  
 б) білий драглистий гель;  
 в) жовтуватий осад;  
 г) цегляно-жовтий осад.

### 2.5.2. Якісний аналіз суміші аніонів I-III групи

382. Як перевірити наявність у розчині аніонів I аналітичної групи за класифікацією Р. В. Бунзена?

а) дією розчину  $\text{BaCl}_2$  в нейтральному або слабо лужному розчині;

б) дією  $\text{AgNO}_3$  в розведеній нітратній(V) кислоті;

в) конц. розчином  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;

г) дією 4 M  $\text{NaOH}$  і 8-10 крапель  $\text{H}_2\text{O}_2$  при нагріванні.

383. Як перевірити наявність у розчині аніонів II аналітичної групи за класифікацією Р. В. Бунзена?

а) дією розчину  $\text{BaCl}_2$ ;

б) дією розчину  $\text{AgNO}_3$  у присутності  $\text{HNO}_3$ ;

в) конц. розчином  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;

г) дією 4 M розчином  $\text{NaOH}$  і 8-10 крапель  $\text{H}_2\text{O}_2$  при нагріванні.

384. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення аніонів I аналітичної групи за класифікацією Р. В. Бунзена?

а) утворення білого кристалічного осаду;

б) утворення білого драглистого гелю;

в) утворення темно-бурого осаду;

г) утворення жовтого осаду.

385. Яку із перелічених речовин необхідно використати, щоб перевірити присутність аніонів-окисників?

а)  $\text{KI}$  в сульфатнокислому середовищі;

б) 0,01 н. розчин  $\text{KMnO}_4$  в сульфатнокислому середовищі;

в)  $\text{H}_2\text{O}_2$  в лужному середовищі;

г)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  в лужному середовищі.

386. Яку із перелічених речовин необхідно використати, щоб перевірити присутність аніонів-відновників?
- а) 0,01 н. розчин  $\text{KMnO}_4$  в сульфатнокислому середовищі;
  - б)  $\text{KI}$  в кислому середовищі;
  - в) розчин дифеніламіну в конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;
  - г)  $\text{H}_2\text{O}_2$  в лужному середовищі.
387. Який із перелічених реактивів необхідно використати, щоб перевірити досліджуваній розчин на присутність аніонів, які за певних умов можуть утворювати газу?
- а) 2 М  $\text{HNO}_3$ ;
  - б) 2 М  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;
  - в) 2 М  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ;
  - г) 2 М  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .
388. При перевірці розчину на виділення газів, виділення пухирців вказує на можливу присутність:
- а)  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^{1-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ -аніонів;
  - б)  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ -аніонів;
  - в)  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ -аніонів;
  - г)  $\text{NO}_2^{1-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ ,  $\text{ClO}^{1-}$ -аніонів.
389. Якщо реакція розчину кисла і в ньому немає осаду, то в ньому відсутні:
- а)  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^{1-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ -аніони;
  - б)  $\text{NO}_3^{1-}$ ,  $\text{NO}_2^{1-}$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ -аніони;
  - в)  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ -аніони;
  - г)  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ ,  $\text{NO}_2^{1-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ -аніони.
390. Який із запропонованих реактивів необхідно використати для виявлення сульфат-аніонів у досліджуваному розчині?
- а)  $\text{BaCl}_2$  чи  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  у кислому середовищі;
  - б)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  або 8-оксихінолін;
  - в) конц. розчин  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;
  - г) 4 М  $\text{NaOH}$  і 8-10 крапель  $\text{H}_2\text{O}_2$  при нагріванні.

391. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення сульфат-аніонів у досліджуваному розчині дією солей Барію?

- а) утворення білого кристалічного осаду;
- б) утворення білого драглистого гелю;
- в) утворення темно-бурого осаду;
- г) утворення білого аморфного осаду.

392. Який аналітичний ефект спостерігається при виявленні сульфат(IV)-аніону калій перманганатом(VII) в кислому середовищі:

- а) розчин набуває рожевого забарвлення;
- б) розчин знебарвлюється;
- в) випадає білий осад;
- г) випадає рожевий осад.

393. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення бромід-аніонів при екстрагуванні досліджуваного розчину бенzenом?

- а) шар бензену забарвлюється у фіолетовий колір;
- б) шар бензену забарвлюється у жовто-гарячий або коричневий колір;
- в) шар бензену забарвлюється у червоний колір;
- г) шар бензену забарвлюється у синій колір.

394. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення  $S^{2-}$ -йонів дією кадмій хлориду?

- а) червоний осад;
- б) чорний осад;
- в) бурий осад;
- г) жовтий осад.

395. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію відкриття нітрат(III)-аніону дією кислот?

- а) виділення бурого газу;
- б) виділення безбарвного газу;
- в) виділення жовто-зеленого газу;
- г) виділення зеленого газу.

396. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення фосфат-аніона молібденовою рідиною:
- а) червоний осад;
  - б) білий кристалічний осад;
  - в) жовтий кристалічний осад;
  - г) синій осад.
397. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ -аніону ферум(III) хлоридом:
- а) червоно-бурий осад;
  - б) бурий осад;
  - в) темно-синій осад;
  - г) коричневий осад.
398. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення фосфат-аніонів магnezіальною сумішшю?
- а) утворення білого кристалічного осаду;
  - б) утворення білого аморфного осаду;
  - в) утворення жовтого кристалічного осаду;
  - г) утворення помаранчевого кристалічного осаду.
399. Який аналітичний ефект спостерігається при виявленні нітрат-аніону реагентом дифеніламіном?
- а) розчин набуває інтенсивного синього забарвлення;
  - б) утворення синього осаду;
  - в) розчин набуває інтенсивного жовтого забарвлення;
  - г) утворення жовтого осаду.
400. Який із перелічених реактивів необхідно використати для виявлення фосфат-аніону?
- а) магnezіальну суміш;
  - б) хлорну воду;
  - в) амоній гідроксид;
  - г) 8-оксихінолін.
401. Який реактив потрібно використати, щоб виявити нітрат(V)-аніон у досліджуваному розчині?
- а)  $\text{KMnO}_4$  в кислому середовищі;
  - б) вапнякову воду;
  - в) молібденову рідину;
  - г) дифеніламін.



402. Як виявити  $\text{SO}_3^{2-}$ -аніони, якщо у досліджуваному розчині присутній нітрат(III)-аніон?

а) осадити  $\text{SO}_3^{2-}$ -аніони розчином  $\text{BaCl}_2$ , а потім осад розчинити у хлоридній кислоті і спостерігати виділення газу сульфур диоксиду;

б) дією 4 M розчину  $\text{NaOH}$  і 8-10 крапель  $\text{H}_2\text{O}_2$  при нагріванні;

в) додати розчин  $\text{KMnO}_4$  до досліджуваного розчину, і спостерігати знебарвлення розчину;

г) можна використовувати всі вищезазначені прийоми.

403. Як можна виявити нітрат(V)-аніон, якщо у досліджуваному розчині присутній нітрат(III)-аніон?

а)  $\text{NO}_3^{1-}$ -аніон відновити до нітрогену дією  $\text{NH}_4\text{Cl}$  або  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  при нагріванні, а потім виявляти дифеніламіном;

б)  $\text{NO}_3^{1-}$ -аніон осадити розчином  $\text{BaCl}_2$ , осад розчинити 2 M  $\text{HCl}$ , а потім виявляти дифеніламіном;

в)  $\text{NO}_2^{1-}$ -аніон відновити до нітрогену дією  $\text{NH}_4\text{Cl}$  або сечовиною  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  при нагріванні, а потім виявляти  $\text{NO}_3^{1-}$ -аніон дифеніламіном;

г) подіяти розчином кислоти, виділення бурого газу свідчить про присутність  $\text{NO}_3^{1-}$ -аніону.

404. Яким із запропонованих класів неорганічних сполук можна виявити нітрат(III)-аніон у досліджуваному розчині, щоб спостерігати виділення бурого газу?

а) дією солей;

б) дією лугів;

в) дією кислот;

г) дією оксидів.

405. При виявленні  $\text{CO}_3^{2-}$ -аніонів, якщо у розчині присутні  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ -аніони, то їх попередньо окиснюють:

а) 8% розчином  $\text{H}_2\text{O}_2$  при нагріванні;

б) 8% розчином  $\text{KMnO}_4$  при нагріванні;

в) 8% розчином  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  при нагріванні;

г) розчином  $\text{I}_2$  при нагріванні.

406. Реакції виявлення сульфат(IV)-аніонів дією сульфатної кислоти при нагріванні і розчину  $\text{KMnO}_4$  необхідно проводити при відсутності:

- а)  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ -аніонів;
- б)  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ -аніонів;
- в)  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ -аніонів;
- г)  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^{1-}$ -аніонів.

407. За допомогою якого реактиву можна виявити карбонат-аніон у розчині:

- а) калій тетраоксоманганату(VI) у кислому середовищі;
- б) розчином дифеніламіну у кислому середовищі;
- в) розведеної мінеральної кислоти і вапнякової води;
- г) аргентум нітрату у слабколужному середовищі.

408. Який реактив потрібно використати, щоб виявити силікат-аніон?

- а)  $\text{AgNO}_3$ ;
- б)  $\text{NH}_4\text{Cl}$  при нагріванні;
- в)  $\text{MgCl}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl}$ ;
- г)  $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{OO})(\text{OH})_2$ .

409. Який продукт, крім бурого газу, супроводжує реакцію виявлення нітрат(III)-аніону дією розчину калій йодиду?

- а) йодидна кислота;                      б) вільний йод;
- в) йодид-іони;                              г) йон  $\text{IO}_3^{1-}$ .

410. Який із перелічених реактивів необхідно використати, щоб виявити у досліджуваному розчині сульфід-аніон?

- а) розчин  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ ;                      б) розчин  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ;
- в) розчин  $\text{NaNO}_3$ ;                         г) розчин  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ .

411. Через який із запропонованих розчинів окисників необхідно пропускати газ  $\text{SO}_2$ , що виділяється при відкритті  $\text{SO}_3^{2-}$ -аніонів дією сульфатної кислоти при нагріванні?

- а) розчин  $\text{KMnO}_4$ ;      б) розчин  $\text{KVO}_3$ ;  
 в) розчин  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ;      г) розчин  $\text{I}_2$ .
412. Яка із перелічених формул відображає якісний склад магнезійальної суміші?  
 а)  $\text{MgCl}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl}$ ;  
 б)  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ ;  
 в)  $\text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ;  
 г)  $(\text{NH}_4)_3\text{P}(\text{Mo}_3\text{O}_{10})_4$ .
413. Яка із перелічених формул відображає якісний склад молібденової рідини?  
 а)  $\text{MgCl}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl} + (\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ ;  
 б)  $\text{K}_2\text{MoO}_4$ ;  
 в)  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + \text{HNO}_3$ ;  
 г)  $(\text{NH}_4)_3\text{P}(\text{Mo}_3\text{O}_{10})_4$ .
414. Що відбувається при пропусканні через вапняну або баритову воду карбон діоксиду?  
 а) утворення каламуті;  
 б) утворення білого кристалічного осаду;  
 в) утворення емульсії;  
 г) утворення бурого осаду.
415. Який із запропонованих аніонів заважає проведенню реакції відкриття карбонат-іонів дією 2 M розчину хлоридної кислоти?  
 а) сульфат-іони;  
 б) йодид-іони;  
 в) силікат-іони;  
 г) сульфат(IV)- і сульфід-іони.
416. Які із перелічених аніонів заважають проведенню реакції виявлення ацетат-аніонів дією розчину ферум(III) хлориду?  
 а)  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ -аніони;  
 б)  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^{1-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ -аніони;

в)  $S^{2-}$ ,  $I^{-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $CO_3^{2-}$  - аніони;

г)  $SO_4^{2-}$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $NO_3^{-}$ ,  $S^{2-}$  - аніони.

