

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

**В. О. Мінаєва, Ю. А. Шафорост**

# **АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ**

*Тестові завдання*

Черкаси – 2025

УДК 543 (073)

**Рецензенти:**

Кандидат хімічних наук, завідувач кафедри екології Черкаського державного технологічного університету, доцент *О. М. Хоменко*;

кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії та наноматеріалознавства Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького *О. А. Жабковська*.

Аналітична хімія : тестові завдання [Електронний ресурс] / укладачі : В. О. Мінаєва, Ю. А. Шафорост. – Черкаси, 2025. – 223 с.

Посібник включає програму змістових модулів та тестові завдання з загальних теоретичних основ аналітичної хімії та хімічних методів якісного і кількісного аналізу. Навчально-методичний посібник пропонується 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)

*Рекомендовано до друку Вченою радою Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького (протокол № 4 від 23.10.2025 р.)*

© ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2025

© В.О. Мінаєва

© Ю.А. Шафорост

## ЗМІСТ

Передмова .....	5
1. ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ. I–III АНАЛІТИЧНІ ГРУПИ КАТІОНІВ .....	7
ТЕМА 1.1. Вступ. Основні принципи якісного аналізу. I аналітична група катіонів .....	7
ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ .....	9
ТЕМА 1.2. Стан сильних і слабких електролітів у розчинах. II аналітична група катіонів.....	13
ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ .....	14
ТЕМА 1.3. Рівновага в гетерогенній системі осад – насичений розчин. III аналітична група катіонів .....	28
ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ .....	28
ТЕМА 1.4. Аналіз суміші катіонів I–III аналітичних груп.....	34
ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ .....	34
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 аналітичних груп.....	69
ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ .....	69
ТЕМА 2.5. Якісний аналіз аніонів .....	77
ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ .....	77

3. ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТІВ .....	95
ТЕМА 3.1. Якісний аналіз суміші солей.....	95
ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ .....	95
ТЕМА 3.2. Якісний аналіз мінеральних добрив.....	108
ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ .....	109
ТЕМА 3.3. Якісний аналіз металів та сплавів .....	110
ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ .....	110
4. КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ .....	113
ТЕМА 4.1. Статистична обробка результатів хімічного аналізу .....	113
ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ .....	113
ТЕМА 4.2. Гравіметричний аналіз .....	115
ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ .....	116
5. ТИТРИМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ.....	128
ТЕМА 5.1. Загальна характеристика титриметричного аналізу .....	128
ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ .....	129
ТЕМА 5.2. Методи кислотно-основного титрування ...	140
ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ .....	141
ТЕМА 5.3. Методи окисно-відновного титрування.....	174
ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ .....	175
ТЕМА 5.4. Методи осаджувального титрування .....	191
ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ .....	191
ТЕМА 5.5. Методи комплексометричного титрування	199
ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ .....	199
НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА .....	209
Додаток 1. Константи йонізації найважливіших кислот і основ .....	212
Додаток 2. Добутки розчинності (ДР) деяких малорозчинних у воді сполук (за температури 25 °С) .....	213
Додаток 3. Стандартні електродні потенціали деяких систем у водних розчинах .....	217
Додаток 4. Значення загальних констант нестійкості комплексних йонів (20–25 °С).....	221

## 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.<sup>1</sup>

У даному посібнику наведені типові тестові завдання, які пропонуються студентам хімічних спеціальностей ВНЗ

---

<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. Черкаси : Вид. від. ЧНУ ім. Богдана Хмельницького, 2010. 148 с.

для перевірки засвоєння знань при вивченні курсу «Аналітична хімія».

При написанні посібника автори дотримувалися правил сучасної хімічної номенклатури та термінології у відповідності з Державним стандартом України (ДСТУ 2439:2018).

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.

Автори вважають, 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 співробітнику кафедри хімії та наноматеріалознавства Р. Л. Галагану, який прочитав весь рукопис і висловив критичні зауваження.

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

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

## ТЕМА 1.1. 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'я 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 реагенту;  
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 ураніацетатом;
  - 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 триураніацетатом?
- 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  $\text{NH}_4^{1+}$ -катион?
- 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 катионів?
- а) 2 M NaOH;                                  б) 2 M HCl;  
 в) 2 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;                              г) 2 M  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .
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)  $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]\downarrow$ ;  
 в)  $\text{KNa}_2[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]\downarrow$ ;  
 б)  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]\downarrow$ ;  
 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 1.2. Стан сильних і слабких електролітів у розчинах. II аналітична група катіонів**

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

#### **1.2.2. 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.

#### **1.2.3. 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.



- 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, Дебайєм;
- б) Оствальдом, Хюккелем;
- в) Дебайєм, 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)  $\alpha_{\text{іст.}} \approx 1$ ;                    б)  $\alpha_{\text{іст.}} > 1$   
 в)  $\alpha_{\text{іст.}} = 1$ ;                        г)  $\alpha_{\text{іст.}} < 1$ .
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 реакцій;

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

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

б)  $K_w = -\lg[\text{H}^+]$ ;

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

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

б)  $\text{pH} = 14 - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{осн.}} + \frac{1}{2} \lg c_{\text{осн.}}$ ;

в)  $\text{pH} = 14 + \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{осн.}} - \frac{1}{2} \lg c_{\text{осн.}}$ ;

$$\text{г) } \text{pH} = 14 - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{осн.}} - \frac{1}{2} \lg c_{\text{осн.}}$$

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?

$$\text{а) } \text{pH} = \text{p}K_{\text{осн.}} + \lg \frac{c_{\text{осн.}}}{c_{\text{солі}}};$$

$$\text{б) } \text{pH} = 14 - \text{p}K_{\text{осн.}} - \lg \frac{c_{\text{осн.}}}{c_{\text{солі}}};$$

$$\text{в) } \text{pH} = 14 - \text{p}K_{\text{осн.}} + \lg \frac{c_{\text{солі.}}}{c_{\text{осн.}}};$$

$$\text{г) } \text{pH} = 14 - \text{p}K_{\text{осн.}} + \lg \frac{c_{\text{осн.}}}{c_{\text{солі}}}.$$

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

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

$$\text{б) } \text{pH} = 14 - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{кисл.}} + \lg \frac{c_{\text{кисл.}}}{c_{\text{солі}}};$$

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

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



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 Чугаєва; 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 *M* розчину HCl на  $Pb^{2+}$ -катіон?

- а) білий аморфний осад;
- б) білий кристалічний осад;
- в) чорний осад;
- г) біла каламуть.

79. Вкажіть аналітичний ефект в результаті дії формальдегіду на  $Ag^{1+}$ -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  $Ag^{1+}$ -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)  $AgCl\downarrow$ ;
- б)  $Hg_2Cl_2\downarrow$ ;
- в)  $HgSO_4\downarrow$ ;
- г)  $PbCl_2\downarrow$ .

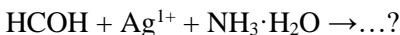
82. За допомогою якого реагенту можна розчинити осад  $AgCl$ ?

- а) дією кислот;
- б) дією гарячої води;
- в) дією сильних основ;
- г) дією амоніаку.

83. Яка з перелічених хімічних сполук розчинна в надлишку  $NH_4OH$ ?

- а)  $[Hg_2ONH_2]NO_3\downarrow$ ;
- б)  $Pb(OH)_2\downarrow$ ;
- в)  $Ag_2O\downarrow$ ;
- г)  $Hg_2O$ .

84. Що утвориться в результаті реакції:



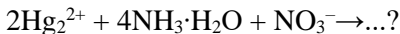
- а)  $\text{Ag}\downarrow + \text{НСООН} + \text{NH}_4^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ ;
- б)  $\text{Ag}_2\text{O} + \text{НСООН} + \text{NH}_4^{1+}$ ;
- в)  $\text{Ag}\downarrow + \text{НСООН} + \text{NH}_4^{1+}$ ;
- г)  $\text{НСООН} + \text{NH}_4^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ .

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 утворюються 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 1.3. Рівновага в гетерогенній системі  
осад – насичений розчин.  
III аналітична група катіонів**

**1.3.1. 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.

**1.3.2. 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 у ступінь, рівний стехіометричному коефіцієнту при даному йону;

б) у виразі добутку розчинності концентрація йонів множитья 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 кристалом, які утворюються при додаванні до нього сульфатної кислоти і спостереження кристалів під мікроскопом?
- а)  $Ba^{2+}$ ;                            б)  $Sr^{2+}$ ;  
в)  $Ca^{2+}$ ;                            г)  $Na^{1+}$ .

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  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ;  
в) охолодження, відсутність  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ;  
г) у присутності гарячої  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
112. В яких умовах проходить відкриття катіону  $\text{Ca}^{2+}$  дією диамоній оксалату при систематичному аналізі?  
а) відсутність йону  $\text{Ba}^{2+}$ ;  
б) відсутність йону  $\text{Sr}^{2+}$ ;  
в) відсутність всіх окисників;

- г) у присутності гарячої  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
113. В яких умовах проходить мікрокристалоскопічна реакція відкриття катіону  $\text{Ca}^{2+}$  дією сульфатної кислоти?
- а) достатня концентрація йону  $\text{Ca}^{2+}$ , при нагріванні;
  - б) достатня концентрація йону  $\text{Ca}^{2+}$ , при охолодженні;
  - в) концентрована кислота, при охолодженні;
  - г) розведена кислота, при охолодженні.
114. Вкажіть аналітичний ефект при проведенні мікрокристалоскопічної реакції на  $\text{Ca}^{2+}$ -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  $\text{Ca}^{2+}$ - 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  $\text{Sr}^{2+}$  - 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 °С 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 1.4. 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)  $\text{K}^{1+}$ -іон;                      б)  $\text{NH}_4^{1+}$ -іон;  
в)  $\text{Ba}^{2+}$ -іон;                      г)  $\text{Ag}^{1+}$ -іон.

122. За допомогою якого реактиву виявляють  $\text{NH}_4^{1+}$ -іон при аналізі суміші катіонів?
- а) 2 М NaOH, нагрівання;
  - б) 2 М HCl;
  - в) 2 М  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;
  - г) 2 М  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .
123. Вкажіть аналітичний ефект в результаті виявлення  $\text{NH}_4^+$ -іону 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  $K_2Cr_2O_7$  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?
- а) промиванням гарячою водою;  
б) дією  $2 M H_2SO_4$ ;  
в) дією  $CH_3COOH$ ;  
г) дією  $2 M NH_3 \cdot H_2O$ .
132. Вкажіть аналітичний ефект при дії  $2 M$  розчину  $HCl$  на  $Pb^{2+}$ -іон?
- а) білий аморфний осад;

- б) білий кристалічний осад;  
 в) білий порошкоподібний осад;  
 г) білий сирнистий осад.
133. Дією якого реагенту відокремлюють катіони II аналітичної групи при систематичному аналізі?  
 а) 2 М НСІ; б) 2 М NaOH;  
 в) 2 М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; г) 2 М NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O.
134. За допомогою якого реактиву можна перевести в розчин осад PbCl<sub>2</sub>?  
 а) 2 М NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O; б) 2 М NaOH;  
 в) промити гарячою водою; г) 2 М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
135. Яким реактивом виявляють Pb<sup>2+</sup>-іон і який аналітичний ефект спостерігається?  
 а) 2 М HNO<sub>3</sub>, білий осад;  
 б) 2 М NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O, жовтий розчин;  
 в) KI, жовтий кристалічний осад;  
 г) 2 М NaOH, жовтий аморфний осад.
136. За допомогою якого реактиву можна перевести осад AgCl в розчин?  
 а) 2 М NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O; б) 2 М NaOH;  
 в) промити гарячою водою; г) 2 М 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) [AgNH<sub>3</sub>Cl] + H<sub>2</sub>O; б) реакція не відбувається;  
 в) [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>Cl] + 3H<sub>2</sub>O; г) [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Cl] + 2H<sub>2</sub>O.
138. За допомогою якого реактиву виявляємо Ag<sup>1+</sup>-іон, коли він знаходиться в комплексі [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sup>1+</sup>?  
 а) KCl; б) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;  
 в) K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>; г) 2М HNO<sub>3</sub>.
139. Дією якого реагенту відокремлюють катіони III аналітичної групи при систематичному аналізі суміші катіонів?

- а) 2 М NaOH;                      б) 2 М HCl;  
в) 2 М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;                      г) 2 М NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O.
140. Вкажіть аналітичний ефект в результаті дії 2 М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 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 Ва<sup>2+</sup>-іони при аналізі суміші катіонів III групи?
- а) K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> або K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>;        б) CH<sub>3</sub>COOH;  
в) 1 М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;                      г) (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.
143. Вкажіть аналітичний ефект при дії K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> на Ва<sup>2+</sup>-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) Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup>-катіон;                      б) Ag<sup>1+</sup>-катіон;  
в) Pb<sup>2+</sup>-катіон;                      г) NH<sub>4</sub><sup>1+</sup>-катіон.
145. Вкажіть аналітичний ефект в результаті дії гіпсової води на Sr<sup>2+</sup>-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  $Pb^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ;
  - в) при охолодженні;
  - г) при нагріванні, відсутності  $Pb^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ .
147. За допомогою якого реагенту можна відділити  $Ca^{2+}$ -катіон від  $Sr^{2+}$ -катіону при систематичному аналізі III аналітичної групи катіонів?
- а)  $NH_3 \cdot H_2O_{\text{конц.}}$ ;
  - б)  $(NH_4)_2[Ca(SO_4)_2]$ ;
  - в)  $(NH_4)_2SO_4$ ;
  - г)  $CH_3COOH$ .
148. За допомогою якого реактиву виявляємо  $Ca^{2+}$ -іон при систематичному аналізі катіонів III аналітичної групи?
- а)  $(NH_4)_2C_2O_4$ ;
  - б) 2 M  $(NH_4)_2SO_4$ ;
  - в) 2 M HCl;
  - г) 2 M NaOH.
149. Вкажіть аналітичний ефект при проведенні мікрокристалоскопічної реакції на  $Ca^{2+}$ -катіон?
- а) жовті октаедри;
  - б) жовті голчасті кристали;
  - в) білі голчасті кристали;
  - г) білі зірочки.
150. Вкажіть аналітичний ефект при дії  $(NH_4)_2C_2O_4$  на  $Ca^{2+}$ -катіон?
- а) білий аморфний осад;
  - б) білий дрібнокристалічний осад;
  - в) жовтий аморфний осад;
  - г) жовтий кристалічний осад.
151. В яких умовах проходить відкриття катіона  $Ca^{2+}$  дією діамоній оксалату при систематичному аналізі?
- а) відсутність йону  $Ba^{2+}$ ;
  - б) відсутність йону  $Sr^{2+}$ ;

- в) відсутність всіх окисників;  
 г) відсутність йонів  $Ba^{2+}$  і  $Sr^{2+}$ .
152. Який з перелічених йонів видаляємо першим при виявленні катіонів I аналітичної групи?
- а)  $K^{1+}$ -іон;                      б)  $NH_4^{1+}$ -іон;  
 в)  $Na^{1+}$ -іон;                      г)  $K^{1+}$  та  $Na^{1+}$ -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  $NH_4^{1+}$ -іонів з розчину при систематичному ході аналізу катіонів I–III аналітичних груп?
- а) дією HCl;  
 б) дією NaOH;  
 в) дією реактиву Неслера;  
 г) дією гарячої води.
155. Що утвориться в результаті реакції:  
 $NH_4^{1+} + [HgI_4]^{2-} + OH^{1-} \rightarrow \dots?$
- а)  $I_2 + [HgONH]\downarrow + H_2O$ ;  
 б)  $I^{1-} + [HgON]\downarrow + H_2O$ ;  
 в)  $I^{1-} + [Hg_2ONH_2]I\downarrow + H_2O$ ;  
 г)  $I^{1-} + [HgONH]I\downarrow + H_2O$ .
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)  $(NH_4)_2Na_2[Co(NO_2)_6]\downarrow$ ;  
 г)  $(NH_4)_2Na[Co(NO_2)_6]\downarrow$ .

157. За допомогою якого реактиву визначаємо йони  $\text{Na}^{1+}$  при систематичному аналізі катіонів I аналітичної групи?
- а)  $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ ;                      б)  $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ;  
в)  $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ ;                          г)  $\text{KI}$ .
158. Вкажіть аналітичний ефект при дії аналітичного реагенту  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  на  $\text{K}^{1+}$ -іон.
- а) білий кристалічний осад;  
б) жовтий кристалічний осад;  
в) жовтий аморфний осад;  
г) білий аморфний осад.
159. Які продукти утворюються в результаті реакції:
- $$\text{K}^{1+} + \text{Na}^{1+} + [\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-} \rightarrow \dots?$$
- а)  $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ ;                      б)  $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NH}_2)_6]$ ;  
в)  $\text{KNa}_2[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ ;                      г)  $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ .
160. Вкажіть аналітичний ефект при дії  $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  на  $\text{K}^{1+}$ -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)  $\text{pH} = 7 - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{осн.}} - \frac{1}{2} \lg c_{\text{солі.}}$ ;

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  $K_{\text{гидр.}} = \frac{K_w}{K_{\text{осн.}}}$  ?

- 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 луку;

б) утворенням гідроксидів, нерозчинних в надлишку луку;

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)  $\text{Sn}^{2+}$ .

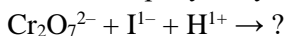
186. Який з перелічених катіонів IV аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією можна відкрити крапельним методом з 8-оксихіноліном при  $\text{pH} \approx 5$  з використанням аналітичного маскування?

- 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)  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ .
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?

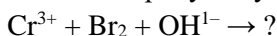
- а) з алізарином;
- б) з солями бісмуту(III);
- в) з розчином амоніаку;
- г) з дитизином.

195. Які продукти утворюються в результаті реакції



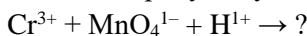
- а)  $\text{CrO}_4^{2-} + \text{I}_2 + \text{OH}^{-}$ ;
- б)  $\text{Cr}^{3+} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;
- в)  $\text{Cr}^{3+} + \text{I}_2 + \text{OH}^{-}$ ;
- г)  $\text{CrO}_4^{2-} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

196. Які продукти утворюються в результаті реакції



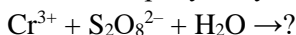
- а)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{Br}^{1-} + \text{H}_2\text{O}$ ;
- б)  $\text{CrO}_4^{2-} + \text{Br}^{1-} + \text{H}^{1+}$ ;
- в)  $\text{CrO}_4^{2-} + \text{Br}^{1-} + \text{H}_2\text{O}$ ;
- г)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{Br}^{1-} + \text{H}^{1+}$ .

197. Які продукти утворюються в результаті реакції



- 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



- 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  $\text{NaOH}$  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 різниці стандартних окисно-відновних потенціалів окисно-відновних пар ( $\Delta E^0$ ) 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?

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

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

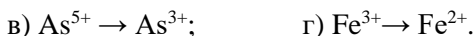
$$\text{в) } E_{\text{ок./відн.}} = E_{\text{ок./відн.}}^0 + \frac{0.059}{n} \lg \frac{C_{\text{ок.}}}{C_{\text{відн.}}};$$

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

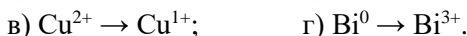
210. Який з перелічених процесів є відновленням?



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?



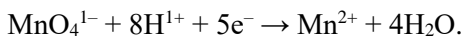
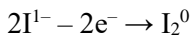
216. Яка з перелічених речовин в ОВР може виконувати функцію окисника і відновника?



а) 26; б) 25;

в) 21; г) 31.

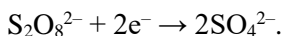
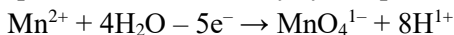
223. Наведені напівреакції перетворіть на йонно-молекулярне рівняння реакції і зазначте суму коефіцієнтів у ньому.



а) 46; б) 41;

в) 43; г) 36.

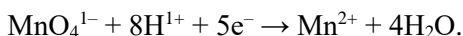
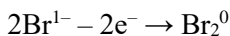
224. Наведені напівреакції перетворіть на йонно-молекулярне рівняння і зазначте суму коефіцієнтів у ньому.



а) 46; б) 43;

в) 41; г) 36.

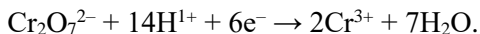
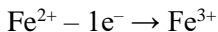
225. Наведені напівреакції перетворіть на йонно-молекулярне рівняння реакції і зазначте суму коефіцієнтів у ньому.



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) у 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;



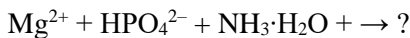


- а)  $\text{MnO}_4^{1-} + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^{1+}$ ;      б)  $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
в)  $\text{MnO}_4^{1-} + \text{H}_2\text{O}$ ;      г)  $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^{1+}$ .

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 осади 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 йонів. Ступінчасті та загальні константи нестійкості комплексних сполук. Розрахунки концентрації йонів комплексуютьовача 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 (реактив Льїнського М. А.), диметилгліоксим (реактив 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 Чугаєва;  
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 Чугаєва;  
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  $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}_{\text{надл.}} \rightarrow ?$
- а)  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{OH}^{1-} + \text{H}_2\text{O}$ ;
  - б)  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{NH}_4^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ ;
  - в)  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+} + \text{OH}^{1-} + \text{H}_2\text{O}$ ;
  - г)  $[\text{Ni}(\text{NH}_4)_6]^{2+} + \text{OH}^{1-} + \text{H}_2\text{O}$ .
294. Які продукти утворюються в результаті реакції  $\text{Cd}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}_{\text{надл.}} \rightarrow ?$
- а)  $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_6]^{2+} + \text{OH}^{1-} + \text{H}_2\text{O}$ ;
  - б)  $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{NH}_4^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ ;
  - в)  $[\text{Cd}(\text{NH}_2)_6]^{2+} + \text{H}^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ ;
  - г)  $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{OH}^{1-} + \text{H}_2\text{O}$ .
295. Які продукти утворюються в результаті реакції  $\text{Co}(\text{OH})_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}_{\text{надл.}} \rightarrow ?$
- а)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + \text{H}^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ ;
  - б)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]^{3+} + \text{NH}_4^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ ;
  - в)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + \text{OH}^{1-} + \text{H}_2\text{O}$ ;
  - г)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]^{3+} + \text{OH}^{1-} + \text{H}_2\text{O}$ .
296. Укажіть аналітичний ефект в результаті взаємодії катіону  $\text{Hg}^{2+}$  з міддю.
- а) білий осад;
  - б) срібляста пляма;
  - в) жовтий осад;
  - г) чорна пляма.
297. Укажіть аналітичний ефект в результаті дії активних металів на катіон  $\text{Cu}^{2+}$ .
- а) утворення червоної губчастої маси;
  - б) блакитний розчин;
  - в) чорний осад;
  - г) 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. У 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  $\text{CrO}_4^{2-}$ -катіонів 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 гідрогенфосфатом?
- 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

$\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}_{\text{надл.}} \rightarrow ?$

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

337. Які продукти утворюються в результаті реакції

$\text{Co}(\text{OH})_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}_{\text{надл.}} \rightarrow ?$

а)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + \text{H}^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
б)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]^{3+} + \text{H}^{1+} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
в)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + \text{OH}^{1-} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
г)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]^{3+} + \text{OH}^{1-} + \text{H}_2\text{O}$ .

338. 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)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{OH}^{-} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
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) білий кристалїчний осад;
  - б) білий 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 кільце при додаваннї хлорної води до розчину, що містить анїони  $\text{I}^{1-}$ ?:
- а) забарвлення не змінюється;
  - б) коричневий;
  - в) червоно-бурий;
  - г) фіолетовий.
363. Які анїони вїдносяться до другої аналітичної групи за класифїкацією, що заснована на розчинності 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 розчинності солей барїю і аргентуму, не мають групового реагенту?
- а) першої;
  - б) другої;
  - в) третьої;
  - г) першої і третьої.



370. Який аналітичний ефект спостерігається при виявленні сульфат(IV)-аніону калій перманганатом(VII) у 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 досліджуваний розчин на присутність аніонів, які за певних умов можуть утворювати газ?

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  $S^{2-}$ -іонів 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 в 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  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ -аніонів методом, що заснований на різній розчинності солей, які утворені при взаємодії з  $\text{Ag}^{1+}$ -катионами, аніони необхідно виявляти у такій послідовності:

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

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

- а) 2 М 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) сульфур;
- б) солей амонію;
- в) солей мангану;
- г) солей купруму.

433. Які із перелічених газів, що виділяються при дії концентрованої  $\text{H}_2\text{SO}_4$  на суху речовину, є безбарвними?

- а)  $\text{HCl}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ;
- б)  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{CrO}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ;
- в)  $\text{HCl}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ;

- г)  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ .
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 горілкою», 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 в 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 М  $\text{NaOH}$  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 горілки»?
- 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 метом 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  $\text{Pb}^{2+}$ -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  $\text{AgCl}$  у розчин?

- а) «царську водку»;
- б) 2 M розчином  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;
- в) дією конц. розчину  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;
- г) 2 M розчином  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

467. Як перевести сульфати катіонів третьої аналітичної групи у карбонати?

- а) дією 4 M  $\text{NaOH}$  і 8–10 крапель 3% розчину  $\text{H}_2\text{O}_2$  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  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

468. Яку із перелічених органічних кислот зазвичай використовують, щоб розчинити карбонати катіонів третьої аналітичної групи при систематичному аналізі за кислотно-основною класифікацією?

- а)  $\text{HCOOH}$ ;                      б)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;  
в)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ;                      г)  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ .

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

- а)  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ;                      б)  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ;  
в)  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ;                      г)  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{Ba}^{2+}$ .

470. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення  $\text{Ba}^{2+}$ -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 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 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 внутрішньокмлексну 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 M HCOOH;

б) 2 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;

в) 2 M  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;

г) 2 M  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .

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 M  $\text{NaOH}$  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  $Mg(OH)_2$ , під час систематичного аналізу?
- а)  $Fe(OH)_3$ ,  $H_2MnO_3$ ;      б)  $Fe(OH)_2$ ,  $H_2MnO_3$ ;  
в)  $H_2MnO_3$ ,  $Bi(OH)_3$ ;      г)  $Fe(OH)_3$ ,  $Sb(OH)_3$ .
485. Яку із перелічених кислот необхідно використати для того, щоб розчинити  $Fe(OH)_3$  при систематичному аналізі суміші катіонів V аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією?
- а) 2 M  $HNO_3$ ;      б) 2 M  $H_2SO_4$ ;  
в) 2 M  $H_2CO_3$ ;      г) 2 M  $H_3PO_4$ .
486. Який аналітичний ефект супроводжує реакцію виявлення  $Fe^{3+}$ -іонів, дією  $KSCN$ ?
- а) криваво-червоне забарвлення розчину;  
б) темно-синє забарвлення розчину;  
в) червоно-фіолетове забарвлення розчину;  
г) лимонно-жовте забарвлення розчину.
487. Який аналітичний ефект підтверджує присутність  $Mn^{2+}$ -іонів у досліджуваному розчині при дії розчину  $NaOH$  в присутності  $H_2O_2$ ?
- а) білий драглистий гель;  
б) зеленувато-жовтий кристалічний осад;  
в) червоно-бурий осад;  
г) темно-бурий осад.
488. 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)  $Ni^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,



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 кислому 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 кислому 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 кислому 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 магнезійальної суміші?  
 а)  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ ;  
 б)  $\text{MgCl}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl}$ ;  
 в)  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;  
 г)  $(\text{NH}_4)_3 \text{P}(\text{Mo}_3\text{O}_{10})_4$ .
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) Са, Р, 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 розведений  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?
- 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  $\text{HCl}$  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) магнелій, 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.

## 4. КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ

### ТЕМА 4.1. Статистична обробка результатів хімічного аналізу

Класифікації похибок аналізу: абсолютна та відносна похибка; систематичні, випадкові похибки, промахи.

Основні характеристики методу аналізу: правильність і відтворюваність аналізу, коефіцієнт чутливості, межа виявлення.

Статистична обробка результатів вимірювань (аналізу). Випадкова величина. Закон нормального розподілу випадкових похибок. Середнє значення, стандартне відхилення, дисперсія. Довірчий інтервал, довірча ймовірність, інтервальне значення вимірювальної величини. Критерії оцінки промахів (3 $\sigma$ -критерій, Q-критерій). Оцінка правильності аналізу. Стандартні зразки, їх виготовлення, атестація і використання.

Застосування методу найменших квадратів для побудови градуювального графіку.

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ

528. За якою формулою розраховують вибіркове стандартне відхилення для одиничного визначення?

$$\text{а) } \Delta \bar{x} = \pm \frac{t_{f,P} \cdot s}{\sqrt{n}}. \quad \text{б) } s_r(\%) = \frac{s}{x} \cdot 100.$$

$$\text{в) } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}. \quad \text{г) } s_x = \frac{s}{\sqrt{n}}.$$

529. Вказати формулу для розрахунку коефіцієнту варіації:

$$\text{а) } s_x = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$\text{б) } s_r(\%) = \frac{s}{x} \cdot 100.$$

$$\text{в) } \Delta \bar{x} = \pm \frac{t_{f,P} \cdot s}{\sqrt{n}}$$

$$\text{г) } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

530. За якою формулою розраховують довірчий інтервал для середнього визначення?

$$\text{а) } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i.$$

$$\text{б) } s_r(\%) = \frac{s}{x} \cdot 100.$$

$$\text{в) } \Delta \bar{x} = \pm \frac{t_{f,P} \cdot s}{\sqrt{n}}$$

$$\text{г) } s_x = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

531. Вказати формулу для розрахунку дисперсії вибірки:

$$\text{а) } s_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}$$

$$\text{б) } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\text{в) } s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

$$\text{г) } s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

532. Вказати формулу для розрахунку стандартного відхилення середнього результату визначень:

$$\text{а) } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\text{б) } s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

$$в) s_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}. \quad г) s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}.$$

#### ТЕМА 4.2. Гравіметричний аналіз

Суть гравіметричного аналізу, області застосування. Класифікація методів гравіметричного аналізу (методи відгонки (прямі і непрямі), осадження; виділення).

Аналітичні терези, їх будова. Правила роботи на аналітичних терезах.

Гравіметричний метод аналізу, заснований на осадженні. Загальна схема аналізу. Поняття про наважку речовини та її розрахунок. Вимоги до осаджувача (специфічність, леткість, здатність утворювати осад з найменшим значенням добутку розчинності). Найважливіші неорганічні й органічні осаджувачі. Кількість осаджувача. Осаджувана та гравіметрична форми; вимоги до них. Дозрівання осаду. Промивання осаду; підбір промивної рідини. Зміна складу осаду при висушуванні і прожарюванні. Побічні явища при прожарюванні осаду (термічна дисоціація осаду, відновлення осаду, леткість осаду).

Похибки в гравіметричному аналізі. Співосадження: адсорбція, оклюзія, ізоморфне співосадження. Способи усунення співосадження. Співосадження з колектором.

Розрахунки в гравіметричному аналізі.

Приклади практичного застосування гравіметричного методу аналізу. Визначення вмісту кристалізаційної води в кристалогідратах методом відгонки. Визначення вмісту сульфуру методом осадження. Визначення феруму,

кальцію, магнію. Застосування органічного реагенту 8-оксихіноліну для гравіметричного визначення магнію і алюмінію та диметилглюксиму для гравіметричного визначення нікелю.

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ

533. При якій з цих умов утворюється осад?  
а)  $\text{ЙД} < \text{ДР}$ ;                      б)  $\text{ЙД} > \text{ДР}$ ;  
в)  $\text{ЙД} = \text{ДР}$ ;                        г)  $\text{ЙД} \approx \text{ДР}$ .
534. Осаджувана форма – це:  
а) сполука, масу якої визначають в результаті аналізу;  
б) сполука, у вигляді якої осаджують певний компонент;  
в) сполука, яку аналізують;  
г) розчин, який осаджує певний йон.
535. Який з наведених осадів є найменш розчинним?  
 $\text{ДР}(\text{CaCO}_3) = 4,8 \cdot 10^{-9}$ ;  $\text{ДР}(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 2,3 \cdot 10^{-9}$ ;  
 $\text{ДР}(\text{CaSO}_4) = 9,1 \cdot 10^{-6}$ .  
а)  $\text{CaCO}_3$ ;            б)  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ;            в)  $\text{CaSO}_4$ .
536. Який об'єм осаджувача рекомендується брати для гравіметричного аналізу?  
а) еквівалентний;            б) півторакратний надлишок;  
в) довільний надлишок; г) трьохкратний надлишок.
537. Чому не завжди рекомендується брати великий надлишок осаджувача для досягнення повноти осадження?  
а) можливе підвищення розчинності осаду внаслідок утворення кислих солей;  
б) можливе підвищення розчинності осаду внаслідок утворення координаційних сполук;



г) не повинна містити домішки, які б тільки частково видалялися при висушуванні або при прожарюванні;

д) осад повинен бути кристалічним;

е) необхідно, щоб форма осадження легко і повністю перетворювалась у гравіметричну форму.

542. Які із умов найкращі при одержанні кристалічних осадів у гравіметричному аналізі?

а) осадження проводити з гарячих розчинів;

б) осадження проводити з охолоджених розчинів;

в) осадження проводити із розведених розчинів;

г) осадження проводити із відносно концентрованих розчинів;

д) додавати розчини, що сприяють підвищенню розчинності при отриманні осаду;

е) додавати осаджувач повільно, постійно перемішуючи розчин скляною паличкою;

є) додавати осаджувач швидко;

ж) відфільтровувати осад відразу після осадження;

з) залишати осад під маточним розчином на дозрівання.

543. Чому після одержання осаджуваної форми у вигляді кристалічного осаду в гравіметричному аналізі осад залишають на деякий час під маточним розчином?

а) для укрупнення частинок осаду за рахунок розчинення дрібних кристаликів;

б) для збільшення повноти осадження;

в) для десорбції домішок.

544. Яких умов потрібно дотримуватись при осаджуванні барій-іонів сульфатною кислотою?

а) повільне осадження із холодного концентрованого розчину при перемішуванні;

б) повільне осадження із гарячого концентрованого розчину при перемішуванні;

в) швидке осадження із гарячого концентрованого розчину при перемішуванні;

г) повільне осадження із гарячого розведеного розчину при перемішуванні.

545. Які із перерахованих умов висуваються до гравіметричної форми?

а) повинна мати якомога меншу розчинність;

б) повинна бути хімічно стійкою;

в) повинна точно відповідати хімічній формулі;

г) необхідно, щоб гравіметрична форма легко і повністю перетворювалась в осаджувану форму;

д) вміст елементу, який визначають, повинен бути в гравіметричній формі якомога меншим;

е) осад повинен бути крупнокристалічним.

546. Серед приведених формул малорозчинних речовин вкажіть, які з них мають кристалічну структуру:

а)  $\text{BaSO}_4$ ;      б)  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ;      в)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ;

г)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ;      д)  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ ;      е)  $[\text{Ni}(\text{HDm})_2]$ .

547. Які із умов найкращі при одержанні аморфних осадів у гравіметричному аналізі?

а) осадження проводити з гарячих розчинів;

б) осадження проводити з охолоджених розчинів;

в) осадження проводити із розведених розчинів;

г) осадження проводити в присутності електроліту-коагулянту;

д) осадження проводити із відносно концентрованих розчинів;

е) додавати розчини, що сприяють підвищенню розчинності при отриманні осаду;

є) додавати осаджувач повільно, постійно перемішуючи розчин скляною паличкою;

ж) додавати осаджувач швидко;

з) відфільтровувати осад відразу після осадження;

і) залишати осад під маточним розчином на дозрівання.

548. Аморфний осад здатний до подрібнення. Це явище називають:

а) адсорбцією;

б) оклюзією;

в) пептизацією;

г) декантацією.

549. Для чого при отриманні аморфних осадів у розчин вводять електроліт-коагулянт?

а) щоб створити заряд колоїдної частинки;

б) щоб нейтралізувати заряд колоїдної частинки;

в) для підвищення розчинності осаду;

г) для зменшення розчинності осаду.

550. Для чого при промиванні аморфного осаду рекомендується додавати до промивної рідини електроліт?

а) для зменшення розчинності осаду;

б) для видалення адсорбованих іонів;

в) щоб припинити пептизацію аморфних осадів;

г) для збільшення розчинності осаду.

551. Осадження  $\text{BaSO}_4$  проводять у присутності хлоридної кислоти. Для яких цілей добавляють  $\text{HCl}$ ?

а) для нейтралізації розчину;

б) для збільшення розчинності осаду в процесі осадження;

в) для зменшення розчинності осаду.

552. Співосадження це:

а) забруднення осаду речовинами, які в умовах осадження повинні бути повністю залишеними у розчині;

б) забруднення осаду маточним розчином;

в) це процес відносного перенасичення осаду;

г) процес, оборотній до пептизації.

553. Адсорбція – це:

а) захват домішок поверхнею осаду;

б) захват домішок у середину кристалу;

в) процес, оборотній до пептизації;

г) процес поступового додавання розчину точно відомої концентрації до розчину з невідомою концентрацією.

554. Оклюзія – це:

а) захват домішок та маточного розчину в середину кристалу;

б) відносно перенасичення розчину;

в) захват домішок поверхнею осаду;

г) утворення ізоморфних кристалів.

555. Коагуляція – це процес, оборотній до:

а) адсорбції;

б) ізоморфного співосадження;

в) пептизації;

г) оклюзії.

556. Позбавитись від оклюзії можна:

а) пептизацією;

б) переосадженням;

в) декантацією; г) коагуляцією.

557. Який вид співосадження можна зменшити промиванням осаду?

- а) адсорбцію; б) ізоморфне співосадження;  
в) оклюзію; г) утворення змішаних кристалів.

558. Якого правила слід дотримуватися при промиванні осаду?

а) промивати багато разів невеликим об'ємом промивної рідини;

б) промивати 1–2 рази великим об'ємом промивної рідини;

в) число промивань та об'єм рідини не мають значення.

559. Підберіть відповідність між осаджуваною формою  $\text{BaSO}_4$  та його гравіметричною формою:

- а)  $\text{BaSO}_4$ ; б)  $\text{BaO}$ ;  
в)  $\text{BaS}$ ; г)  $\text{BaSO}_3$ .

560. Який з даних осадів можна віднести до аморфного?

- а)  $\text{CaCO}_3$ ; б)  $\text{BaSO}_4$ ;  
в)  $\text{PbSO}_4$ ; г)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ .

561. Яка гравіметрична форма для визначення кальцію при осадженні його у вигляді кальцій оксалату, якщо форму осадження прокалити при температурі  $1100^\circ\text{C}$ ?

- а)  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ; б)  $\text{CaCO}_3$ ;  
в)  $\text{CaO}$ ; г)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

562. Для гравіметричного визначення феруму(III) його осаджують у вигляді гідроксиду. Яка сполука є гравіметричною формою?

- а)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; б)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ;

в)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ;                      г)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

563. Для гравіметричного визначення алюмінію його осаджують у вигляді гідроксиду. Яка сполука є гравіметричною формою?

а)  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ;                                      б)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  
в)  $[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$ ;                                      г)  $\text{Al}$ .

564. При гравіметричному визначенні фосфат-іонів формою осадження є  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ . Яка сполука є гравіметричною формою?