417. Про утворення ацетатної кислоти під час взаємодії  $CH_3COO^{-}$ -аніону із концентрованою  $H_2SO_4$  свідчить:

а) помутніння розчину;

б) утворення білого осаду;

в) характерний запах;

г) виділення бурого газу.

418. Яким із перелічених реактивів не можна провести реакцію виявлення ацетат-аніону у досліджуваному розчині?

а) конц.  $H_2SO_4$  при нагріванні;

б) дією етилового спирту у присутності конц.  $H_2SO_4$ ;

в) дією розчину ферум(III) хлориду;

г) 8-оксихіноліном.

419. Якщо до розчину в якому присутні хлорид-, бромід- та йодид-аніони, додати ацетатну буферну суміш і розчин калій перманганату при цьому здійснюється миттєве окиснення:

а) хлорид-аніону; б) йодид-аніону;

в) бромід-аніону; г) хлорид-аніону і бромід-аніону.

420. Чому при додаванні ацетатної буферної суміші і розчину калій перманганату до розчину, що містить  $Cl^{-}$ ,  $Br^{-}$ ,  $I^{-}$ -аніони, відбувається окиснення лише  $I^{-}$ -аніонів?

а) внаслідок проходження обмінної реакції між  $KMnO_4$  і  $I^{-}$ -аніонами;

б) внаслідок утворення колоїдного розчину;

в) внаслідок найбільшій різниці окисно-відновних потенціалів;

г) всі відповіді правильні.

421. Яку буферну суміш необхідно додавати до розчину, в якому можливо присутні хлорид-, бромід- та йодид-аніони,

використовуючи метод аналізу суміші, який заснований на відмінностях відновних властивостей цих аніонів?

- а) амоніачну;                      б) фосфатну;
- в) ацетатну;                      г) карбонатну.

422. Які із перелічених йонів присутні у досліджуваному розчині, якщо при додаванні до нього розчину бензену, останній забарвлюється у фіолетовий колір?

- а) хлорид-іони;
- б) йодид-іони;
- в) бромід-іони;
- г) хлорид-іони і бромід-іони.

423. При аналізі суміші  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$ -аніонів методом, що заснований на різній розчинності солей, які утворені при взаємодії з  $\text{Ag}^{1+}$ -катионами, аніони необхідно виявляти у такій послідовності:

- а)  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$ -аніони;                      б)  $\text{I}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{Cl}^{1-}$ -аніони;
- в)  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$ -аніони;                      г)  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ -аніони.

424. Який із запропонованих реактивів необхідно додати до досліджуваного розчину, що містить  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$ -аніони, щоб отримати осад  $\text{AgCl}$ ,  $\text{AgBr}$ ,  $\text{AgI}$ ?

- а) 2 M розчин  $\text{HNO}_3$  і  $\text{AgNO}_3$ ;
- б) конц. розчин  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  і розчин  $\text{AgNO}_3$ ;
- в) конц. розчин  $\text{NH}_4\text{Cl}$  і розчин  $\text{AgNO}_3$ ;
- г) конц. розчин  $\text{H}_2\text{SO}_4$  і розчин  $\text{AgNO}_3$ .

425. Якщо на фільтрі міститься осад  $\text{AgCl}$ ,  $\text{AgBr}$ ,  $\text{AgI}$ , який із запропонованих реактивів необхідно використати, щоб розчинити осад аргентум хлориду?

- а) конц. розчин  $\text{NaOH}$ ;                      б) розчин  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ;
- в) конц. розчин  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;                      г) конц. розчин  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

426. Який із перелічених осадів розчиниться, при дії на них 10–15% розчину діамоній карбонату?

- а)  $\text{AgBr}$ ;
- б)  $\text{AgI}$ ;

- в)  $\text{AgCl}$ ; г) всі без винятку.
427. Якщо на фільтрі міститься осад  $\text{AgBr}$  і  $\text{AgI}$ , який із запропонованих реактивів необхідно використати, щоб розчинити осад аргентум броміду?
- а) конц. розчин  $\text{NaOH}$ ; б) конц. розчин  $\text{NH}_4\text{OH}$ ;  
в) конц. розчин  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ; г) розб. розчин  $\text{NH}_4\text{OH}$ .
428. Як розчинити осад  $\text{AgI}$ , що залишився на фільтрі після розчинення осадів  $\text{AgCl}$  і  $\text{AgBr}$ ?
- а) сплавити із сумішшю  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  і  $\text{NaNO}_3$ , а потім сплав розчинити у воді;  
б) сплавити із сумішшю  $\text{KHSO}_4$  і  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ , а потім сплав розчинити у воді;  
в) дією розчину  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ;  
г) дією конц. розчину  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

### 3. ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТІВ

#### ТЕМА 3. 1. Якісний аналіз суміші солей

Попередні дослідження. Переведення суміші солей сухих речовин у розчин. Якісний систематичний аналіз суміші катіонів I–VI аналітичних груп. Визначення аніонів.

#### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ

429. Первинну пробу твердого об'єкту перемішують, подрібнюють і отриману опосередковану пробу скорочують шляхом:
- а) піпеткування; б) квартування;  
в) розчинення; г) квантування.
430. Для скорочення проби подрібнену первинну пробу насипають у вигляді:

- а) квадрату; б) зрізаної призми;  
в) зрізаного конуса; г) зрізаної піраміди.
431. При відборі проби для аналізу операції подрібнення і квартування повторюють доти, поки проба не скоротиться до:
- а) 1–2 кг; б) 5–6 кг;  
в) 1–2 г; г) 7–8 г.
432. При прожарюванні речовини в трубці чи пробірці, поява жовтого нальоту вказує на можливу присутність:
- а) Сульфуру; б) солей амонію;  
в) солей Мангану; г) солей Купруму.
433. Які із перелічених газів, що виділяються при дії концентрованої  $H_2SO_4$  на суху речовину, є безбарвними?
- а)  $HCl$ ,  $SO_2$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $H_2S$ ;  
б)  $Br_2$ ,  $Cl_2$ ,  $I_2$ ,  $CrO_2Cl_2$ ,  $Cl_2$ ;  
в)  $HCl$ ,  $SO_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ ,  $H_2S$ ;  
г)  $Br_2$ ,  $Cl_2$ ,  $I_2$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ .
434. При прожарюванні речовини в трубці чи пробірці, поява білого нальоту вказує на можливу присутність:
- а) Сульфуру; б) солей амонію;  
в) солей Мангану; г) солей Купруму.
435. Забарвлення перла динатрій тетраборату в якісному аналізі використовується в основному для відкриття:
- а) s-елементів; б) d-елементів;  
в) p-елементів; г) f-елементів.
436. Що являє собою «корольок», який з'являється при прожарюванні речовини із содою на вугіллі?
- а) алотропна модифікація вугілля;  
б) розплавлена бура;  
в) суміш неметалів;  
г) сплавлений метал

437. Яка із перелічених операцій не відноситься до попередніх випробувань з подрібненим досліджуваним об'єктом?
- а) дія кислот на суху речовину;
  - б) прожарювання речовини в трубці чи пробірці;
  - в) приготування содової витяжки;
  - г) забарвлення полум'я досліджуваним об'єктом.
438. Який колір полум'я викликають внесені в нього солі стронцію?
- а) жовто-зелений;                      б) цегляно-червоний;
  - в) карміново-червоний;              г) фіолетовий.
439. Який колір полум'я викликають внесені в нього солі натрію?
- а) синій;                                      б) жовтий;
  - в) жовто-зелений;                      г) цегляно-червоний.
440. Який колір полум'я викликають внесені в нього солі калію?
- а) жовто-зелений;                      б) цегляно-червоний;
  - в) карміново-червоний;              г) фіолетовий.
441. Який колір полум'я викликають внесені в нього солі барію?
- а) карміново-червоний;              б) жовтий;
  - в) жовто-зелений;                      г) цегляно-червоний.
442. Як розпочинається переведення проби у зручну для хімічного аналізу форму?
- а) із розчинення проби у кислоті, що має окиснювальну здатність;
  - б) із розчинення проби в суміші кислот;
  - в) із розчинення проби в сильній мінеральній кислоті;
  - г) із випробування розчинності проби у воді.



443. Який із перелічених малорозчинних сульфатів розчиняється в 30% розчині амоній ацетату і в надлишку їдких лугів?

- а)  $\text{PbSO}_4$ ;
- б)  $\text{CaSO}_4$ ;
- в)  $\text{BaSO}_4$ ;
- г)  $\text{SrSO}_4$ .

444. Які із перелічених кислот відносяться до кислот без окиснювальної здатності?

- а)  $\text{HCl}$  розв.,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  розв.,  $\text{HClO}_4$  розв.,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ;
- б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц.,  $\text{HNO}_3$  розв. і конц., гаряча конц.  $\text{HClO}_4$ ;
- в)  $\text{HCl}$  розв.,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  розв., гаряча конц.  $\text{HClO}_4$ ;
- г)  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц.

445. Які із перелічених кислот відносяться до кислот, що діють як окисники?

- а)  $\text{HCl}$  розв.,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  розв.,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ;
- б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц.,  $\text{HNO}_3$  розв. і конц., гаряча конц.  $\text{HClO}_4$ ;
- в)  $\text{HCl}$  розв.,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  розв., гаряча конц.  $\text{HClO}_4$ ;
- г)  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц.

446. Які речовини можуть бути присутні у розчині, якщо після обробки їх водою, кислотами, «царською водкою», повного розчинення не відбувається?

а) галогеніди аргентуму або сульфати катіонів III аналітичної групи;

б) карбонати катіонів III аналітичної групи;

в) нітрати катіонів III аналітичної групи;

г) всі вищезазначені сполуки.

447. Фторидна кислота ефективна для розчинення:

а) природного і штучного каучуку;

б) природних і штучних силікатних матеріалів;

в) природних і штучних мінеральних добрив;

г) природних і штучних силікатних матеріалів і мінеральних добрив.

448. Якою із перелічених речовин не можна перевести галогеніди аргентуму в розчин?
- а)  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;                      б)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ;  
в)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ;                      г) дією кислот.
449. Яка із перелічених груп речовин відноситься до розчинних у кислотах?
- а)  $\text{AgCl}$ ,  $\text{AgBr}$ ,  $\text{AgI}$ ;  
б)  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{PbSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{SrSO}_4$ ;  
в)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{CaF}_2$ ;  
г)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ .
450. Як перевести у розчин аргентум хлорид?
- а) дією  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  або  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ;  
б) дією  $\text{KCN}$ ;  
в) дією  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ;  
г) можна використовувати всі перелічені реактиви.
451. Якщо не можливо знайти для проби відповідний розчинник, то:
- а) пробу сплавляють із придатними для цього речовинами, а потім сплав розчиняють у відповідному розчиннику;  
б) проводять сублімацію проби;  
в) пробу прожарюють із содою на вугіллі;  
г) пробу прожарюють в трубці чи пробірці.
452. Який із перелічених плавнів відноситься до кислих?
- а)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;                      б)  $\text{KHSO}_4$ ;  
в)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaNO}_3$ ;                      г)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .
453. Який із перелічених плавнів відноситься до лужних?
- а)  $\text{KHSO}_4$ ;                      б)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;  
в)  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ;                      г) всі відповіді правильні.
454. У яких тиглях необхідно проводити сплавлення, якщо розплавом являється натрій гідроксид?
- а) платинових;

- б) алюмінієвих;  
 в) мідних чи цинкових;  
 г) залізних чи нікелевих.
455. Як перевести сульфати катіонів третьої аналітичної групи у карбонати?  
 а) дією 4 M NaOH і 8-10 крапель  $\text{H}_2\text{O}_2$  при нагріванні;  
 б) дією конц. розчину  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;  
 в) дією конц. розчину  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;  
 г) кип'ятінням із насиченим розчином  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  або сплавленням з  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .
456. Що забезпечує високу окисну здатність «царської водки»?  
 а) конц.  $\text{HNO}_3$ ;  
 б) конц.  $\text{HCl}$ ;  
 в) атомарний хлор у момент виділення;  
 г) конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
457. При розкладі силікатів з метою визначення в них лужних металів за методом Лоуренса-Сміта із якою із перелічених сумішей середніх солей необхідно змішувати розтерту пробу?  
 а)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaCl}$ ;                      б)  $\text{BaCl}_2 + \text{BaCO}_3$ ;  
 в)  $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{KCl}$ ;                        г)  $\text{CaCl}_2 + \text{CaCO}_3$ .
458. Чим зумовлена здатність фторидної кислоти розчиняти природні і штучні силікатні матеріали?  
 а) зв'язуванням Силіцію в леткий  $\text{SiF}_4$ ;  
 б) виділенням «королька», як проміжного продукту;  
 в) сильною гігроскопічністю фторидної кислоти;  
 г) сильною поляризуючою дією молекули  $\text{HF}$ .
459. Якщо після розчинення сухої солі у воді розчин набуває рожевого забарвлення, то в ньому можлива присутність:  
 а)  $\text{Cr}^{3+}$ -іонів;

- б)  $\text{Co}^{2+}$ -іонів;
- в)  $\text{Ni}^{2+}$  або суміш  $\text{Fe}^{3+}$  і  $\text{Cu}^{2+}$ -іонів;
- г)  $\text{Cu}^{2+}$ -іонів.

460. За забарвленням досліджуваного розчину роблять попередні висновки про присутність йонів:

- а)  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ag}^{1+}$ ;
- б)  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ;
- в)  $\text{NH}_4^{1+}$ ,  $\text{K}^{1+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^{1+}$ ;
- г)  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ag}^{1+}$ ,  $\text{NH}_4^{1+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ .

461. Якщо після розчинення сухої солі у воді розчин набуває зеленого забарвлення, то в ньому можлива присутність:

- а)  $\text{Ni}^{2+}$  або суміші  $\text{Fe}^{3+}$  і  $\text{Cu}^{2+}$ -іонів;
- б)  $\text{Co}^{2+}$ -іонів;
- в)  $\text{Cu}^{2+}$ -іонів;
- г)  $\text{Cd}^{2+}$ -іонів.

462. Якщо після розчинення сухої солі у воді розчин набуває блакитного забарвлення, то в ньому можлива присутність:

- а)  $\text{Cu}^{2+}$ -іонів;
- б) суміш  $\text{Fe}^{3+}$  і  $\text{Co}^{2+}$ -іонів;
- в)  $\text{Ni}^{2+}$  або суміш  $\text{Fe}^{3+}$  і  $\text{Cu}^{2+}$ -іонів;
- г)  $\text{Cr}^{3+}$ -іонів.

463. В якій послідовності необхідно виявляти катіони II аналітичної групи при систематичному аналізі за кислотно-основною класифікацією?

- а)  $\text{Ag}^{1+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ;
- б)  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^{1+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ;
- в)  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^{1+}$ ;
- г)  $\text{Ag}^{1+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ .

464. Яка із солей розчиниться при дії гарячої води?

- а)  $\text{AgCl}$ ;
- б)  $\text{PbCl}_2$ ;
- в)  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ;
- г)  $\text{BaCl}_2$ .

465. Який реактив необхідно використати для виявлення  $Pb^{2+}$ -іонів у розчині?
- а) калій йодид;                      б) калій нітрат;  
в) калій фосфат;                      г) калій карбонат.
466. Який із перелічених реактивів необхідно використати для того, щоб перевести  $AgCl$  у розчин?
- а) «царську водку»;  
б) 2 М розчином  $NH_3 \cdot H_2O$ ;  
в) дією конц. розчину  $NH_4Cl$ ;  
г) 2 М розчином  $H_3PO_4$ .
467. Як перевести сульфати катіонів третьої аналітичної групи у карбонати?
- а) дією 4 М  $NaOH$  і 8–10 крапель 3% розчину  $H_2O_2$  при нагріванні;  
б) дією конц. розчину  $NH_3 \cdot H_2O$ ;  
в) дією конц. розчину  $NH_4Cl$ ;  
г) кип'ятінням із насиченим розчином  $Na_2CO_3$ .
468. Яку із перелічених органічних кислот зазвичай використовують, щоб розчинити карбонати катіонів третьої аналітичної групи при систематичному аналізі за кислотно-основною класифікацією?
- а)  $HCOOH$ ;                      б)  $CH_3COOH$ ;  
в)  $H_2C_2O_4$ ;                      г)  $C_{15}H_{31}COOH$ .
469. В якій послідовності необхідно виявляти катіони III аналітичної групи при систематичному аналізі за кислотно-основною класифікацією?
- а)  $Sr^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ;                      б)  $Ca^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ;  
в)  $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ;                      г)  $Sr^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ;  $Ba^{2+}$ .
470. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення  $Ba^{2+}$ -іонів розчином калій дихромату?
- а) жовтий кристалічний осад;  
б) білий кристалічний осад;

- в) цегляно-червоний кристалічний осад;  
г) білий аморфний осад.
471. Якого ефекту очікують, коли під час виявлення  $\text{Ca}^{2+}$ -іонів дією сульфатної кислоти до досліджуваного розчину додають  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ?
- а) укрупнення кристалів;  
б) утворення аморфного осаду;  
в) збільшення розчинності осаду;  
г) зменшення розчинності осаду.
472. Як відокремити катіони V і VI аналітичних груп від катіонів I і IV аналітичних груп?
- а) дією конц. розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  
б) дією конц. розчину  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;  
в) дією конц. розчину  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;  
г) дією 4 M розчином  $\text{NaOH}$  і 8-10 крапель 3% розчину  $\text{H}_2\text{O}_2$  при нагріванні.
473. Як при аналізі суміші катіонів IV аналітичної групи відокремити  $\text{CrO}_4^{2-}$ -іони від йонів алюмінію і цинку?
- а) додати  $\text{HCl}$  до рН 3–4 і насичений розчин  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  до утворення осаду;  
б) промити водою;  
в) подіяти конц. розчином  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  
г) подіяти конц. розчином  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .
474. В якій послідовності необхідно виявляти катіони IV аналітичної групи при систематичному аналізі за кислотно-основною класифікацією?
- а) відокремити  $\text{Zn}^{2+}$ -іони дією розчину дитизону, а потім  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ ;  
б) відокремити  $\text{Zn}^{2+}$  і  $\text{Al}^{3+}$ -іони від  $\text{CrO}_4^{2-}$ -іонів дією насиченим розчином  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  при рН 3–4; осад на фільтрі розчинити в  $\text{HCl}$  і виявляти у фільтраті в окремих порціях  $\text{Al}^{3+}$  і  $\text{Zn}^{2+}$ .

в) відокремити  $\text{Al}^{3+}$ -іони дією розчину алізарину в амоніачному середовищі, а потім  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ -іони.

г) відокремити  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ -іони дією конц. розчину  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , а потім  $\text{Zn}^{2+}$ -іон.

475. Із яким із перелічених катіонів аналітичний реагент дитизон, розчинений у  $\text{CHCl}_3$  або у  $\text{CCl}_4$ , утворює внутрішньокомплексну сполуку червоного кольору?

а)  $\text{Zn}^{2+}$ ;

б)  $\text{Al}^{3+}$ ;

в)  $\text{Cr}^{3+}$ ;

г)  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{\text{IV}}$ .

476. Який із перелічених реактивів необхідно використати, щоб при дії на  $\text{Al}^{3+}$ -катіон, одержати червоний «алюмінієвий лак»?

а) дитизон;

б) дифенілкарбазид;

в) диметилглюксим;

г) алізарин.

477. Червоний «алюмінієвий лак», що утворюється при дії спиртового розчину алізарину на іони  $\text{Al}^{3+}$ , є нерозчинним у:

а)  $2\text{ M HCOOH}$ ;

б)  $2\text{ M H}_2\text{SO}_4$ ;

в)  $2\text{ M CH}_3\text{COOH}$ ;

г)  $2\text{ M H}_2\text{CO}_3$ .

478. В який колір забарвлюється ефірний шар під час відкриття  $\text{CrO}_4^{2-}$ -іонів дією 2 н. розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$  і  $\text{H}_2\text{O}_2$ ?

а) жовтий;

б) синій;

в) зелений;

г) коричневий.

479. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення  $\text{CrO}_4^{2-}$ -іонів розчином барій хлориду?

а) жовтий кристалічний осад;

б) білий кристалічний осад;

в) цегляно-червоний кристалічний осад;

г) білий аморфний осад.

480. Як відокремити катіони VI аналітичної групи від катіонів V групи?

а) конц. розчином  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;

б) конц. розчином  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;

в) конц. розчином  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;

- г) дією 4 М NaOH і 8-10 крапель 3% розчину  $\text{H}_2\text{O}_2$
481. У якій послідовності необхідно виявляти катіони V аналітичної групи при систематичному аналізі за кислотно-основною класифікацією?
- а)  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ;      б)  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ;  
в)  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ;      г)  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ .
482. Які із перелічених реактивів можна використати для виявлення  $\text{Mg}^{2+}$ -іонів у розчині?
- а) дитизон або алізарин;  
б)  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  або  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ;  
в) крист.  $\text{NH}_4\text{SCN}$  або  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ;  
г)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  або 8-оксихінолін.
483. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення  $\text{Mg}^{2+}$ -іонів 8-оксихіноліном?
- а) синьо-зелений кристалічний осад;  
б) червоно-бурий кристалічний осад;  
в) зеленувато-жовтий кристалічний осад;  
г) лимонно-жовтий кристалічний осад.
484. Які нерозчинні сполуки V аналітичної групи катіонів залишаються в осаді на фільтрі після розчинення  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , під час систематичного аналізу?
- а)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{H}_2\text{MnO}_3$ ;      б)  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{H}_2\text{MnO}_3$ ;  
в)  $\text{H}_2\text{MnO}_3$ ,  $\text{Bi}(\text{OH})_3$ ;      г)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Sb}(\text{OH})_3$ .
485. Яку із перелічених кислот необхідно використати для того, щоб розчинити  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  при систематичному аналізі суміші катіонів V аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією?
- а) 2 М  $\text{HNO}_3$ ;      б) 2 М  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  
в) 2 М  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ;      г) 2 М  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .
486. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення  $\text{Fe}^{3+}$ -іонів, дією KSCN?
- а) криваво-червоне забарвлення розчину;





дією насиченого свіжоприготовленого розчину  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  при кип'ятінні?