а)  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ ;                                      б)  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ ;  
в)  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ;                                      г)  $\text{Mg}$ .

565. Чому дорівнює рекомендована маса гравіметричної форми для кристалічних осадів?

а) 1,5 г;    б) 0,5 г;  
в) 1,0 г;    г) 0,1 г.

566. Чому дорівнює рекомендована маса гравіметричної форми для аморфних осадів?

а) 0,5–1,0 г;                                      б) 0,5 г;  
в) 0,1–0,3 г;                                      г) 0,1 г.

567. Як проконтролювати повноту осадження йону, який визначають?

а) додати строго розраховану кількість розчину осаджувача;

б) додати півторакратний об'єм розчину осаджувача в порівнянні з розрахованим за рівнянням реакції;

в) перевірити відсутність йона, який визначають, в маточному розчині спеціальною якісною реакцією;

г) додати надлишок осаджувача до маточного розчину з осадом. Відсутність помутніння свідчить про повне осадження йону, який визначають.

568. Осад барій сульфату є:

- а) драглистий;
- б) аморфний;
- в) дрібнокристалічний;
- г) крупнокристалічний.

569. Час від моменту зливання розчинів до моменту появи осаду називається:

- а) ізоморфне співосадження;
- б) індукційний період;
- в) коагуляція;
- г) пептизація.

570. Декантація це:

- а) забруднення осаду іншими речовинами;
- б) процес переосадження;
- в) процес промивання осаду;
- г) обережне зливання маточного розчину на фільтр по скляній паличці.

571. Фактор перерахунку в гравіметричному аналізі (аналітичний множник) – це:

а) відношення молярної маси еквівалента компоненту, який визначають, до молярної маси еквівалента гравіметричної форми;

б) відношення молярної маси гравіметричної форми до молярної маси компоненту, який визначають;

в) відношення кількості компоненту, який визначають, до кількості гравіметричної форми;

г) відношення кількості гравіметричної форми до кількості компонента, який визначають.

572. Фактор перерахунку (аналітичний множник) показує:

а) скільки грамів визначуваної речовини відповідає 1 мг гравіметричної форми;

б) скільки грамів визначуваної речовини відповідає 1 г форми осадження;

в) скільки грамів визначуваної речовини відповідає 1 г гравіметричної форми;

г) скільки грамів гравіметричної форми відповідає 1 г речовини, яку визначають.

573. Обчисліть фактор перерахунку для гравіметричного визначення магнію за масою  $Mg_2P_2O_7$ .  $M(Mg) = 24,3050$  г/моль;  $M(Mg_2P_2O_7) = 222,553$  г/моль.

а) 0,1092;

б) 0,2184;

в) 9,1567;

г) 4,5783.

574. Обчисліть фактор перерахунку при гравіметричному визначенні кальцію у вигляді  $CaO$ .  $M(Ca) = 40,078$  г/моль.

$M(CaO) = 56,077$  г/моль.

а) 1,3992;

б) 0,8573;

в) 0,7147;

г) 1,7140.

575. Розрахувати аналітичний множник (гравіметричний фактор перерахунку) при визначенні хлорид-іонів у вигляді  $AgCl$ .  $M(Cl^-) = 35,45$  г/моль.  $M(AgCl) = 143,32$  г/моль.

а) 0,2473;

б) 0,5569;

в) 1,0236;

г) 1,3258.

576. Розрахувати аналітичний множник (гравіметричний фактор перерахунку) при визначенні  $Ba^{2+}$ -іонів у вигляді  $BaSO_4$ .  $M(Ba^{2+}) = 137,33$  г/моль;  $M(BaSO_4) = 233,98$  г/моль.

- а) 0,5869;                      б) 0,2933;  
 в) 1,1738;                      г) 1,7037.

577. Розрахувати аналітичний множник (гравіметричний фактор перерахунку) при визначенні  $\text{Ni}^{2+}$ -іону у вигляді  $\text{NiO}$ .  $M(\text{Ni}^{2+}) = 58,69$  г/моль;  $M(\text{NiO}) = 74,68$  г/моль.

- а) 0,7859;                      б) 0,3929;  
 в) 1,5717;                      г) 0,0105.

578. За якою формулою можна розрахувати практичний вміст води в кристалогідраті барій хлорид-вода(1/2)?

- а)  $w(\%)(\text{H}_2\text{O})_{\text{практ.}} = \frac{m(\text{H}_2\text{O})_{\text{практ.}} \cdot 100\%}{m(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})_{\text{практ.}}}$ ;  
 б)  $w(\%)(\text{H}_2\text{O})_{\text{практ.}} = \frac{m(\text{H}_2\text{O})_{\text{практ.}} \cdot 100\%}{m(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})_{\text{теор.}}}$ ;  
 в)  $w(\%)(\text{H}_2\text{O})_{\text{практ.}} = \frac{m(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})_{\text{практ.}} \cdot 100\%}{m(\text{H}_2\text{O})_{\text{практ.}}}$ ;  
 г)  $w(\%)(\text{H}_2\text{O})_{\text{практ.}} = \frac{m(\text{H}_2\text{O})_{\text{теор.}} \cdot 100\%}{m(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})_{\text{теор.}}}$ .

579. Дрібнокристалічні осадки фільтрують через незолені фільтри, що марковані:

- а) синьою стрічкою;                      б) білою стрічкою;  
 в) червоною стрічкою;                      г) чорною стрічкою.

580. Аморфні осадки фільтрують через незолені фільтри, що марковані:

- а) синьою стрічкою;                      б) білою стрічкою;  
 в) червоною стрічкою;                      г) чорною стрічкою.

581. Обчисліть вологість речовини, якщо бюкс має масу 21,3450 г, бюкс з наважкою 21,8441 г, бюкс із висушеною наважкою 21,8023 г.

- а) 8,375%;                      б) 83,75%;  
в) 3,85%;                        г) 38,53%.

582. Чутливість аналітичних терезів визначається:

а) тангенсом кута, на який відхиляється стрілка терезів, при навантаженні в 1 мг на одну з шальок терезів;

б) косинусом кута, на який відхиляється стрілка терезів, при навантаженні в 1 мг на одну з шальок терезів;

в) синусом кута, на який відхиляється стрілка терезів, при навантаженні в 1 мг на одну з шальок терезів;

г) косинусом кута, на який відхиляється стрілка терезів, при навантаженні в 10 мг на одну з шальок терезів.

## 5. ТИТРИМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ

### ТЕМА 5.1. Загальна характеристика титриметричного аналізу

Суть титриметричного аналізу. Титрування, титрант. Точка еквівалентності і кінцева точка титрування. Основні операції титриметричного аналізу (приготування розчинів, титрування, розрахунки). Вимоги до реакцій у титриметричному аналізі (велика швидкість, необоротність, стехіометричність, наявність способу виявлення точки еквівалентності).

Класифікації методів титриметричного аналізу: за характером реакції, яка лежить в основі визначення (кислотно-основне титрування або протолітометрія, окисно-відновне титрування або окредметрія, осаджувальне титрування, комплексометричне титрування); за способом титрування (пряме титрування, титрування залишку, титрування замісника); за способом виконання операцій (метод піпеткування, метод окремих наважок).

Кількісний склад розчинів у титриметричному аналізі (молярна концентрація речовини еквівалента, титр робочого розчину, титр робочого розчину за аналізованою речовиною). Залежність величини еквівалента і фактора еквівалентності від характеру реакції.

Стандартні розчини. Поділ стандартних розчинів за способом приготування: первинні стандартні розчини (розчини з приготовленим титром), вторинні стандартні розчини (стандартизовані, розчини з встановленим титром). Первинні стандартні речовини та вимоги до них. Поділ розчинів за призначенням (установчі, робочі). Поняття про стандарт-титри (фіксанали). Обчислення в титриметричному аналізі. Порівняння титриметричного і

гравіметричного методів аналізу. Вимірювальний аналітичний посуд, перевірка ємності мірного посуду.

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ

583. У групі А вкажіть переваги, в групі Б – недоліки титриметричних методів аналізу при їх порівнянні з гравіметричним методом.

А

- а) висока чутливість;
- б) швидкість визначення;
- в) можливість використання різних хіміко-аналітичних властивостей речовини, зокрема, кислотно-основних, окисно-відновних, здатність до осадження і комплексоутворення;
- г) достатня чутливість;
- д) використовується при визначенні великої та малої кількості речовини;
- е) відносна простота операцій і обладнання.

Б

- а) тривалість визначень;
- б) за чутливістю дещо поступається порівняльному методу;
- в) не рекомендується використовувати даний метод для аналізу речовини, що визначають, з вмістом менше ніж 0,1%.

584. Розчин, який титрують, і титрант мають приблизно однакову нормальную концентрацію. Об'єм титранту складає

- а) 25,00 см<sup>3</sup>;
- б) 15,00 см<sup>3</sup>;
- в) 5,00 см<sup>3</sup>.

Об'єм краплі  $0,04 \text{ см}^3$ . В якому випадку відносна величина крапельної похибки титрування буде найменшою?

585. Первинні стандартні речовини мають відповідати наступним вимогам:

- а) відповідати марці «ч.»;
- б) склад речовини має відповідати хімічній формулі;
- в) мати як можна більшу молярну масу речовини еквівалента;
- г) бути стійкою при зберіганні на повітрі і в розчині;
- д) відповідати марці «оч.».

586. В яких випадках необхідно стандартизувати робочі розчини?

- а) коли речовину робочого розчину неможна зважити з необхідною точністю;
- б) коли речовину робочого розчину неможливо достатньо очистити;
- в) коли речовина робочого розчину гігроскопічна;
- г) коли речовина робочого розчину в твердому вигляді або в розчині нестійка при зберіганні;
- д) коли речовина робочого розчину є кристалогідратом;
- е) коли робочий розчин має інтенсивне забарвлення.

587. Потрібно приготувати:

а)  $100 \text{ см}^3$   $0,1 \text{ н.}$  розчину натрій тетраборату.

$M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 381,4 \text{ г/моль};$

б)  $100 \text{ см}^3$   $0,1 \text{ н.}$  розчину натрій карбонату.

$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106,0 \text{ г/моль}.$

У якому випадку відносна похибка зважування буде меншою?

588. В групі Б вкажіть фактор еквівалентності речовини  $\text{KMnO}_4$  як окисника для різних умов визначення, вказаних в групі А.

А

а) в лужному середовищі, де продуктом відновлення є  $\text{MnO}_4^{2-}$ ;

б) в кислому середовищі, де утворюється  $\text{Mn}^{2+}$ ;

в) в нейтральному середовищі, де утворюється  $\text{MnO}_2$ ;

г) у присутності дигідрогендифосфат(V)-іону ( $\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7^{2-}$ ), коли продуктом відновлення є сполука  $\text{Mn}(\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7)_3^{3-}$ .

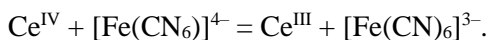
Б

а) 1;      б) 1/4;      в) 1/3;      г) 1/5.

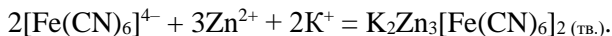
589. В групі Б вкажіть фактор еквівалентності речовини  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  відповідно до реакцій, що вказані в групі А.

А

1. Реакція, що проходить при стандартизації розчину церію (IV):



2. Реакція, що проходить при визначенні йонів  $\text{Zn}^{2+}$  методом осаджувального титрування:



Б

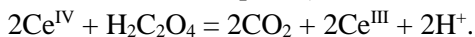
а) 1;      б) 2;      в) 1/2;      г) 1/3      д) 1/4;      е) 1/8.

590. Маємо 0,06000 *M* розчин оксалатної кислоти. В групі Б вкажіть нормальну концентрацію даного розчину у відповідності до реакцій, вказаних в групі А.

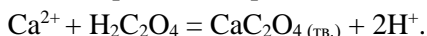
## А

1. Реакція, що проходить при кислотно-основному титруванні, в якій беруть участь обидва протони.

2. Реакція взаємодії з церієм (IV):



3. Реакція, що проходить при визначенні  $\text{Ca}^{2+}$ :



## Б

а) 0,0300;

б) 0,06000;

в) 0,1200;

г) 0,1800.

591. Що означає вираз:  $T(\text{H}_2\text{SO}_4/\text{NaOH}) = 0,05900 \text{ г/см}^3$ ?

а) 0,05900 г речовини натрій гідроксиду взаємодіє з  $1 \text{ см}^3$  стандартного розчину сульфатної кислоти;

б)  $0,05900 \text{ см}^3$  стандартного розчину натрій гідроксиду взаємодіє з 1 г сульфатної кислоти;

в) 0,05900 г сульфатної кислоти взаємодіє з  $1 \text{ см}^3$  стандартного розчину речовини натрій гідроксиду;

г)  $0,05900 \text{ см}^3$  стандартного розчину сульфатної кислоти взаємодіє з 1 г речовини натрій гідроксиду.

592. Як називається величина, що показує, у скільки разів робочий розчин є більш концентрованим або більш розбавленим в порівнянні з теоретично заданою концентрацією розчину?

а) поправочний коефіцієнт;

б) титр робочого розчину;

в) титр за визначуваною речовиною;

г) фактор еквівалентності.