- а)  $\text{CuS}$  – червоний;      б)  $\text{Cu}_2\text{S}$  – бурий;  
в)  $\text{CuS}$  – чорний;      г)  $\text{Cu}_2\text{S}$  – червоний.

492. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення  $\text{Ni}^{2+}$ -іонів диметилглюксимом?

- а) випадає бурий осад;      б) випадає рожевий осад;  
в) випадає синій осад;      г) випадає жовтий осад.

493. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення  $\text{Co}^{2+}$ -іонів кристалічним  $\text{KSCN}$ ?

- а) червоне забарвлення розчину;  
б) синє забарвлення розчину;  
в) рожеве забарвлення розчину;  
г) синьо-зелене забарвлення розчину.

494. В якій послідовності необхідно виявляти катіони I аналітичної групи при систематичному аналізі за кислотно-основною класифікацією?

- а)  $\text{NH}_4^{1+}$ ,  $\text{K}^{1+}$ ,  $\text{Na}^{1+}$ ;      б)  $\text{K}^{1+}$ ,  $\text{Na}^{1+}$ ,  $\text{NH}_4^{1+}$ ;  
в)  $\text{K}^{1+}$ ,  $\text{NH}_4^{1+}$ ,  $\text{Na}^{1+}$ ;      г)  $\text{Na}^{1+}$ ,  $\text{NH}_4^{1+}$ ,  $\text{K}^{1+}$ .

495. Коли необхідно перевіряти досліджуваний розчин на повноту видалення  $\text{NH}_4^{1+}$ -іонів?

- а) перед відкриттям  $\text{Na}^{1+}$ -іонів;  
б) перед відкриттям  $\text{K}^{1+}$ -іонів і  $\text{Na}^{1+}$ -іонів, якщо  $\text{Na}^{1+}$ -іони виявляють дією  $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ ;  
в) перед відкриттям  $\text{Ag}^{1+}$ -іонів;  
г) перед відкриттям кожного із вищезазначених йонів.

496. Який реактив необхідно використати, щоб перевірити досліджуваний розчин на повноту видалення  $\text{NH}_4^{1+}$ -іонів?

- а)  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ ;      б)  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ;  
в)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ;      г)  $\text{K}_2[\text{HgI}_4] + \text{KOH}$ .

497. Який аналітичний ефект при дії реактиву Несслера є підтвердженням того, що йони амонію ще присутні у розчині?

- а) червоно-бурий осад;
- б) червоно-фіолетовий осад;
- в) синьо-зелений осад;
- г) бурий осад.

498. Яку із перелічених речовин необхідно використати, щоб перевірити присутність аніонів-відновників?

- а) 0,01 н. розчин  $\text{KMnO}_4$  в сульфатно-кислому середовищі;
- б)  $\text{KI}$  в кислом середовищі;
- в) розчин дифеніламіну в конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;
- г)  $\text{H}_2\text{O}_2$  в лужному середовищі.

499. Яку із перелічених речовин необхідно використати, щоб перевірити присутність аніонів-окисників?

- а)  $\text{KI}$  в кислом середовищі;
- б) 0,01 н. розчин  $\text{KMnO}_4$  в сульфатно-кислому середовищі;
- в)  $\text{H}_2\text{O}_2$  в лужному середовищі;
- г)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  в лужному середовищі.

500. Який із перелічених аніонів буде осаджуватися першим із розчину при дії аргентум нітрату?

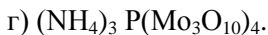
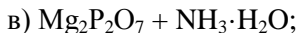
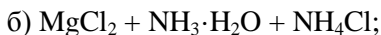
- а) йодид-аніон;
- б) бромід-аніон;
- в) хлорид-аніон;
- г) всі одночасно.

501. Які із перелічених аніонів не можуть перебувати у сильно кислом розчині?

- а)  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ;
- б)  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ;
- в)  $\text{NO}_3^{1-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ;
- г)  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$ .

502. Яка із перелічених формул відображає якісний склад магнезійної суміші?

- а)  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ ;



503. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення силікат-аніону в кислому середовищі?

- а) білий кристалічний осад; б) білий драглистий осад;  
в) білий аморфний осад; г) білий сирнистий осад.

### ТЕМА 3.2. Якісний аналіз мінеральних добрив

Мінеральні добрива, їх роль у житті рослин. Класифікації мінеральних добрив. Методика якісного аналізу мінеральних добрив.

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ

504. Назвіть елементи, які є у складі рослинних речовин і масова частка яких у сухій масі рослин становить близько 90 %.

- а) С, О, Н; б) Са, Р, Si;  
в) N, P, K; г) Fe, B, Mo.

505. Назвіть макрохімічні елементи, необхідні для росту і розвитку рослин.

- а) N, P, K; б) Zn, Cu, Mn;  
в) Fe, B, Mo; г) B, Co, I.

506. Назвіть мікрохімічні елементи, необхідні для рослин.

- а) С, О, Н; б) Fe, B, Mo, Zn, Cu, Mn, Co, I;  
в) N, P, K; г) Ca, P, Si, Br, Cl, Na, Mg, Se.

507. Поясніть, яку реакцію на індикатор матиме ґрунтова витяжка, якщо у ґрунт вносили амонійні мінеральні добрива?

- а) кислу; б) нейтральну;  
в) лужну; г) слабо лужну.

508. Який реактив потрібно використати, щоб виявити амонійні мінеральні добрива?

- а) розчин  $\text{AgNO}_3$ ;  
 б) розчин  $\text{BaCl}_2$  при нагріванні розчину;  
 в) розчин  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;  
 г) розчин  $\text{NaOH}$  або  $\text{KOH}$  при нагріванні.
509. Який реактив потрібно використати, щоб виявити наявність сульфат-іонів у мінеральних добривах?  
 а) розчин  $\text{AgNO}_3$ ;  
 б) розчин  $\text{BaCl}_2$  у присутності ацетатної або нітратної(V) кислоти;  
 в) розчин  $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$ ;  
 г) розчин  $\text{NaOH}$  або  $\text{KOH}$  при нагріванні.
510. Які мінеральні добрива називають селітрами?  
 а) нітратні добрива; б) сульфатні добрива;  
 в) фосфатні добрива; г) калійні добрива.
511. Які мінеральні добрива добре розчинні у воді?  
 а)  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; б)  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  
 в)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ; г)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCO}_3$ .
512. Яке мінеральне добриво має назву преципітат?  
 а)  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; б)  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  
 в)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ; г)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCO}_3$ .
513. Яке мінеральне добриво має назву нітроамофоска?  
 а)  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ;  
 б)  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ;  
 в)  $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{KNO}_3$ ;  
 г)  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ .
514. Яке мінеральне добриво має назву нітрофоска?  
 а)  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ;  
 б)  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ;  
 в)  $\text{CaHPO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{KNO}_3$ ;  
 г)  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ .
515. Яке мінеральне добриво має назву простий суперфосфат?  
 а)  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4$ ; б)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ;  
 в)  $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; г)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCO}_3$ .

### ТЕМА 3.3. Якісний аналіз металів та сплавів

Основні типи сплавів. Відношення сплавів до дії розчинників. Попередні дослідження для виявлення типу сплаву. Якісний аналіз сплавів безстружковим методом.

#### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ

516. Який основний компонент після заліза входить до складу чавуну і сталі?

- а) вуглець;
- б) сірка;
- в) силіцій;
- г) фосфор.

517. Які із перелічених металів не розчиняються у розведеній  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

- а) Ag, Hg, Pb, Cu, Bi, As;
- б) Na, K, Li, Ag, Hg, Pb;
- в) Ca, Mg, Sr, Zn, Cs, K;
- г) Cu, Bi, As, Mg, Zn, Pb.

518. Які із перелічених металів пасивуються у концентрованій  $\text{HNO}_3$ .

- а) Fe, Al, Cr;
- б) Fe, Al, Cu;
- в) Ag, Hg, Bi;
- г) Pb, As, Na.

519. Який із перелічених реактивів необхідно використати для проведення якісної реакції на сплави заліза? Який аналітичний ефект супроводжує реакцію?

- а)  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  або  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , темно-бурий осад;
- б)  $(\text{NH}_4)_3\text{P}(\text{Mo}_3\text{O}_{10})_4$ , синій осад;
- в) 2 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , помутніння розчину;
- г) KSCN, криваво-червоний розчин.

520. Який основний компонент сплаву, якщо він розчиняється у розведених і концентрованих кислотах HCl і  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

- а) свинець;
- б) золото;
- в) мідь;
- г) залізо.

521. Який основний компонент сплаву, якщо при дії на його розчин надлишку амоніаку розчин забарвлюється у синій колір?
- а) залізо;
  - б) алюміній і магній;
  - в) мідь;
  - г) свинець.
522. Який основний компонент сплаву, якщо він розчиняється у кислотах і лугах?
- а) залізо;
  - б) алюміній;
  - в) мідь;
  - г) свинець.
523. До групи кольорових сплавів на основі міді належать:
- а) магналій, дюралюмін;
  - б) бронза, латунь;
  - в) чавун, сталь;
  - г) баббіти, припої.
524. Чавуни, сталі і феросплави – це сплави:
- а) заліза;
  - б) алюмінію і магнію;
  - в) міді;
  - г) свинцю.
525. До легких кольорових сплавів відносяться сплави на основі:
- а) алюмінію і магнію;
  - б) заліза;
  - в) свинцю;
  - г) міді.
526. Сплави на основі свинцю відносяться до:
- а) чорних сплавів;
  - б) легких кольорових сплавів;
  - в) кольорових сплавів;
  - г) важких кольорових сплавів.
527. Концентрована нітратна(V) кислота пасивує:
- а) мідь та її сплави;
  - б) свинець та його сплави;
  - в) залізо та його сплави;
  - г) алюміній та його сплави.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сегеда А. С. Аналітична хімія. Якісний аналіз. – Навчально-методичний посібник / А. С. Сегеда. – К.: ЦУЛ, 2002. – 524 с.
2. Пилипенко А. Т. Аналитическая химия Т. 1-2. / А. Т. Пилипенко, И. В. Пятницкий. – М.: Химия, 1990. – Т. 1. – 479 с., Т. 2. – 845 с.
3. Основы аналитической химии. В 2 кн. Под ред. Ю. А. Золотова. – М.: Высш. шк., 2004.–Т. 1. – 361 с., Т. 2. – 503 с.
4. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. Т. 1, 2 / Под ред. Ю. А. Золотова. – М.: Мир, АСТ, 2004. – Т. 1. – 608 с., Т. 2. – 728 с.
5. Янсон Э. Ю. Теоретические основы аналитической химии / Э. Ю. Янсон. – М.: Высш. шк., 1987. – 304 с.
6. Скуг Д. Основы аналитической химии / Д. Скуг, Д. Уэст; пер. с англ. Е. Н. Дороховой, Г. В. Прохоровой; под ред. Ю. А. Золотова. – М.: Мир, 1979. – 480 с.
7. Мінаєва В. О. Аналітична хімія: курс лекцій та матеріали для самостійної роботи (Частина 1). Навчально-методичний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Друге видання, перероблене / В. О. Мінаєва. – Черкаси : Вид. від. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2016. – 281 с.
8. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – М.: Химия, 1989. – 448 с.
9. Волков А. И., Жарский И. М. Большой химический справочник / А. И. Волков, И. М. Жарский. – Мн.: Современная школа, 2005. – 608 с.
10. Елементи хімічні та речовини прості. Терміни та визначення основних понять. Умовні позначення: ДСТУ 2439–94. – [Чинний від 1995-01-01]. – К. Держстандарт України, 1995. – 17 с.



## Додаток 1

## Константи йонізації найважливіших кислот і основ

| Назва кислоти             | Формула           | Константи йонізації, $K_a$  | $pK_a$                        |
|---------------------------|-------------------|---|-------------------------------|
| Ацетатна (етанова)        | $CH_3COOH$        | $K$ $1,74 \cdot 10^{-5}$  | 4,76                          |
| Етилендіамінтетраацетатна | $H_4Y$ (EDTA)     | $K_1$ $1,0 \cdot 10^{-2}$<br>$K_2$ $2,1 \cdot 10^{-3}$<br>$K_3$ $6,9 \cdot 10^{-7}$<br>$K_4$ $5,5 \cdot 10^{-11}$ | 2,00<br>2,67<br>6,16<br>10,26 |
| Карбонатна                | $H_2CO_3$         | $K_1$ $4,5 \cdot 10^{-7}$<br>$K_2$ $4,8 \cdot 10^{-11}$   | 6,35<br>10,32                 |
| Нітритна (нітратна(III))  | $HNO_2$           | $K$ $5,1 \cdot 10^{-4}$   | 3,29                          |
| Оксалатна (щавлева)       | $H_2C_2O_4$       | $K_1$ $5,6 \cdot 10^{-2}$<br>$K_2$ $5,4 \cdot 10^{-5}$  | 1,25<br>4,27                  |
| Сульфатна(IV) (сульфітна) | $H_2SO_3$         | $K_1$ $1,4 \cdot 10^{-2}$<br>$K_2$ $6,2 \cdot 10^{-8}$  | 1,85<br>7,20                  |
| Сульфатна(VI)             | $H_2SO_4$         | $K_2$ $1,15 \cdot 10^{-2}$  | 1,94                          |
| Сульфідна                 | $H_2S$            | $K_1$ $1,0 \cdot 10^{-7}$<br>$K_2$ $2,5 \cdot 10^{-13}$   | 7,00<br>12,60                 |
| Тартратна (винна)         | $H_2C_4H_4O_6$    | $K_1$ $9,1 \cdot 10^{-4}$<br>$K_2$ $4,3 \cdot 10^{-5}$  | 3,04<br>4,37                  |
| Тетраборатна              | $H_2B_4O_7$       | $K_1$ $1,8 \cdot 10^{-4}$<br>$K_2$ $2,0 \cdot 10^{-8}$  | 3,74<br>7,70                  |
| Флуоридна                 | $HF$              | $K$ $6,2 \cdot 10^{-4}$   | 3,21                          |
| Форміатна (метанова)      | $HCOOH$           | $K$ $1,8 \cdot 10^{-4}$   | 3,75                          |
| Фосфатна(V)               | $H_3PO_4$         | $K_1$ $7,1 \cdot 10^{-3}$<br>$K_2$ $6,2 \cdot 10^{-8}$<br>$K_3$ $5,0 \cdot 10^{-13}$                              | 2,15<br>7,21<br>12,30         |
| Ціанідна                  | $HCN$             | $K$ $5,0 \cdot 10^{-10}$  | 9,30                          |
| Янтарна (бурштинова)      | $H_2C_4H_4O_4$    | $K_1$ $1,6 \cdot 10^{-5}$<br>$K_2$ $2,3 \cdot 10^{-6}$  | 4,21<br>5,63                  |
|                           |                   |   |                               |
| Назва основи              | Формула           | Константи йонізації, $K_b$  | $pK_b$                        |
| Амоній гідроксид          | $NH_3 \cdot H_2O$ | $K$ $1,76 \cdot 10^{-5}$  | 4,755                         |
| Аргентум(I) гідроксид     | $AgOH$            | $K$ $5,0 \cdot 10^{-3}$   | 2,30                          |
| Барій дигідроксид         | $Ba(OH)_2$        | $K_2$ $2,3 \cdot 10^{-1}$   | 0,64                          |
| Кальцій дигідроксид       | $Ca(OH)_2$        | $K_2$ $4,0 \cdot 10^{-2}$   | 1,40                          |

## Додаток 2

## Добутки розчинності (ДР) деяких малорозчинних у воді сполук (за температури 25 °С)

| Сполука  | Назва сполуки             | ДР   |
|--|---------------------------|--|
| 1  | 2                         | 3  |
| AgBr   | Аргентум бромід           | $5,3 \cdot 10^{-13}$   |
| AgCH <sub>3</sub> COO  | Аргентум ацетат (етаноат) | $4,0 \cdot 10^{-3}$  |
| Ag <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>  | Аргентум карбонат         | $1,2 \cdot 10^{-12}$   |
| Ag <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>  | Діаргентум оксалат        | $3,5 \cdot 10^{-11}$   |
| AgCl   | Аргентум хлорид           | $1,78 \cdot 10^{-10}$  |
| Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>   | Діаргентум хромат(VI)     | $1,1 \cdot 10^{-12}$   |
| Ag <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>   | Діаргентум дихромат(VI)   | $1,0 \cdot 10^{-10}$   |
| AgI  | Аргентум йодид            | $8,3 \cdot 10^{-17}$   |
| Ag <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>  | Аргентум фосфат(V)        | $1,3 \cdot 10^{-20}$   |
| Ag <sub>2</sub> S  | Діаргентум сульфід        | $6,3 \cdot 10^{-50}$   |
| AgSCN  | Аргентум тиоціанат        | $1,1 \cdot 10^{-12}$   |
| Ag <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>  | Аргентум сульфат(IV)      | $1,5 \cdot 10^{-14}$   |
| Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  | Аргентум сульфат(VI)      | $1,6 \cdot 10^{-5}$  |
| Al(OH) <sub>3</sub><br>(Al <sup>3+</sup> , 3OH <sup>1-</sup> )<br>(AlOH <sup>2+</sup> , 2OH <sup>1-</sup> )<br>(H <sup>1+</sup> , AlO <sub>2</sub> <sup>1-</sup> ) | Алюміній тригідроксид     | $3,2 \cdot 10^{-34}$<br>$3,2 \cdot 10^{-25}$<br>$1,6 \cdot 10^{-13}$ |
| AlPO <sub>4</sub>  | Алюміній фосфат(V)        | $5,75 \cdot 10^{-19}$  |
| Ba(OH) <sub>2</sub>  | Барій дигідроксид         | $5,0 \cdot 10^{-3}$  |
| BaCO <sub>3</sub>  | Барій карбонат            | $4,0 \cdot 10^{-10}$   |
| BaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>  | Барій оксалат             | $1,1 \cdot 10^{-7}$  |
| BaCrO <sub>4</sub>   | Барій хромат(VI)          | $1,2 \cdot 10^{-10}$   |
| Ba <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>  | Трибарій дифосфат(V)      | $6,0 \cdot 10^{-39}$   |
| BaSO <sub>3</sub>  | Барій сульфат(IV)         | $8,0 \cdot 10^{-7}$  |
| BaSO <sub>4</sub>  | Барій сульфат(VI)         | $1,1 \cdot 10^{-10}$   |
| BiI <sub>3</sub>   | Бісмут(III) йодид         | $8,1 \cdot 10^{-19}$   |
| BiOCl<br>(BiO <sup>1+</sup> , Cl <sup>1-</sup> )   | Бісмут(III) оксид хлорид  | $7,0 \cdot 10^{-9}$  |
| CaCO <sub>3</sub>  | Кальцій карбонат          | $3,8 \cdot 10^{-9}$  |
| CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>  | Кальцій оксалат           | $2,3 \cdot 10^{-9}$  |
| CaCrO <sub>4</sub>   | Кальцій хромат(VI)        | $7,1 \cdot 10^{-4}$  |
| CaF <sub>2</sub>   | Кальцій дифлуорид         | $4,0 \cdot 10^{-11}$   |
| CaHPO <sub>4</sub><br>(Ca <sup>2+</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )   | Кальцій гідрофосфат(V)    | $2,7 \cdot 10^{-7}$  |
| Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )<br>(Ca <sup>2+</sup> , H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>1-</sup> )  | Кальцій дигідрофосфат(V)  | $1,0 \cdot 10^{-3}$  |

продовження додатку 2

| 1  | 2                                 | 3   |
|--|-----------------------------------|---|
| Ca(OH) <sub>2</sub><br>(Ca <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> )<br>(CaOH <sup>+</sup> , OH <sup>-</sup> )  | Кальцій дигідроксид               | 6,5·10 <sup>-6</sup><br>9,1·10 <sup>-5</sup>                            |
| Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>  | Трикальцій дифосфат(V)            | 2,0·10 <sup>-29</sup>   |
| CaSO <sub>3</sub>  | Кальцій сульфат(IV)               | 3,2·10 <sup>-7</sup>  |
| CaSO <sub>4</sub>  | Кальцій сульфат(VI)               | 2,5·10 <sup>-5</sup>  |
| Cd(OH) <sub>2</sub><br>(Cd <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> ) (свіжоосаджений)<br>Cd(OH) <sub>2</sub><br>(Cd <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> ) (після старіння)<br>Cd(OH) <sub>2</sub><br>(H <sup>+</sup> , H <sub>2</sub> CdO <sub>2</sub> <sup>2-</sup> ) | Кадмій дигідроксид                | 2,2·10 <sup>-14</sup><br>5,9·10 <sup>-15</sup><br>2,0·10 <sup>-19</sup> |
| CdS  | Кадмій сульфід                    | 1,6·10 <sup>-28</sup>   |
| Co(OH) <sub>2</sub> (блакитний)  | Кобальт дигідроксид               | 6,3·10 <sup>-15</sup>   |
| Co(OH) <sub>2</sub><br>(рожевий, свіжоосаджений)   |                                   | 1,6·10 <sup>-15</sup>   |
| Co(OH) <sub>3</sub>  | Кобальт тригідроксид              | 4,0·10 <sup>-45</sup>   |
| Cr(OH) <sub>3</sub><br>(Cr <sup>3+</sup> , 3OH <sup>-</sup> )<br>(CrOH <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> )<br>(H <sup>+</sup> , H <sub>2</sub> CrO <sub>3</sub> <sup>1-</sup> )   | Хром тригідроксид                 | 6,3·10 <sup>-31</sup><br>7,9·10 <sup>-21</sup><br>4,0·10 <sup>-15</sup> |
| CuCO <sub>3</sub>  | Купрум(II) карбонат               | 2,5·10 <sup>-10</sup>   |
| CuCrO <sub>4</sub>   | Купрум(II) хромат(VI)             | 3,6·10 <sup>-6</sup>  |
| Cu <sub>2</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]   | Купрум(II)<br>гексацианоферат(II) | 1,3·10 <sup>-16</sup>   |
| CuI  | Купрум(I) йодид                   | 1,1·10 <sup>-12</sup>   |
| Cu(OH) <sub>2</sub><br>(Cu <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> )<br>(CuOH <sup>+</sup> , OH <sup>-</sup> )<br>(H <sup>+</sup> , H <sub>2</sub> CuO <sub>2</sub> <sup>1-</sup> )   | Купрум дигідроксид                | 8,3·10 <sup>-20</sup><br>8,3·10 <sup>-12</sup><br>1,0·10 <sup>-19</sup> |
| Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (малахіт)  | Дикупрум дигідроксид<br>карбонат  | 1,7·10 <sup>-34</sup>   |
| Cu <sub>2</sub> S  | Дикупрум сульфід                  | 2,5·10 <sup>-48</sup>   |
| CuSCN  | Купрум(I) тиоціанат               | 4,8·10 <sup>-15</sup>   |
| CuS  | Купрум(II) сульфід                | 6,3·10 <sup>-36</sup>   |
| FeCO <sub>3</sub>  | Ферум(II) карбонат                | 3,5·10 <sup>-11</sup>   |
| Fe(OH) <sub>2</sub><br>(Fe <sup>2+</sup> , 2OH <sup>-</sup> )<br>(FeOH <sup>+</sup> , OH <sup>-</sup> )<br>(H <sup>+</sup> , HFeO <sub>2</sub> <sup>1-</sup> )   | Ферум дигідроксид                 | 7,2·10 <sup>-16</sup><br>2,2·10 <sup>-11</sup><br>8,0·10 <sup>-20</sup> |