593. Яке рівняння правильно пов'язує молярну концентрацію речовини еквівалента стандартного розчину

(нормальну концентрацію) ( $c(f_{екв.}(A)A)$ ) з титром за визначуваною речовиною  $T(A/X)$ ?

$$а) c(f_{екв.}(A)A) = \frac{M(f_{екв.}(X)X) \cdot 1000}{T(A/X)};$$

$$б) c(f_{екв.}(A)A) = \frac{T(A/X) \cdot 1000}{M(f_{екв.}(A)A)};$$

$$в) c(f_{екв.}(A)A) = \frac{T(A/X) \cdot 1000}{M(f_{екв.}(X)X)};$$

$$г) c(f_{екв.}(A)A) = \frac{M(f_{екв.}(X)X) \cdot T(A/X)}{1000},$$

де  $M(f_{екв.}(X)X)$  – молярна маса еквівалента речовини, що визначають;

$M(f_{екв.}(A)A)$  – молярна маса речовини еквівалента стандартного розчину.

594. Які формули для розрахунку титру правильні?

$$а) T(A) = \frac{c(f_{екв.}(A)A) \cdot M(f_{екв.}(A)A)}{1000};$$

$$б) T(A) = \frac{m(A)}{V(A_{розч})};$$

$$в) T(A) = \frac{m(A) \cdot 1000}{M(f_{екв.}(A)A) \cdot V(A_{розч})};$$

$$г) T(A/X) = \frac{T(A) \cdot M(f_{екв.}(X)X)}{M(f_{екв.}(A)A)};$$

$$д) T(A/X) = \frac{c(f_{екв.}(A)A) \cdot M(f_{екв.}(X)X)}{1000};$$

$$е) T(A/X) = \frac{T(A) \cdot M(f_{екв.}(A)A)}{M(f_{екв.}(X)X)}.$$

595. За якою з формул, наведених в групі Б, можна розрахувати титр 0,1000 н. розчину HCl за визначуваною речовиною X, вказаною в групі А?

А

- |                          |                                      |
|--------------------------|--------------------------------------|
| 1. Ba(OH) <sub>2</sub> ; | 2. Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ; |
| 3. NaHCO <sub>3</sub> ;  | 4. NaOH.                             |

Б

- |   |   |
|---|---|
| 1. $\frac{0,1000 \cdot M(f_{\text{екв.}}(X)X)}{1000}$ ; | 2. $\frac{0,1000 \cdot 1000}{M(X)}$ ;                   |
| 3. $\frac{0,1000 \cdot M(X)}{1000}$ ;                   | 4. $\frac{0,1000 \cdot 1000}{M(f_{\text{екв.}}(X)X)}$ . |

596. Враховуючи погану розчинність натрій тетраборату та невелику молярну масу речовини еквівалента натрій карбонату, вкажіть, який із способів титрування 1) піпеткування або 2) способ окремих наважок необхідно застосовувати при стандартизації розчину хлоридної кислоти за:

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| а) Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O; | б) Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ? |
|---|--------------------------------------|

597. Які з наведених нижче формул для розрахунку вмісту визначуваної речовини ( $m(X)$ ) в титриметричному аналізі вірні?

а)  $m(X) = \frac{c(f_{\text{екв.}}(A)A) \cdot V(A_{\text{розч.}}) \cdot M(f_{\text{екв.}}(X)X)}{1000}$ ;

б)  $m(X) = \frac{c(f_{\text{екв.}}(A)A) \cdot V(A_{\text{розч.}}) \cdot M(f_{\text{екв.}}(A)A)}{1000}$ ;

в)  $m(X) = \frac{c(f_{\text{екв.}}(A)A)_{\text{теор.}} \cdot K \cdot V(A_{\text{розч.}}) \cdot M(f_{\text{екв.}}(X)X)}{1000}$ ;

$$\text{г) } m(X) = \frac{c(f_{\text{екв.}}(A)A)_{\text{теор}} \cdot K \cdot V(A_{\text{розч}}) \cdot M(f_{\text{екв.}}(X)X) \cdot \frac{V_K}{V(X)}}{1000};$$

$$\text{д) } m(X) = \frac{T(A) \cdot V(A_{\text{розч}}) \cdot M(f_{\text{екв.}}(X)X)}{M(f_{\text{екв.}}(A)A)};$$

$$\text{е) } m(X) = T(A/X) \cdot V(A_{\text{розч}});$$

$$\text{є) } m(X) = T(A/X) \cdot V(A_{\text{розч}}) \cdot \frac{V_K}{V(X)}.$$

598. Як необхідно приготувати колби для титрування?

а) промити водопровідною водою;

б) промити дистильованою водою;

в) промити водопровідною водою, а потім дистильованою водою;

г) промити водопровідною водою, потім дистильованою водою, а потім розчином, який титрують.

599. Які вимоги ставлять до реакцій в титриметричному аналізі?

а) достатньо велика швидкість;

б) необоротність;

в) стехіометричність;

г) можливість фіксування точки еквівалентності.

600. Титрування, яке засноване на перенесенні протонів у розчині від однієї речовини до іншої, називається:

а) окисно-відновне;

б) осаджувальне;

в) кислотно-основне;

г) комплексометричне.

601. Виберіть формулу для обчислення молярної маси речовини еквівалента  $M(f_{\text{екв.}}(X)X)$ :

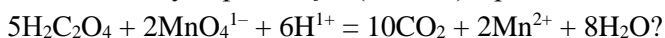
$$\text{а) } M(f_{\text{екв.}}(\text{X})\text{X}) = f_{\text{екв.}}(\text{X}) \cdot m(\text{X});$$

$$\text{б) } M(f_{\text{екв.}}(\text{X})\text{X}) = \frac{f_{\text{екв.}}(\text{X})}{m(\text{X})};$$

$$\text{в) } M(f_{\text{екв.}}(\text{X})\text{X}) = \frac{f_{\text{екв.}}(\text{X})}{M(\text{X})};$$

$$\text{г) } M(f_{\text{екв.}}(\text{X})\text{X}) = f_{\text{екв.}}(\text{X}) \cdot M(\text{X}).$$

602. Вкажіть, чому дорівнює  $f_{\text{екв.}}(\text{KMnO}_4)$  в реакції:



$$\text{а) } 1; \quad \text{б) } \frac{1}{2}; \quad \text{в) } \frac{1}{5}; \quad \text{г) } \frac{1}{3}.$$

603. У мірній колбі місткістю 200,0 см<sup>3</sup> приготували розчин з наважки динатрій тетраборату(1/10) масою 2,6113 г. Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента динатрій тетраборату(1/10) у приготовленому розчині.  $M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 381,37$  г/моль.

$$\begin{array}{ll} \text{а) } 0,07000 \text{ моль/дм}^3; & \text{б) } 0,06847 \text{ моль/дм}^3; \\ \text{в) } 0,7000 \text{ моль/дм}^3; & \text{г) } 0,6847 \text{ моль/дм}^3. \end{array}$$

604. Яку наважку оксалатної кислоти ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) потрібно взяти, щоб на її титрування витрачалось 20,00 см<sup>3</sup> 0,1000 М розчину NaOH?  $M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 126,07$  г/моль.

$$\begin{array}{ll} \text{а) } 0,1300 \text{ г}; & \text{б) } 0,1261 \text{ г}; \\ \text{в) } 0,1000 \text{ г}; & \text{г) } 0,1396 \text{ г}. \end{array}$$

605. За способами титрування розрізняють:

- а) пряме титрування;
- б) обернене титрування;
- в) титрування замісника;
- г) титрування методом піпеткування;
- д) титрування методом окремих наважок.

606. Титрування що ґрунтується на перенесенні одного або декількох електронів від однієї речовини до іншої називається:

- а) окисно-відновне;
- б) осаджувальне;
- в) кислотно-основне;
- г) комплексометричне.

607. Вкажіть формулу, яка пов'язує молярну концентрацію речовини X у розчині  $c(X)$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $c(f_{екв.}(X)X)$ :

- а)  $c(f_{екв.}(X)X) = \frac{f_{екв.}(X)}{c(X)}$ ;
- б)  $c(f_{екв.}(X)X) = \frac{c(X)}{f_{екв.}(X)}$ ;
- в)  $c(f_{екв.}(X)X) = f_{екв.}(X) \cdot c(X)$ ;
- г)  $c(f_{екв.}(X)X) = \frac{f_{екв.}(X) \cdot c(X)}{1000}$ .

608. Вкажіть чому дорівнює  $f_{екв.}(K[Ag(CN)_2])$  в реакції:



- а) 1;
- б)  $\frac{1}{2}$ ;
- в)  $\frac{1}{5}$ ;
- г)  $\frac{1}{3}$ .

609. Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента сульфатної кислоти в розчині, титр якого дорівнює  $0,02446 \text{ г/см}^3$ .  $M(H_2SO_4) = 98,08 \text{ г/моль}$ .

- а)  $0,2494 \text{ моль/дм}^3$ ;
- б)  $0,4988 \text{ моль/дм}^3$ ;
- в)  $0,4912 \text{ моль/дм}^3$ ;
- г)  $0,9976 \text{ моль/дм}^3$ .

610. У мірній колбі місткістю  $250,0 \text{ см}^3$  приготували розчин з наважки натрій карбонату масою  $2,5000 \text{ г}$ . Обчислити титр приготовленого розчину натрій карбонату.

- а) 0,1000 г/см<sup>3</sup>;                      б) 0,01000 г/см<sup>3</sup>;  
 б) 0,1 г/см<sup>3</sup>;                              г) 0,01 г/см<sup>3</sup>.

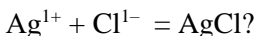
611. Фіксанали (стандарт-титри) використовують для приготування:

- а) 1 дм<sup>3</sup> розчину з молярною концентрацією речовини еквівалента у розчині 1 моль/дм<sup>3</sup>;  
 б) 1 дм<sup>3</sup> розчину з молярною концентрацією речовини еквівалента у розчині 0,1 моль/см<sup>3</sup>;  
 в) 1 дм<sup>3</sup> розчину з молярною концентрацією речовини еквівалента у розчині 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>;  
 г) 1 дм<sup>3</sup> розчину з молярною концентрацією речовини у розчині 1 моль/дм<sup>3</sup>.

612. В залежності від способу відбору наважки для титрування розрізняють:

- а) пряме титрування;  
 б) метод піпеткування;  
 в) титрування замісника;  
 г) метод окремих наважок.

613. Титрування якого типу відображає дане рівняння:

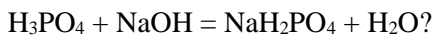


- а) окисно-відновне;                      б) осаджувальне;  
 в) комплексометричне;                  г) кислотно-основне.

614. Закон хімічних еквівалентів має вигляд:

- а)  $\frac{m(X)}{m(A)} = \frac{M(f_{\text{екв.}}(X)X)}{M(f_{\text{екв.}}(A)A)}$ ;                  б)  $n(X) = n(A)$ ;  
 в)  $c(X) \cdot V(X) = c(A) \cdot V(A)$ ;                  г)  $\frac{V(X)}{V(A)} = \frac{M(f_{\text{екв.}}(X)X)}{M(f_{\text{екв.}}(A)A)}$ .

615. Вкажіть, чому дорівнює  $f_{\text{екв.}}(\text{H}_3\text{PO}_4)$  в реакції:



- а) 1;            б)  $\frac{1}{2}$ ;            в)  $\frac{1}{3}$ .

616. У мірній колбі місткістю 100,0 см<sup>3</sup> приготували розчин з наважки натрій хлориду масою 3,2816 г. Обчислити титр отриманого розчину.

- а) 0,03 г/см<sup>3</sup>;            б) 0,03282 г/см<sup>3</sup>;  
в) 0,033 г/см<sup>3</sup>;            г) 0,003282 г/см<sup>3</sup>.

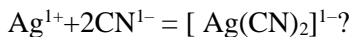
617. Первинний стандартний розчин в основному використовують:

- а) для встановлення концентрації титранту;  
б) для визначення вмісту визначуваної речовини;  
в) як титрант.

618. Як класифікують методи титриметричного аналізу?

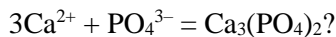
- а) за типом аналітичної реакції;  
б) за природою речовини, яку аналізують;  
в) в залежності від способу відбору наважки для титрування;  
г) за способом титрування.

619. Титрування якого типу відображає дане рівняння:



- а) комплексометричне;    б) кислотно-основне;  
в) осаджувальне;            г) комплексометричне.

620. Визначити, чому дорівнює  $f_{\text{екв.}}$  ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) в реакції:



- а) 1;            б)  $\frac{1}{2}$ ;            в)  $\frac{1}{6}$ ;            г)  $\frac{1}{3}$ .

621. У мірній колбі місткістю 250,0 см<sup>3</sup> приготували розчин з наважки оксалатної кислоти ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) масою 0,8615 г. Обчислити молярну концентрацію речовини

еквівалента приготовленого розчину оксалатної кислоти.

$M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 126,07 \text{ г/моль}$ .

- а) 0,5468 моль/дм<sup>3</sup>;                      б) 0,1093 моль/дм<sup>3</sup>;  
в) 0,02734 моль/дм<sup>3</sup>;                      г) 0,05468 моль/дм<sup>3</sup>.

622. Обчислити титр стандартного розчину нітратної кислоти з молярною концентрацією речовини  $\text{HNO}_3$  0,1000 моль/дм<sup>3</sup>.  $M(\text{HNO}_3) = 63,01 \text{ г/моль}$ .

- а) 0,06301 г/см<sup>3</sup>;                      б) 0,0063 г/см<sup>3</sup>;  
в) 0,006301 г/см<sup>3</sup>;                      г) 0,004428 г/см<sup>3</sup>.

## ТЕМА 5.2. Методи кислотно-основного титрування

Сутність кислотно-основного титрування. Основна реакція методу. Види кислотно-основного титрування (ацидиметрія, алкаліметрія). Робочі розчини в кислотно-основному титруванні; стандартні речовини.

Криві титрування. Розрахунки та побудова теоретичних кривих кислотно-основного титрування (титрування сильної кислоти сильною основою або навпаки; титрування слабкої кислоти сильною основою або навпаки; титрування слабкої основи сильною кислотою). Стрибок титрування. Залежність стрибка титрування від концентрації кислот і основ, температури, константи йонізації слабкої кислоти (основи).

Індикатори в кислотно-основному титруванні. Йонна, хромофорна, йонно-хромофорна теорії індикаторів. Інтервал переходу індикатора, показник титрування (рТ). Вибір індикаторів для конкретних випадків титрування. Індикаторні похибки титрування.

Титрування багатоосновних кислот (на прикладі сульфатної, фосфатної і тартратної кислот) та суміші кислот (на прикладі хлоридної і ацетатної кислот).

Титрування солей.

Використання кислотно-основного титрування в хімічному аналізі. Аналіз кислот (хлоридної, сульфатної, фосфатної, ацетатної, тартратної, карбонатної), аналіз основ. Аналіз суміші натрій карбонату і натрій гідрогенкарбонату; суміші натрій карбонату і натрій гідроксиду. Визначення твердості води. Визначення Нітрогену за методом К'ельдаля і солей амонію методом зворотного титрування та титруванням замісника.

Титрування в неводних середовищах.

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ

623. Які розчини речовин, що наведені нижче, використовуються як робочі розчини в кислотно-основному титруванні?

- а)  $\text{HCl}$ ;    б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;    в)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ;    г)  $\text{NH}_4\text{OH}$ ;  
д)  $\text{NaOH}$ ;    е)  $\text{KOH}$ ;    є)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ;    ж)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;  
з)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;    і)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

624. Які речовини, вказані в групі Б, використовують як первинні стандартні речовини для стандартизації робочих розчинів групи А?

А

- а)  $\text{HCl}$ ;    б)  $\text{NaOH}$ ;    в)  $\text{KOH}$ ;    г)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Б

- а)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;    б)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;    в)  $\text{HgO}$ ;  
г)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ;    д)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ ;    е)  $\text{AgNO}_3$ ;  
є)  $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$     ж)  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ;    з)  $\text{BaCl}_2$ ;  
и)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ;    і)  $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ ;    ї)  $\text{KIO}_3$ .

625. Незалежно від того, що титрують, сильну чи слабку кислоту, титрантом завжди є:

- а) сильна кислота;                      б) слабка кислота;  
в) сильна основа;                      г) розчин  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

626. Розрахувати наважку «х.ч.» натрій гідроксиду, яку потрібно взяти для приготування 0,05 M розчину об'ємом 2,00 дм<sup>3</sup>.  $M(\text{NaOH}) = 40,00$  г/моль.

- а) 4 г;                                      б) 4,0000 г;  
в) 4,00 г;                                г) 3,997 г.

627. Метод кислотно-основного титрування, при якому як титрант використовується стандартний розчин сильної кислоти, називається:

- а) ацидиметрія;                      б) редоксметрія;  
в) алкаліметрія;                      г) кислотне титрування.

628. Титрують сильну кислоту сильною основою. За якою з наведених в групі Б формул розраховують рН для випадків титрування, наведених в групі А?

А

- а) до початку титрування;  
б) під час титрування, до досягнення точки еквівалентності;  
в) у точці еквівалентності;  
г) після точки еквівалентності.

Б

- а)  $\text{pH} = \text{p}K_{\text{кисл.}}$ ;                      б)  $\text{pH} = -\lg c_{\text{кисл.}}$ ;  
в)  $\text{pH} = -1/2\lg K_w$ ;                      г)  $\text{pH} = -\lg K_w - \text{pOH}$ ;  
д)  $\text{pH} = 14 + \lg c_{\text{осн.}}$ .

629. Титрують слабку одноосновну кислоту сильною основою. За якою з наведених в групі Б формул розраховують рН для випадків титрування, вказаних в групі А?

А

- а) до початку титрування;
- б) під час титрування, до досягнення точки еквівалентності;
- в) коли відтитровано 50% кислоти;
- г) у точці еквівалентності;
- д) після точки еквівалентності.

Б

- а)  $\text{pH} = \text{p}K_{\text{кисл.}}$ ;
- б)  $\text{pH} = -\lg K_w + \lg c_{\text{осн.}}$ ;
- в)  $\text{pH} = \text{p}K_{\text{кисл.}} - \lg \frac{c_{\text{кисл.}}}{c_{\text{солі}}}$ ;
- г)  $\text{pH} = \frac{1}{2}\text{p}K_{\text{кисл.}} - \frac{1}{2}\lg c_{\text{кисл.}}$ ;
- д)  $\text{pH} = 7 + \frac{1}{2}\text{p}K_{\text{кисл.}} + \frac{1}{2}\lg c_{\text{солі}}$ ;
- е)  $\text{pH} = -\lg K_w - \text{p}K_{\text{осн.}} + \lg \frac{c_{\text{осн.}}}{c_{\text{солі}}}$ ;
- є)  $\text{pH} = 7 - \frac{1}{2}\text{p}K_{\text{ніт.}} - \frac{1}{2}\lg c_{\text{ніт.}}$ .

630. При якому значенні константи йонізації 0,1 н. розчину слабкої одноосновної кислоти зникає стрибок титрування на кривій титрування 0,1 н. розчином сильної основи?

- а)  $10^{-7}$ ;
- б)  $10^{-9}$ ;

в)  $10^{-5}$ ;

г)  $10^{-10}$ .

631. При титруванні якої кислоти буде спостерігатись найбільший стрибок на кривій титрування її розчином сильної основи?

а)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ( $K = 1,74 \cdot 10^{-5}$ );

б)  $\text{HCOOH}$  ( $K = 1,8 \cdot 10^{-4}$ );

в)  $\text{HCN}$  ( $K = 5,0 \cdot 10^{-10}$ );

г)  $\text{HF}$  ( $K = 6,2 \cdot 10^{-4}$ ).

632. Титрують слабку основу сильною кислотою. За якою з наведених в групі Б формул розраховують рН для випадків титрування, вказаних в групі А?

А

а) до початку титрування;

б) під час титрування, до досягнення точки еквівалентності;

в) коли відтитровано 50% основи;

г) у точці еквівалентності;

д) після точки еквівалентності.

Б

а)  $\text{pH} = \text{p}K_w - \text{p}K_{\text{осн.}} + \lg \frac{c_{\text{осн.}}}{c_{\text{солі}}}$ ;

б)  $\text{pH} = 14 - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{осн.}} + \frac{1}{2} \lg c_{\text{осн.}}$ ;

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

г)  $\text{pH} = \text{p}K_w - \text{p}K_{\text{осн.}}$ ;

д)  $\text{pH} = -\lg c_{\text{кисл.}}$ .

633. Від яких факторів залежить положення точки еквівалентності на кривих кислотно-основного титрування?

- а) від температури розчинів;
- б) від вибору індикатора;
- в) від швидкості титрування;
- г) від концентрації розчинів;
- д) від природи речовини, яку титрують, і від природи титранта.

634. При титруванні якої кислоти розчином натрій гідроксиду точка еквівалентності співпадає з точкою нейтральності?

- а)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; б)  $\text{HCl}$ ; в)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; г)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

635. Якими формулами групи Б слід користуватись при обчисленні рН сумішей розчинів групи А?

А

- а)  $100 \text{ см}^3 0,1 \text{ M HCl} + 25 \text{ см}^3 0,2 \text{ M NaOH}$ ;
- б)  $100 \text{ см}^3 0,2 \text{ M NaOH} + 75 \text{ см}^3 0,1 \text{ M CH}_3\text{COOH}$ ;
- в)  $100 \text{ см}^3 0,1 \text{ M NaOH} + 75 \text{ см}^3 0,2 \text{ M CH}_3\text{COOH}$ ;
- г)  $100 \text{ см}^3 0,2 \text{ M HCl} + 75 \text{ см}^3 0,1 \text{ M NaOH}$ ;
- д)  $75 \text{ см}^3 0,2 \text{ M NH}_4\text{OH} + 100 \text{ см}^3 0,1 \text{ M HCl}$ .

Б

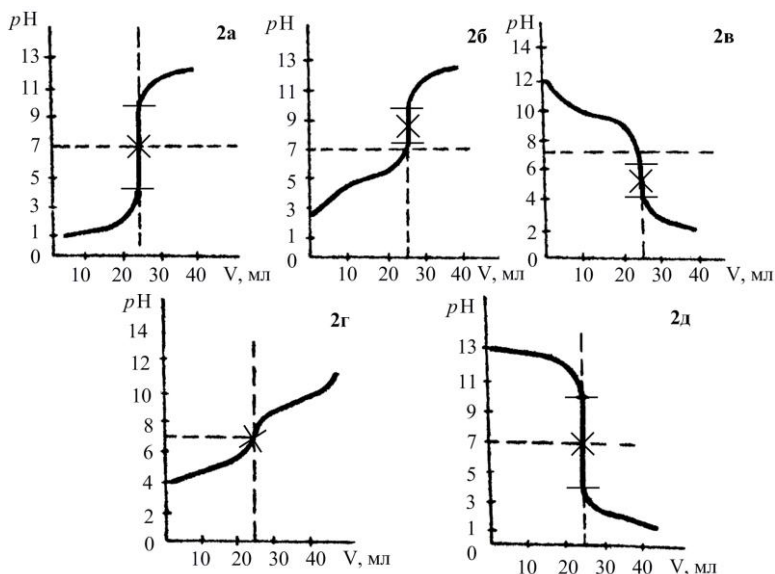
- а)  $\text{pH} = \text{p}K_w - \text{p}K_{\text{осн.}} + \lg \frac{c_{\text{осн.}}}{c_{\text{солі}}}$ ;
- б)  $\text{pH} = 14 + \lg c_{\text{осн.}}$ ;
- в)  $\text{pH} = \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{кисл.}} - \frac{1}{2} \lg c_{\text{кисл.}}$ ;
- г)  $\text{pH} = -\lg c_{\text{кисл.}}$ .

636. В групі Б знайдіть криві, які відповідають процесам титрування, вказаним в групі А?

А

- а) слабка основа титрується сильною кислотою;
- б) слабка кислота титрується сильною основою;
- в) слабка кислота титрується слабкою основою;
- г) сильна основа титрується сильною кислотою;
- д) сильна кислота титрується сильною основою.

Б



Криві кислото-основного титрування

637. рН розчину в точці еквівалентності дорівнює 7 при титруванні:

- а) сильної кислоти сильною основою;

- б) слабкої кислоти сильною основою;
- в) сильної основи сильною кислотою;
- г) слабкої основи сильною кислотою.

638. Вказати, яке середовище відповідає точці еквівалентності при титруванні розчину динатрій тетраборату хлоридною кислотою?

- а) нейтральне;                      б) кисле;
- в) слабколужне;                      г) лужне.

639. При титруванні сильної одноосновної кислоти сильною основою рН розчину до початку титрування визначається за формулою:

а)  $\text{pH} = \text{p}K_w - \text{p}K_{\text{осн.}} + \lg \frac{c_{\text{осн.}}}{c_{\text{солі}}}$ ;    б)  $\text{pH} = -\lg c_{\text{кисл.}}$ ;

в)  $\text{pH} = \frac{1}{2} \text{p}K_w$ ;                      г)  $\text{pH} = 14 + \lg c_{\text{осн.}}$ .

640. При титруванні сильної кислоти сильною основою рН розчину в точці еквівалентності визначається за формулою:

а)  $\text{pH} = 14 - \text{p}K_{\text{осн.}} + \lg \frac{c_{\text{осн.}}}{c_{\text{солі}}}$ ;    б)  $\text{pH} = -\lg c_{\text{кисл.}}$ ;

в)  $\text{pH} = \frac{1}{2} \text{p}K_w$ ;                      г)  $\text{pH} = 14 + \lg c_{\text{осн.}}$ .

641. При титруванні слабкої кислоти сильною основою рН розчину після точки еквівалентності визначається за формулою:

а)  $\text{pH} = -\lg c_{\text{кисл.}}$ ;                      б)  $\text{pH} = 14 - \text{p}K_{\text{осн.}} + \lg \frac{c_{\text{осн.}}}{c_{\text{солі}}}$ ;

в)  $\text{pH} = 14 + \lg c_{\text{осн.}}$ ;                      г)  $\text{pH} = \text{p}K_{\text{кисл.}} - \lg \frac{c_{\text{кисл.}}}{c_{\text{солі}}}$ .