продовження додатку 2

| 1   | 2  | 3   |
|---|--|---|
| Fe(OH) <sub>3</sub><br>(Fe <sup>3+</sup> , 3OH <sup>1-</sup> ) (свіжоосаджений)<br>(Fe <sup>3+</sup> , 3OH <sup>1-</sup> ) (після старіння)                         | Ферум тригідроксид                         | 6,3·10 <sup>-38</sup><br>3,2·10 <sup>-40</sup>                          |
| Fe(OH) <sub>3</sub><br>(Fe(OH) <sub>2</sub> <sup>1-</sup> , OH <sup>1-</sup> )<br>(Fe(OH) <sup>2+</sup> , 2OH <sup>1-</sup> )                                       | Ферум тригідроксид                         | 6,8·10 <sup>-18</sup><br>2,0·10 <sup>-28</sup>                          |
| FePO <sub>4</sub>   | Ферум(III) фосфат                          | 1,3·10 <sup>-22</sup>   |
| FeS   | Ферум(II) сульфід                          | 5,0·10 <sup>-18</sup>   |
| FeS <sub>2</sub><br>(Fe <sup>2+</sup> , S <sub>2</sub> <sup>2-</sup> )  | Ферум(II) дисульфід                        | 6,3·10 <sup>-31</sup>   |
| Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub><br>(Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , 2Cl <sup>1-</sup> )   | Димеркурій дихлорид                        | 1,3·10 <sup>-18</sup>   |
| Hg <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub><br>(Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )   | Димеркурій хромат(VI)                      | 5,0·10 <sup>-9</sup>  |
| Hg <sub>2</sub> I <sub>2</sub><br>(Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , 2I <sup>1-</sup> )   | Димеркурій дийодид                         | 4,5·10 <sup>-29</sup>   |
| HgS (чорний)<br>HgS (червоний)  | Меркурій(II) сульфід                       | 1,6·10 <sup>-52</sup><br>4,0·10 <sup>-53</sup>                          |
| Hg <sub>2</sub> (SCN) <sub>2</sub><br>(Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , 2SCN <sup>1-</sup> )   | Димеркурій дитіоціанат                     | 3,0·10 <sup>-20</sup>   |
| Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub><br>(Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )   | Димеркурій сульфат(VI)                     | 6,8·10 <sup>-7</sup>  |
| K <sub>3</sub> [Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ]<br>(3K <sup>1+</sup> , [Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup> )                                     | Калій<br>гексанітрокобальтат(III)          | 4,3·10 <sup>-10</sup>   |
| K <sub>2</sub> Na[Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ]<br>(2K <sup>1+</sup> , Na <sup>1+</sup> , [Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup> )                | Дикалій натрій<br>гексанітрокобальтат(III) | 2,2·10 <sup>-11</sup>   |
| MgNH <sub>4</sub> PO <sub>4</sub>   | Амоній магній фосфат(V)                    | 2,5·10 <sup>-13</sup>   |
| Mg(OH) <sub>2</sub> (свіжоосаджений)<br>Mg(OH) <sub>2</sub><br>(Mg <sup>2+</sup> , 2OH <sup>1-</sup> )<br>(MgOH <sup>1+</sup> , OH <sup>1-</sup> ) (після старіння) | Магній дигідроксид                         | 6,0·10 <sup>-10</sup><br>7,1·10 <sup>-12</sup><br>2,6·10 <sup>-9</sup>  |
| Mg <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>   | Тримагній дифосфат                         | 1,0·10 <sup>-13</sup>   |
| MgCO <sub>3</sub>   | Магній карбонат                            | 2,1·10 <sup>-5</sup>  |
| MnCO <sub>3</sub>   | Манган карбонат                            | 1,8·10 <sup>-11</sup>   |
| Mn(OH) <sub>2</sub><br>(Mn <sup>2+</sup> , 2OH <sup>1-</sup> )<br>(MnOH <sup>1+</sup> , OH <sup>1-</sup> )<br>(H <sup>1+</sup> , HMnO <sub>2</sub> <sup>1-</sup> )  | Манган дигідроксид                         | 1,9·10 <sup>-13</sup><br>4,9·10 <sup>-10</sup><br>1,0·10 <sup>-19</sup> |

продовження додатку 2

| 1   | 2                                   | 3   |
|---|-------------------------------------|---|
| MnS (тілесного кольору)<br>MnS (зелений)  | Манган(II) сульфід                  | $2,5 \cdot 10^{-10}$<br>$2,5 \cdot 10^{-13}$  |
| $(\text{NH}_4)_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$<br>$(3\text{NH}_4^+, [\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-})$  | Амоній гексанітрокобальтат(III)     | $7,6 \cdot 10^{-6}$   |
| $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$<br>$(\text{Na}^+, [\text{Sb}(\text{OH})_6]^{1-})$   | Натрій гексагідроксо-<br>стибат(VI) | $4,8 \cdot 10^{-8}$   |
| $\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2\text{N}_2)_2$   | Нікель(II)<br>диметилглюксимат      | $2,3 \cdot 10^{-25}$  |
| $\text{NiCO}_3$   | Нікель(II) карбонат                 | $1,3 \cdot 10^{-7}$   |
| $\text{Ni}(\text{OH})_2$ (свіжоодержаний)<br>$\text{Ni}(\text{OH})_2$ (після старіння)  | Нікель дигідроксид                  | $2,0 \cdot 10^{-15}$<br>$6,3 \cdot 10^{-18}$  |
| NiS $\alpha$<br>NiS $\beta$<br>NiS $\gamma$   | Нікель(II) сульфід                  | $3,2 \cdot 10^{-19}$<br>$1,0 \cdot 10^{-24}$<br>$2,0 \cdot 10^{-26}$                        |
| $\text{PbCO}_3$   | Плюмбум(II) карбонат                | $7,5 \cdot 10^{-15}$  |
| $\text{PbCl}_2$   | Плюмбум дихлорид                    | $1,6 \cdot 10^{-5}$   |
| $\text{PbCrO}_4$  | Плюмбум(II) хромат(VI)              | $1,8 \cdot 10^{-14}$  |
| $\text{PbI}_2$  | Плюмбум дийодид                     | $1,1 \cdot 10^{-9}$   |
| $\text{PbO}_2$<br>$(\text{Pb}^{4+}, 4\text{OH}^{1-})$   | Плюмбум диоксид                     | $3,0 \cdot 10^{-66}$  |
| $\text{Pb}(\text{OH})_2$<br>$(\text{Pb}^{2+}, 2\text{OH}^{1-})$ (жовтий)<br>$(\text{Pb}^{2+}, 2\text{OH}^-)$ (червоний)<br>$(\text{PbOH}^{1+}, \text{OH}^{1-})$<br>$(\text{H}^+, \text{HPbO}_2^{1-})$ | Плюмбум дигідроксид                 | $7,9 \cdot 10^{-16}$<br>$5,0 \cdot 10^{-16}$<br>$1,0 \cdot 10^{-9}$<br>$3,2 \cdot 10^{-16}$ |
| $\text{Pb}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$   | Диплюмбум дигідроксид<br>Карбонат   | $3,5 \cdot 10^{-46}$  |
| $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$  | Триплюмбум<br>дифосфат(V)           | $7,9 \cdot 10^{-43}$  |
| $\text{PbS}$  | Плюмбум(II) сульфід                 | $2,5 \cdot 10^{-27}$  |
| $\text{PbSO}_4$   | Плюмбум(II) сульфат(VI)             | $1,6 \cdot 10^{-8}$   |
| $\text{Sn}(\text{OH})_2$<br>$(\text{Sn}^{2+}, 2\text{OH}^{1-})$<br>$(\text{SnOH}^{1+}, \text{OH}^{1-})$<br>$(\text{H}^+, \text{HsnO}_2^{1-})$   | Станум дигідроксид                  | $6,3 \cdot 10^{-27}$<br>$2,5 \cdot 10^{-16}$<br>$1,3 \cdot 10^{-15}$                        |
| $\text{Sn}(\text{OH})_4$  | Станум тетрагідроксид               | $1,0 \cdot 10^{-57}$  |
| $\text{SnS}$  | Станум(II) сульфід                  | $2,5 \cdot 10^{-27}$  |
| $\text{SrCO}_3$   | Стронцій карбонат                   | $1,1 \cdot 10^{-10}$  |
| $\text{SrC}_2\text{O}_4$  | Стронцій оксалат                    | $1,6 \cdot 10^{-7}$   |
| $\text{SrCrO}_4$  | Стронцій хромат(VI)                 | $3,6 \cdot 10^{-5}$   |
| $\text{Sr}(\text{OH})_2$  | Стронцій дигідроксид                | $3,2 \cdot 10^{-4}$   |

продовження додатку 2

| 1   | 2                                    | 3  |
|---|--------------------------------------|--|
| $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$  | Тристронцій дифосфат(V)              | $1,0 \cdot 10^{-31}$                         |
| $\text{SrSO}_4$   | Стронцій сульфат(VI)                 | $3,2 \cdot 10^{-7}$                          |
| $\text{ZnCO}_3$   | Цинк карбонат                        | $1,45 \cdot 10^{-11}$                        |
| $\text{Zn}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$   | Цинк гексацианоферат(II)             | $2,1 \cdot 10^{-16}$                         |
| $\text{Zn}[\text{Hg}(\text{SCN})_4]$<br>( $\text{Zn}^{2+}$ , $[\text{Hg}(\text{SCN})_4]^{2-}$ )                   | Цинк тетраціаногото-<br>меркураг(II) | $2,2 \cdot 10^{-7}$                          |
| $\text{Zn}(\text{OH})_2$<br>( $\text{Zn}^{2+}$ , $2\text{OH}^{1-}$ )<br>( $\text{ZnOH}^{1+}$ , $\text{OH}^{1-}$ ) | Цинк дигідроксид                     | $1,4 \cdot 10^{-17}$<br>$1,4 \cdot 10^{-11}$ |
| $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$  | Трицинк дифосфат                     | $9,1 \cdot 10^{-33}$                         |
| $\text{ZnS}$ (сфалерит)   | Цинк сульфід                         | $1,6 \cdot 10^{-24}$                         |
| $\text{ZnS}$ (вюрцит)   |                                      | $2,5 \cdot 10^{-22}$                         |

Додаток 3

### Стандартні електродні потенціали деяких систем у водних розчинах

| Рівняння процесу  | $E^\circ$ , В |
|---|---------------|
| 1   | 2             |
| АРГЕНТУМ  |               |
| $\text{Ag}^{2+} + e = \text{Ag}^{1+}$   | 2,00          |
| АЛЮМІНІЙ  |               |
| $\text{Al}^{3+} + 3e = \text{Al}$   | -1,66         |
| АРСЕН   |               |
| $\text{AsO}_4^{3-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{AsO}_2^{1-} + 4\text{OH}^{1-}$            | -0,710        |
| $\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{H}^{1+} + 2e = \text{HAsO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$            | 0,560         |
| АУРУМ   |               |
| $\text{Au}^{3+} + 2e = \text{Au}^{1+}$  | 1,410         |
| $\text{Au}^{3+} + 3e = \text{Au}$   | 1,500         |
| $\text{Au}^{1+} + e = \text{Au}$  | 1,680         |
| БІСМУТ  |               |
| $\text{NaBiO}_3 + 4\text{H}^{1+} + 2e = \text{BiO}^{1+} + \text{Na}^{1+} + 2\text{H}_2\text{O}$ | 1,800         |
| БРОМ  |               |
| $2\text{BrO}^{1-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{Br}_2 + 4\text{OH}^{1-}$                   | 0,450         |
| $2\text{BrO}_3^{1-} + 6\text{H}_2\text{O} + 10e = \text{Br}_2 + 12\text{OH}^{1-}$               | 0,500         |
| $\text{CrO}_3^{1-} + 3\text{H}_2\text{O} + 6e = \text{Br}^{1-} + 6\text{OH}^{1-}$               | 0,610         |
| $\text{BrO}^{1-} + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{Br}^{1-} + 2\text{OH}^{1-}$                  | 0,760         |

| 1   | 2      |
|---|--------|
| $\text{Br}_2 + 2e = 2\text{Br}^{1-}$  | 1,087  |
| $\text{BrO}_3^{1-} + 6\text{H}^{1+} + 6e = \text{Br}^{1-} + 3\text{H}_2\text{O}$            | 1,450  |
| $2\text{BrO}_3^{1-} + 12\text{H}^{1+} + 10e = \text{Br}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$            | 1,520  |
| $2\text{HBrO} + 2\text{H}^{1+} + 2e = \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$                    | 1,600  |
| КАРБОН  |        |
| $2\text{CO}_2 + 2\text{H}^{1+} + 2e = \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$                       | -0,490 |
| $\text{CO}_2 + 2\text{H}^{1+} + 2e = \text{HCOOH}$  | -0,200 |
| $\text{CO}_2 + 2\text{H}^{1+} + 2e = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$                        | -0,120 |
| $\text{CO}_3^{2-} + 6\text{H}^{1+} + 4e = \text{C} + 3\text{H}_2\text{O}$                   | 0,475  |
| КАЛЬЦІЙ   |        |
| $\text{Ca}^{2+} + 2e = \text{Ca}$   | -2,866 |
| КАДМІЙ  |        |
| $\text{Cd}^{2+} + 2e = \text{Cd}$   | -0,403 |
| КОБАЛЬТ   |        |
| $\text{Co}^{3+} + 3e = \text{Co}$   | 0,460  |
| $\text{Co}^{3+} + e = \text{Co}^{2+}$   | 1,950  |
| ХЛОР  |        |
| $2\text{ClO}^{1-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{Cl}_2 + 4\text{OH}^{1-}$               | 0,400  |
| $\text{ClO}_3^{1-} + 3\text{H}_2\text{O} + 6e = \text{Cl}^{1-} + 6\text{OH}^{1-}$           | 0,630  |
| $\text{ClO}^{1-} + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{Cl}^{1-} + 2\text{OH}^{1-}$              | 0,880  |
| $\text{ClO}_4^{1-} + 2\text{H}^{1+} + 2e = \text{ClO}_3^{1-} + \text{H}_2\text{O}$          | 1,190  |
| $\text{Cl}_2 + 2e = 2\text{Cl}^{1-}$  | 1,359  |
| $\text{ClO}_4^{1-} + 8\text{H}^{1+} + 8e = \text{Cl}^{1-} + 4\text{H}_2\text{O}$            | 1,380  |
| $\text{ClO}_3^{1-} + 6\text{H}^{1+} + 6e = \text{Cl}^{1-} + 3\text{H}_2\text{O}$            | 1,450  |
| ХРОМ  |        |
| $\text{Cr}^{3+} + 3e = \text{Cr}$   | -0,740 |
| $\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3e = \text{Cr}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^{1-}$   | -0,130 |
| $\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}^{1+} + 3e = \text{CrO}_2^{1-} + 2\text{H}_2\text{O}$         | 0,945  |
| $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^{1+} + 6e = 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ | 1,333  |
| $\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}^{1+} + 3e = \text{Cr}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$            | 1,477  |
| КУПРУМ  |        |
| $\text{Cu}^{2+} + e = \text{Cu}^{1+}$   | 0,159  |
| $\text{Cu}^{2+} + 2e = \text{Cu}$   | 0,640  |
| $\text{Cu}^{2+} + \Gamma + e = \text{CuI}$  | 0,860  |
| ФЛУОР   |        |
| $\text{F}_2 + 2e = 2\text{F}^{1-}$  | 2,870  |
| ФЕРУМ   |        |
| $\text{Fe}^{2+} + 2e = \text{Fe}$   | -0,473 |
| $\text{Fe}^{3+} + 3e = \text{Fe}$   | -0,058 |
| $\text{Fe}^{3+} + e = \text{Fe}^{2+}$   | 0,771  |

продовження додатку 3

| 1   | 2      |
|---|--------|
| ГІДРОГЕН  |        |
| $H_2 + 2e = 2H^{1-}$                                  | -2,250 |
| $2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^{1-}$                         | -0,828 |
| $2H^{1+} (10^{-7} M) + 2e = H_2$                      | -0,414 |
| $2H^{1+} + 2e = H_2$                                  | 0,000  |
| $H_2O_2 + 2H^{1+} + 2e = 2H_2O$                       | 1,770  |
| МЕРКУРІЙ  |        |
| $Hg_2^{2+} + 2e = 2Hg$                                | 0,792  |
| $Hg^{2+} + 2e = Hg$                                   | 0,850  |
| $2Hg^{2+} + 2e = Hg_2^{2+}$                           | 0,907  |
| ІОД   |        |
| $I_2 + 2e = 2I^{1-}$                                  | 0,536  |
| $I_3^{1-} + 2e = 3I^{1-}$                             | 0,545  |
| $IO_3^{1-} + 6H^{1+} + 6e = I^{1-} + 3H_2O$           | 1,080  |
| $2IO_3^{1-} + 12H^{1+} + 10e = I_2 + 6H_2O$           | 1,190  |
| $2IO_3^{1-} + 6H_2O + 10e = I_2 + 12OH^{1-}$          | 0,210  |
| $IO_3^{1-} + 3H_2O + 6e = I^{1-} + 6OH^{1-}$          | 0,260  |
| МАГНІЙ  |        |
| $Mg^{2+} + 2e = Mg$                                   | -2,370 |
| МАНГАН  |        |
| $Mn(OH)_2 + 2e = Mn + 2OH^{1-}$                       | -1,550 |
| $Mn^{2+} + 2e = Mn$                                   | -1,170 |
| $MnO_4^{1-} + e = MnO_4^{2-}$                         | 0,558  |
| $MnO_4^{1-} + 2H_2O + 3e = MnO_2 + 4OH^{1-}$          | 0,600  |
| $MnO_2 + 4H^{1+} + 2e = Mn^{2+} + 2H_2O$              | 1,230  |
| $MnO_4^{1-} + 8H^{1+} + 5e = Mn^{2+} + 4H_2O$         | 1,510  |
| $Mn^{3+} + e = Mn^{2+}$                               | 1,510  |
| $MnO_4^{1-} + 4H^{1+} + 3e = MnO_2 + 2H_2O$           | 1,690  |
| $MnO_4^{2-} + 4H^{1+} + 2e = MnO_2 + 2H_2O$           | 2,257  |
| НІТРОГЕН  |        |
| $NO_2^{1-} + H_2O + e = NO + 2OH^{1-}$                | -0,460 |
| $NO_3^{1-} + 2H_2O + 3e = NO + 4OH^{1-}$              | -0,140 |
| $NO_3^{1-} + 7H_2O + 8e = NH_3 \cdot H_2O + 9OH^{1-}$ | -0,120 |
| $NO_3^{1-} + H_2O + 2e = NO_2^{1-} + 2OH^{1-}$        | 0,010  |
| $2NO_3^{1-} + 4H_2O + 6e = N_2 + 8OH^{1-}$            | 0,410  |
| $NO_3^{1-} + 2H^{1+} + e = NO_2 + H_2O$               | 0,800  |
| $NO_3^{1-} + 10H^{1+} + 8e = NH_4^{1+} + 3H_2O$       | 0,870  |
| $NO_3^{1-} + 4H^{1+} + 3e = NO + 2H_2O$               | 0,960  |
| $HNO_2 + H^{1+} + e = NO + H_2O$                      | 0,980  |
| $2HNO_2 + 4H^{1+} + 4e = N_2O + 3H_2O$                | 1,290  |
| $2HNO_2 + 6H^{1+} + 6e = N_2 + 4H_2O$                 | 1,440  |
| $2NO + 4H^{1+} + 4e = N_2 + 2H_2O$                    | 1,680  |
| $N_2O + 2H^{1+} + 2e = N_2 + H_2O$                    | 1,770  |
| НІКЕЛЬ  |        |
| $Ni^{2+} + 2e = Ni$                                   | -0,228 |