642. При титруванні сильної основи рН розчину до початку титрування визначається за формулою

$$\text{а) } \text{pH} = \text{p}K_{\text{кисл.}} - \lg \frac{c_{\text{кисл.}}}{c_{\text{соли}}}; \quad \text{б) } \text{pH} = -\lg c_{\text{кисл.}};$$

$$\text{в) } \text{pH} = \frac{1}{2} \text{p}K_w; \quad \text{г) } \text{pH} = 14 + \lg c_{\text{осн.}}$$

643. При титруванні сильної основи сильною кислотою рН розчину в точці еквівалентності визначається за формулою:

$$\text{а) } \text{pH} = \text{p}K_{\text{кисл.}} - \lg \frac{c_{\text{кисл.}}}{c_{\text{соли}}}; \quad \text{б) } \text{pH} = -\lg c_{\text{кисл.}};$$

$$\text{в) } \text{pH} = \frac{1}{2} \text{p}K_w; \quad \text{г) } \text{pH} = 14 + \lg c_{\text{осн.}}$$

644. При титруванні сильної основи сильною кислотою рН розчину після точки еквівалентності визначається за формулою:

$$\text{а) } \text{pH} = -\lg c_{\text{кисл.}}; \quad \text{б) } \text{pH} = 14 - \text{p}K_{\text{осн.}} + \lg \frac{c_{\text{осн.}}}{c_{\text{соли}}};$$

$$\text{в) } \text{pH} = 14 + \lg c_{\text{осн.}}; \quad \text{г) } \text{pH} = \text{p}K_{\text{кисл.}} - \lg \frac{c_{\text{кисл.}}}{c_{\text{соли}}}.$$

645. Знайти значення рН у розчині, якщо до 20,00 см<sup>3</sup> 0,1 М розчину хлоридної кислоти додали 20,00 см<sup>3</sup> 0,1 М розчину натрій гідроксиду.

$$\text{а) } 1,0; \quad \text{б) } 2,30;$$

$$\text{в) } 4,3; \quad \text{г) } 7,0.$$

646. Коли починається стрибок титрування?

а) коли до розчину, концентрацію якого визначають, додають еквівалентну кількість титранту;

б) коли до розчину, концентрацію якого визначають, додають 0,1% надлишку титранту;

в) коли не відтитровано 0,1% кількості речовини розчину, який титрують.

647. рН розчину в точці еквівалентності менше 7 при титруванні:

- а) сильної кислоти сильною основою;
- б) слабкої кислоти сильною основою;
- в) слабкої основи сильною кислотою;
- г) сильної основи сильною кислотою.

648. При титруванні слабкої одноосновної кислоти рН розчину до початку титрування визначається за формулою:

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

б) 
$$\text{pH} = 14 + \lg c_{\text{осн.}};$$

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

г) 
$$\text{pH} = 14 - \text{p}K_{\text{осн.}} + \lg \frac{c_{\text{осн.}}}{c_{\text{солі}}}.$$

649. При титруванні слабкої основи сильною кислотою рН розчину в точці еквівалентності визначається за формулою:

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

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

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

г) 
$$\text{pH} = 14 - \text{p}K_{\text{осн.}} + \lg \frac{c_{\text{осн.}}}{c_{\text{солі}}}.$$

650. Знайти значення рН у розчині, якщо до 20,00 см<sup>3</sup> 0,1 М розчину ацетатної кислоти додали 20,00 см<sup>3</sup> 0,1 М розчину натрій гідроксиду.  $pK(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,76$ .

- а) 8,73;                      б) 4,76;  
в) 8,00;                      г) 5,27.

651. Знайти значення рН у розчині, якщо до 20,00 см<sup>3</sup> 0,1 М розчину амоній гідроксиду додали 22,00 см<sup>3</sup> 0,1 М розчину хлоридної кислоти.

- а) 3,61;                      б) 4,21;  
в) 2,32;                      г) 3,22.

652. Точка на кривій титрування слабкої кислоти сильною основою, коли відтитровано 50% слабкої кислоти, називається:

- а) кінцевою точкою титрування;  
б) початком стрибка титрування;  
в) кінцем стрибка титрування;  
г) точкою максимальної буферної ємності системи.

653. рН розчину в точці еквівалентності більше 7 при титруванні:

- а) сильної кислоти сильною основою;  
б) слабкої кислоти сильною основою;  
в) слабкої основи сильною кислотою;  
г) сильної основи сильною кислотою.

654. При титруванні слабкої основи рН розчину до початку титрування визначається за формулою:

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

б) 
$$\text{pH} = 14 - \text{p}K_{\text{осн.}} + \lg \frac{c_{\text{осн.}}}{c_{\text{солі}}};$$

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

$$\text{г) } \text{pH} = 14 - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{осн.}} + \frac{1}{2} \lg c_{\text{осн.}}$$

655. Розрахувати рН в точці на кривій титрування, якщо до 20,00 см<sup>3</sup> 0,1 М розчину амоній гідроксиду додали 10,00 см<sup>3</sup> 0,1 М розчину хлоридної кислоти.  $\text{p}K(\text{NH}_4\text{OH}) = 4,76$ .

$$\text{а) } 4,76; \quad \text{б) } 8,24;$$

$$\text{в) } 10,24; \quad \text{г) } 9,24.$$

656. При титруванні слабкої кислоти сильною основою рН розчину в точці еквівалентності визначається за формулою:

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

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

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

$$\text{г) } \text{pH} = \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{w}}.$$

657. Симетричними кривими кислотно-основного титрування є:

а) крива титрування сильної кислоти слабкою основою;

б) крива титрування сильної кислоти сильною основою;

в) крива титрування слабкої кислоти сильною основою;

г) крива титрування сильної основи сильною кислотою.

658. При титруванні слабкої основи сильною одноосновною кислотою рН розчину після точки еквівалентності визначається за формулою:

$$\text{а) } \text{pH} = -\lg c_{\text{кисл.}}; \quad \text{б) } \text{pH} = 14 + \lg c_{\text{осн.}};$$

$$\text{в) } \text{pH} = 14 - \text{p}K_{\text{осн.}} + \lg \frac{c_{\text{осн.}}}{c_{\text{соли.}}}; \quad \text{г) } \text{pH} = \text{p}K_{\text{кисл.}} - \lg \frac{c_{\text{кисл.}}}{c_{\text{соли.}}}$$

659. Яку формулу для розрахунку рН у розчині слід використовувати, якщо до 20,00 см<sup>3</sup> 0,1 М розчину ацетатної кислоти додали 10,00 см<sup>3</sup> 0,1 М розчину натрій гідроксиду?

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

б)  $\text{pH} = \frac{1}{2} \text{p}K(\text{CH}_3\text{COOH}) - \frac{1}{2} \lg c(\text{CH}_3\text{COOH})$ ;

в)  $\text{pH} = \text{p}K(\text{CH}_3\text{COOH}) - \lg \frac{c(\text{CH}_3\text{COOH})}{c(\text{CH}_3\text{COONa})}$ ;

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

660. Розрахувати рН розчину, якщо до 50,00 см<sup>3</sup> 0,1 М розчину формиатної кислоти додали 40,00 см<sup>3</sup> 0,1 М розчину натрій гідроксиду.  $\text{p}K(\text{HCOOH}) = 3,76$ .

а) 4,36;

б) 2,86;

в) 5,11;

г) 3,16.

661. Розрахувати рН розчину, якщо до 10,00 см<sup>3</sup> 0,2 М розчину ацетатної кислоти додали 10,00 см<sup>3</sup> 0,2 М розчину натрій гідроксиду.  $\text{p}K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,76$ .

а) 5,12;

б) 9,38;

в) 9,03;

г) 8,88.

662. Відповідно до йонної теорії В. Оствальда кислотно-основні індикатори є:

а) слабкі органічні кислоти і основи, що містять хромофоре групування;

б) слабкі органічні кислоти або основи, зміна забарвлення яких пов'язана зі зміщенням рівноваги дисоціації індикаторів (при зміні рН);

в) слабкі органічні кислоти або основи, що змінюють своє забарвлення в залежності від рН середовища внаслідок внутрішньомолекулярного перегрупування;

г) гетерофункціональні сполуки.

663. Вкажіть, які групування атомів є хромофорними, а які ауксохромними?

а)  $-\text{OH}$ ; б)  $-\text{N}=\text{O}$ ; в)  $=\text{C}=\text{S}$ ;

г)  ; д)  $-\text{OCH}_3$ ; е)  $-\text{N}=\text{N}-$ ;

є)  $-\text{OC}_2\text{H}_5$ ; ж)  $-\text{N}(\text{CH}_3)_2$ ; з)  $-\text{NH}_2$ .

664. Що є причиною виникнення малинового забарвлення розчину фенолфталеїну з позиції хромофорної теорії індикаторів?

а) зміщення рівноваги дисоціації індикатора-кислоти вліво;

б) зміщення рівноваги дисоціації індикатора-кислоти і рівноваги таутомерного перетворення індикатора вправо при зміні рН середовища;

в) зникнення хромофорної групи, при перегрупуванні атомів в молекулі індикатора при зміні рН середовища;

г) утворення хромофорної групи при перегрупуванні атомів в молекулі індикатора при зміні рН середовища.

665. Яке визначення найбільш повно характеризує кислотно-основні індикатори і причину зміни їх забарвлення відповідно йонно-хромофорної теорії?

а) забарвлені органічні кислоти або основи, що змінюють своє забарвлення в залежності від рН середовища;

б) слабкі органічні кислоти і основи, що містять хромофорне групування;

в) слабкі органічні кислоти або основи, що змінюють своє забарвлення в залежності від рН середовища внаслідок внутрішньомолекулярного перегрупування;

г) слабкі органічні кислоти або основи, зміна забарвлення яких пов'язана зі зміщенням рівноваги дисоціації індикаторів (при зміні рН), що супроводжується зміною структури індикаторів з появою або зникненням хромофорних груп, або з заміною одних хромофорних груп іншими.

666. Яким вимогам повинні задовольняти кислотно-основні індикатори?

а) кислотна і основна форма повинні значно відрізнятися за забарвленням;

б) зміна забарвлення повинна бути необоротною;

в) зміна забарвлення повинна бути оборотною;

г) інтервал переходу повинен бути по можливості вузьким;

д) інтервал переходу повинен бути якомога більшим.

667. Зазначити інтервал переходу метилового оранжевого:

а)  $3,1 \div 4,4$ ;

б)  $4,2 \div 6,2$ ;

в)  $8,2 \div 10,2$ ;

г)  $5,0 \div 8,0$ .

668. Вказати забарвлення індикатора метилового оранжевого при рН, рівному 7.

а) безбарвний;

б) рожевий;

в) червоний;

г) жовтий.

669. Вказати, який індикатор необхідно застосовувати при титруванні амоній гідроксиду хлоридною кислотою?

а) метиловий оранжевий;

б) фероїн;

в) фенолфталеїн;

г) дифеніламін.

670. рН розчину в точці еквівалентності дорівнює 8,8. Вказати, який індикатор необхідно взяти для титрування?
- а) фенолфталеїн;
  - б) лакмус;
  - в) метиловий оранжевий;
  - г) метиловий червоний.
671. Обчислити нормальну концентрацію розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , титр якого дорівнює  $0,01223 \text{ г/см}^3$ .  $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,08 \text{ г/моль}$ .
- а)  $0,02494 \text{ моль/дм}^3$ ;
  - б)  $0,25 \text{ моль/дм}^3$ ;
  - в)  $0,2494 \text{ моль/дм}^3$ ;
  - г)  $0,1247 \text{ моль/дм}^3$ .
672. Вказати, який з кислотно-основних індикаторів належить до однокольорових?
- а) метиловий оранжевий;
  - б) лакмус;
  - в) метиловий червоний;
  - г) фенолфталеїн.
673. Зазначити інтервал переходу метилового червоного:
- а)  $3,1 \div 4,4$ ;
  - б)  $4,2 \div 6,2$ ;
  - в)  $8,2 \div 10,2$ ;
  - г)  $5,0 \div 8,0$ .
674. Проводячи візуальне спостереження під час титрування, метиловий оранжевий можливо використовувати:
- а) при титруванні сильної кислоти сильною основою;
  - б) при титруванні сильної основи сильною кислотою;
  - в) при титруванні слабкої кислоти сильною основою;
  - г) при титруванні слабкої основи сильною кислотою.
675. Розрахувати рН розчину, якщо до  $20,00 \text{ см}^3$   $0,2 \text{ M}$  розчину амоній гідроксиду додали  $15,00 \text{ см}^3$   $0,2 \text{ M}$  розчину хлоридної кислоти.  $pK(\text{NH}_4\text{OH}) = 4,76$ .
- а) 4,28;
  - б) 8,76;

в) 5,24;

г) 9,72.

676. Які індикатори групи Б можна використати для випадків титрування, наведених в групі А?

А

а) 10,00 см<sup>3</sup> 0,1 М НСІ + 10,00 см<sup>3</sup> 0,1 М NaOH;

б) 10,00 см<sup>3</sup> 0,1 М СН<sub>3</sub>СООН + 10,00 см<sup>3</sup> 0,1 М NaOH;

в) 10,00 см<sup>3</sup> 0,1 М NH<sub>4</sub>ОН + 10,00 см<sup>3</sup> 0,1 М НСІ;

г) 10,00 см<sup>3</sup> 0,01 М НСІ + 10,00 см<sup>3</sup> 0,01 М NaOH;

д) 10,00 см<sup>3</sup> 1,0 М НСІ + 10,00 см<sup>3</sup> 1,0 М NaOH.