| 1  | 2      |
|--|--------|
| <b>ОКСИГЕН</b>                                       |        |
| $O_3 + H_2O + 2e = O_2 + 2OH^{1-}$                   | 0,020  |
| $O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^{1-}$                        | 0,401  |
| $O_2 + 2H^{1+} + 2e = H_2O_2$                        | 0,682  |
| $O_2 + 4H^{1+} + 4e = 2H_2O$                         | 1,229  |
| $H_2O_2 + 2H^{1+} + 2e = 2H_2O$                      | 1,770  |
| $O_3 + 2H^{1+} + 2e = O_2 + H_2O$                    | 2,070  |
| <b>ПЛЮМБУМ</b>                                       |        |
| $Pb^{2+} + 2e = Pb$                                  | -0,126 |
| $PbO_2 + H_2O + 2e = PbO + 2OH^{1-}$                 | 0,280  |
| $Pb^{4+} + 4e = Pb$                                  | 0,770  |
| $PbO_2 + 4H^{1+} + 2e = Pb^{2+} + 2H_2O$             | 1,455  |
| $PbO_2 + SO_4^{2-} + 4H^{1+} + 2e = PbSO_4 + 2H_2O$  | 1,690  |
| $Pb^{4+} + 2e = Pb^{2+}$                             | 1,694  |
| <b>СУЛЬФУР</b>                                       |        |
| $SO_4^{2-} + H_2O + 2e = SO_3^{2-} + 2OH^{1-}$       | -0,930 |
| $2SO_4^{2-} + 5H_2O + 8e = S_2O_3^{2-} + 10OH^{1-}$  | -0,760 |
| $SO_3^{2-} + 3H_2O + 4e = S + 6OH^{1-}$              | -0,660 |
| $2SO_3^{2-} + 3H_2O + 4e = S_2O_3^{2-} + 6OH^{1-}$   | -0,580 |
| $S + 2e = S^{2-}$                                    | -0,480 |
| $S_4O_6^{2-} + 2e = 2S_2O_3^{2-}$                    | 0,090  |
| $S + 2H^{1+} + 2e = H_2S$                            | 0,171  |
| $SO_4^{2-} + 10H^{1+} + 8e = H_2S + 4H_2O$           | 0,310  |
| $SO_4^{2-} + 8H^{1+} + 6e = S + 4H_2O$               | 0,360  |
| $H_2SO_3 + 4H^{1+} + 4e = S + 3H_2O$                 | 0,450  |
| $S_2O_3^{2-} + 6H^{1+} + 4e = 2S + 3H_2O$            | 0,500  |
| $S_2O_8^{2-} + 2e = 2SO_4^{2-}$                      | 2,010  |
| <b>СТИБІЙ</b>  |        |
| $Sb + 3H^{1+} + 3e = SbH_3$                          | -0,510 |
| $SbO_3^{1-} + H_2O + 2e = SbO_2^{1-} + 2OH^{1-}$     | -0,430 |
| $Sb^{3+} + 3e = Sb$                                  | 0,200  |
| $SbO_2^{1-} + 4H^{1+} + 3e = Sb + 2H_2O$             | 0,446  |
| <b>СТАНУМ</b>  |        |
| $Sn(OH)_6^{2-} + 2e = HSnO_2^{1-} + 3OH^{1-} + H_2O$ | -0,930 |
| $SnCl_4^{2-} + 2e = Sn + 4Cl^{1-}$                   | -0,190 |
| $Sn^{2+} + 2e = Sn$                                  | -0,140 |
| $SnO_2 + 4H^{1+} + 4e = Sn + 2H_2O$                  | -0,106 |
| $Sn^{4+} + 4e = Sn$                                  | 0,010  |
| $Sn^{4+} + 2e = Sn^{2+}$                             | 0,150  |
| <b>ЦИНК</b>  |        |
| $Zn^{2+} + 2e = Zn$                                  | -0,764 |

**Значення загальних констант нестійкості комплексних йонів  
(20–25 °С)**

| Комплексо-<br>утворювачі             | Йонізація комплексів  | Константа<br>нестійкості, $K_H$ |
|--------------------------------------|---|---------------------------------|
| Ag <sup>1+</sup>                     | $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^{1+} \rightleftharpoons \text{Ag}^{1+} + 2\text{NH}_3$                        | $5,75 \cdot 10^{-8}$            |
|                                      | $[\text{AgCl}_2]^{1-} \rightleftharpoons \text{Ag}^{1+} + 2\text{Cl}^{1-}$                                | $9,12 \cdot 10^{-6}$            |
|                                      | $[\text{AgI}_2]^{1-} \rightleftharpoons \text{Ag}^{1+} + 2\text{I}^{1-}$                                  | $5,50 \cdot 10^{-12}$           |
|                                      | $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{1-} \rightleftharpoons \text{Ag}^{1+} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ | $3,47 \cdot 10^{-14}$           |
|                                      | $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)]^{1-} \rightleftharpoons \text{Ag}^{1+} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$    | $1,00 \cdot 10^{-13}$           |
|                                      | $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^{1-} \rightleftharpoons \text{Ag}^{1+} + 2\text{CN}^{1-}$                       | $1,41 \cdot 10^{-20}$           |
|                                      | $[\text{Ag}(\text{SCN})_2]^{1-} \rightleftharpoons \text{Ag}^{1+} + 2\text{SCN}^{1-}$                     | $5,88 \cdot 10^{-9}$            |
|                                      | $[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]^{1-} \rightleftharpoons \text{Ag}^{1+} + 2\text{NO}_2^{1-}$                   | $1,8 \cdot 10^{-3}$             |
| Al <sup>3+</sup>                     | $[\text{Al}(\text{OH})_4]^{1-} \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^{1-}$                       | $1,0 \cdot 10^{-33}$            |
|                                      | $[\text{Al}(\text{F}_6)]^{3-} \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 6\text{F}^{1-}$                         | $2,14 \cdot 10^{-21}$           |
|                                      | $[\text{Al}(\text{SO}_4)_2]^{1-} \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-}$                   | $1,26 \cdot 10^{-6}$            |
|                                      | $[\text{Al}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-} \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ | $5,00 \cdot 10^{-17}$           |
|                                      | $[\text{AlEДТА}]^{1-} \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + \text{EДТА}^{4-}$                               | $7,41 \cdot 10^{-1}$            |
| Cd <sup>2+</sup>                     | $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+} + 4\text{NH}_3$                        | $2,75 \cdot 10^{-7}$            |
|                                      | $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+} + 4\text{CN}^{1-}$                       | $1,76 \cdot 10^{-18}$           |
|                                      | $[\text{CdI}_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+} + 4\text{I}^{1-}$                                  | $7,94 \cdot 10^{-7}$            |
|                                      | $[\text{Cd}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{2-} \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ | $3,31 \cdot 10^{-7}$            |
| Co <sup>2+</sup><br>Co <sup>3+</sup> | $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+} + 6\text{NH}_3$                        | $7,80 \cdot 10^{-6}$            |
|                                      | $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} \rightleftharpoons \text{Co}^{3+} + 6\text{NH}_3$                        | $6,16 \cdot 10^{-36}$           |
|                                      | $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{4-} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+} + 6\text{CN}^{1-}$                       | $8,13 \cdot 10^{-20}$           |
|                                      | $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-} \rightleftharpoons \text{Co}^{3+} + 6\text{CN}^{1-}$                       | $1,00 \cdot 10^{-64}$           |
|                                      | $[\text{CoEДТА}]^{2-} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+} + \text{EДТА}^{4-}$                               | $1,00 \cdot 10^{-17}$           |
|                                      | $[\text{CoEДТА}]^{1-} \rightleftharpoons \text{Co}^{3+} + \text{EДТА}^{4-}$                               | $1,00 \cdot 10^{-36}$           |
| Cu <sup>1+</sup>                     | $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{1+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{1+} + 2\text{NH}_3$                        | $1,36 \cdot 10^{-11}$           |
|                                      | $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-} \rightleftharpoons \text{Cu}^{1+} + 4\text{CN}^{1-}$                       | $5,00 \cdot 10^{-31}$           |
| Cu <sup>2+</sup>                     | $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3$                        | $9,33 \cdot 10^{-13}$           |
|                                      | $[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ | $5,00 \cdot 10^{-11}$           |
|                                      | $[\text{CuCl}_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 4\text{Cl}^{1-}$                                | $2,40 \cdot 10^{-6}$            |
|                                      | $[\text{CuEДТА}]^{2-} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{EДТА}^{4-}$                               | $1,58 \cdot 10^{-19}$           |

продовження додатку 4

|                  |  |                        |
|------------------|--|------------------------|
| Fe <sup>2+</sup> | [Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>4-</sup> ⇌ Fe <sup>2+</sup> + 6CN <sup>1-</sup>  | 1,00·10 <sup>-24</sup> |
| Fe <sup>3+</sup> | [Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup> ⇌ Fe <sup>3+</sup> + 6CN <sup>1-</sup>  | 1,00·10 <sup>-31</sup> |
|                  | [FeF <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup> ⇌ Fe <sup>3+</sup> + 6F <sup>1-</sup>  | 7,94·10 <sup>-17</sup> |
|                  | [FeEDTA] <sup>1-</sup> ⇌ Fe <sup>3+</sup> + EDTA <sup>4-</sup>   | 7,94·10 <sup>-26</sup> |
|                  | [Fe(C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ] <sup>3-</sup> ⇌ Fe <sup>3+</sup> + 3C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 6,31·10 <sup>-21</sup> |
| Hg <sup>2+</sup> | [Hg(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+</sup> ⇌ Hg <sup>2+</sup> + 4NH <sub>3</sub>   | 5,20·10 <sup>-20</sup> |
|                  | [HgCl <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup> ⇌ Hg <sup>2+</sup> + 4Cl <sup>1-</sup>  | 8,50·10 <sup>-16</sup> |
|                  | [HgBr <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup> ⇌ Hg <sup>2+</sup> + 4Br <sup>1-</sup>  | 1,00·10 <sup>-21</sup> |
|                  | [HgI <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup> ⇌ Hg <sup>2+</sup> + 4I <sup>1-</sup>  | 1,48·10 <sup>-30</sup> |
|                  | [Hg(CN) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup> ⇌ Hg <sup>2+</sup> + 4CN <sup>1-</sup>  | 3,09·10 <sup>-42</sup> |
|                  | [Hg(SCN) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup> ⇌ Hg <sup>2+</sup> + 4SCN <sup>1-</sup>  | 1,70·10 <sup>-20</sup> |
| Ni <sup>2+</sup> | [Ni(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ] <sup>2+</sup> ⇌ Ni <sup>2+</sup> + 6NH <sub>3</sub>   | 1,23·10 <sup>-8</sup>  |
|                  | [Ni(CN) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup> ⇌ Ni <sup>2+</sup> + 4CN <sup>1-</sup>  | 1,00·10 <sup>-31</sup> |
|                  | [NiEDTA] <sup>2+</sup> ⇌ Ni <sup>2+</sup> + EDTA <sup>4-</sup>   | 2,40·10 <sup>-19</sup> |
| Pb <sup>2+</sup> | [Pb(S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ] <sup>2-</sup> ⇌ Pb <sup>2+</sup> + 2S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | 6,31·10 <sup>-8</sup>  |
|                  | [PbEDTA] <sup>2-</sup> ⇌ Pb <sup>2+</sup> + EDTA <sup>4-</sup>   | 9,12·10 <sup>-19</sup> |
| Zn <sup>2+</sup> | [Zn(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+</sup> ⇌ Zn <sup>2+</sup> + 4NH <sub>3</sub>   | 2,00·10 <sup>-9</sup>  |
|                  | [Zn(OH) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup> ⇌ Zn <sup>2+</sup> + 4OH <sup>1-</sup>  | 2,19·10 <sup>-15</sup> |
|                  | [Zn(C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ] <sup>4-</sup> ⇌ Zn <sup>2+</sup> + 3C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 7,08·10 <sup>-9</sup>  |
|                  | [Zn(CN) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup> ⇌ Zn <sup>2+</sup> + 4CN <sup>1-</sup>  | 1,00·10 <sup>-10</sup> |
|                  | [ZnEDTA] <sup>2-</sup> ⇌ Zn <sup>2+</sup> + EDTA <sup>4-</sup>   | 3,16·10 <sup>-17</sup> |

**Валентина Олександрівна Мінаєва**

**ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ  
З АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ  
(ЧАСТИНА 1)**

*Навчально-методичний посібник для студентів  
вищих навчальних закладів*

Підписано до друку 25.04.2016. Формат 60×84/16.  
Ум. друк. арк. 4,2. Тираж 300 пр.

Видавець Черкаський національний університет  
імені Богдана Хмельницького

Адреса: 18000, м. Черкаси, бул. Шевченка, 81,  
кімн. 117.

Тел. (0472) 37-13-16, факс (0472) 37-22-33,  
e-mail: vydav@cdu.edu.ua, <http://www.cdu.edu.ua>

Свідоцтво про внесення до державного реєстру  
суб'єктів видавничої справи ДК №3427 від 17.03.2009 р.

Друк: ФОП Белінська О. Б.

Україна, м. Черкаси, вул. Університетська, 33, оф. 6.

Тел/факс: (0472) 33-03-46.