Б

а) метиловий оранжевий (рТ = 4,0);

б) метиловий червоний (рТ = 5,5);

в) фенолфталеїн (рТ = 9,0).

677. Знайти титр розчину сульфатної кислоти з молярною концентрацією речовини еквівалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>.  
M(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) = 98,08 г/моль.

а) 0,01962 г/см<sup>3</sup>;

б) 0,003923 г/см<sup>3</sup>;

в) 0,009808 г/см<sup>3</sup>;

г) 0,004904 г/см<sup>3</sup>.

678. Який вигляд має вираз для обчислення інтервалу переходу забарвлення індикатора кислоти:

а)  $K(\text{HInd}) = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{Ind}^-]}{[\text{HInd}]}$ ;

б)  $\text{pH} = \text{p}K(\text{HInd}) - \lg \frac{[\text{HInd}^{\text{B}}]}{[\text{Ind}^-]}$ ;

в)  $\Delta \text{pH} = \text{p}K(\text{HInd}) \pm 1$ ;

г)  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^{1+}]$ .

679. Зазначити інтервал переходу індикатора лакмуса:

а) 3,1 ÷ 4,4;

б) 4,2 ÷ 6,2;

в)  $8,2 \div 10,2$ ;                      г)  $5,0 \div 8,0$ .

680. Індикаторна похибка вважається допустимою, якщо вона не перевищує:

а) 0,01%;                      б) 0,2%;  
в) 0,1%;                      г) 0,02%.

681. Титр розчину калій гідроксиду дорівнює  $0,005727 \text{ г/см}^3$ . Обчислити титр розчину калій гідроксиду за сульфатною кислотою.  $M(\text{KOH}) = 56,11 \text{ г/моль}$ ;  
 $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,08 \text{ г/моль}$ .

а)  $0,05005 \text{ г/см}^3$ ;                      б)  $0,005002 \text{ г/см}^3$ ;  
в)  $0,01010 \text{ г/см}^3$ ;                      г)  $0,006526 \text{ г/см}^3$ .

682. Вкажіть інтервал переходу індикатора фенолфталеїну:

а)  $3,1 \div 4,4$ ;                      б)  $4,2 \div 6,2$ ;  
в)  $8,2 \div 10,0$ ;                      г)  $5,0 \div 8,0$ .

683. При титруванні слабкої кислоти сильною основою для фіксування точки еквівалентності необхідно використовувати індикатор:

а) фенолфталеїн;                      б) метиловий червоний;  
в) метиловий оранжевий;                      г) фероїн.

684. При якому співвідношенні двох форм індикатору ми спостерігаємо забарвлення: 1) кислотної форми, 2) лужної форми, 3) перехідне забарвлення?

а)  $\frac{C_{\text{кисл.ф.}}}{C_{\text{луж.ф.}}} \leq \frac{1}{10}$ ;                      б)  $\frac{C_{\text{кисл.ф.}}}{C_{\text{луж.ф.}}} \geq 10$ ;

в)  $\frac{C_{\text{кисл.ф.}}}{C_{\text{луж.ф.}}} < 10$ ;                      г)  $\frac{C_{\text{кисл.ф.}}}{C_{\text{луж.ф.}}} > \frac{1}{10}$ .

685. Для індикаторів групи А вкажіть в групі Б зміну забарвлення при переході від кислотної форми до лужної, а в групі В – інтервал переходу.

А

- а) фенолфталеїн; б) лакмус;  
в) метиловий оранжевий; г) метиловий червоний.

Б

- а) червоний – оранжево-жовтий;  
б) червоний – жовтий;  
в) безбарвний – малиновий;  
г) жовтий – червоний;  
д) червоний – синій;  
е) червоний – безбарвний.

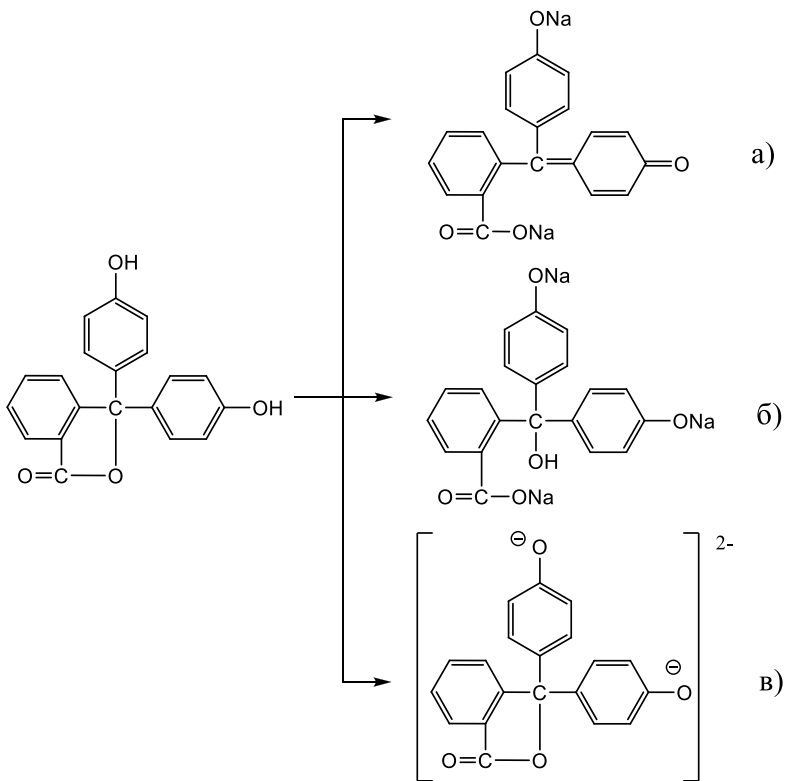
В

- а)  $4,2 \div 6,2$ ; б)  $8,2 \div 10,0$ ;  
в)  $5,0 \div 8,0$ ; г)  $3,1 \div 4,4$ .

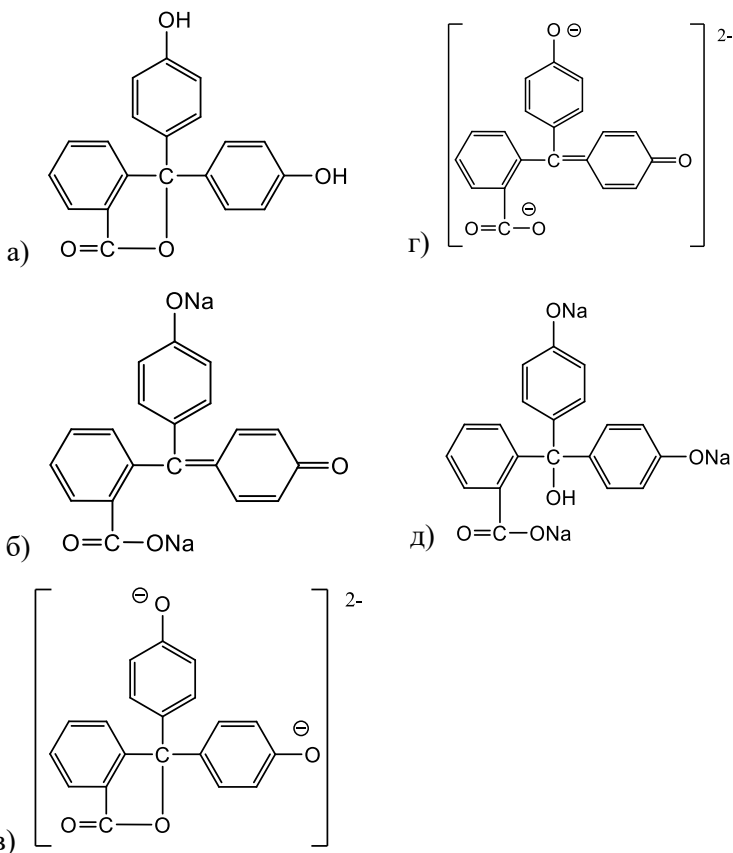
686. Які з перерахованих факторів впливають на показники індикаторів кислотно-основного титрування?

- а) температура;  
б) присутність органічних розчинників;  
в) присутність солей;  
г) присутність білків і колоїдів;  
д) концентрація індикатора;  
е) концентрація титранту;  
є) порядок титрування;  
ж) рН в точці еквівалентності.

687. Які структурні зміни відбуваються в молекулі фенолфталеїну при рН  $8,2 \div 10,0$ ?



688. Утворенням якої сполуки можна пояснити знебарвлення малинового кольору фенолфталеїну в сильно лужних середовищах (pH  $\approx$  13 – 14)?



689. Яке забарвлення, вказане в групі Б, має метиловий оранжевий при значеннях рН розчину, вказаних в групі А?

А  
а) 1,0;    б) 3,4;    в) 4,2;    г) 7,0.

Б  
а) червоне;                      б) оранжево-червоне;  
в) червоно-оранжеве;        г) оранжево-жовте.

690. Який принцип використовується при виборі індикатора в кислотно-основному титруванні?

а) інтервал переходу індикатора має бути рівним стрибку титрування;

б) показник титрування індикатора ( $pT$ ) повинен бути по можливості ближчим до значення  $pH$  в точці еквівалентності;

в) необхідно, щоб  $pT$  індикатора співпадав зі значенням  $pH$  в точці еквівалентності;

г) для титрування можна використовувати лише ті індикатори, інтервал переходу яких хоч би частково входить в межі стрибка  $pH$  на кривій титрування.

691. В кінцевій точці титрування в розчині міститься:

а) надлишок гідроксид- іонів;

б) надлишок йонів гідроксонію;

в) надлишок слабкої кислоти;

г) надлишок слабкої основи.

Яка з індикаторних похибок має місце?

а) гідрогенна;

б) гідроксидна;

в) кислотна;

г) основна.

692. Маємо три кислотно-основних індикатори:

1) метиловий оранжевий ( $pT = 4,0$ ),

2) метиловий червоний ( $pT = 5,5$ ),

3) фенолфталеїн ( $pT = 9,0$ ).

Який з цих індикаторів буде фіксувати з найменшою похибкою точку еквівалентності при титруванні  $0,1 M$  розчину хлоридної кислоти  $0,1 M$  розчином натрій гідроксиду?

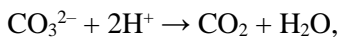
693. Водний розчин магній оксиду в основному є суспензією магній гідроксиду. Який із способів визначення вмісту магній гідроксиду в цьому розчині є переважним?

а) пряме титрування стандартним розчином кислоти.

б) обернене титрування, засноване на додаванні надлишку стандартного розчину кислоти з подальшим титруванням кислоти, яка не прореагувала, стандартним розчином лугу;

в) титрування замісника.

694. При стандартизації розчину сульфатної кислоти за натрій карбонатом на титрування 10,00 см<sup>3</sup> розчину натрій карбонату з титром 0,005300 г/см<sup>3</sup> використано 20,00 см<sup>3</sup> розчину сульфатної кислоти. Беручи до уваги, що реакція проходить за рівнянням:



визначити титр розчину сульфатної кислоти.

$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,08$  г/моль;  $M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106,0$  г/моль.

а) 0,004904; б) 0,002452; в) 0,05000.

695. Розрахунок рН початкової ділянки кривої титрування суміші сильної і слабкої кислот ( $K = 1 \cdot 10^{-4}$ ) проводять за:

а) концентрацією  $\text{H}^+$ , утворених при дисоціації розчинника;

б) концентрацією  $\text{H}^+$ , утворених при дисоціації слабкої кислоти;

в) концентрацією  $\text{H}^+$ , утворених при дисоціації сильної кислоти;

г) загальною концентрацією  $\text{H}^+$ , утворених при дисоціації суміші слабкої кислоти та розчинника.

696. При титруванні суміші слабкої ( $K = 1 \cdot 10^{-4}$ ) та сильної кислот рН в першій точці еквівалентності визначають:

а) за концентрацією  $H^{1+}$ , утворених при дисоціації розчинника;

б) за концентрацією  $H^{1+}$ , утворених при дисоціації слабкої кислоти;

в) за концентрацією  $H^{1+}$ , утворених при дисоціації сильної кислоти.

697. При титруванні суміші слабкої ( $K = 1 \cdot 10^{-4}$ ) та сильної кислот в другій точці еквівалентності утворюється:

а) середня сіль, внаслідок відтитрування слабкої кислоти;

б) середня сіль, внаслідок відтитрування сильної кислоти;

в) кисла сіль, внаслідок відтитрування слабкої кислоти.

698. При якому співвідношенні констант йонізації можливе постадійне титрування багатоосновних кислот, роздільне титрування сумішей слабких кислот?

а)  $K_1/K_2 \geq 10^4$ ;                      б)  $pK_2 - pK_1 \geq 4$ ;

в)  $K_1/K_2 \geq 4$ ;                              г)  $K_1/K_2 \geq 10^{-4}$ .

699. Які з наведених нижче багатоосновних кислот можна титрувати постадійно?

а)  $H_2C_2O_4$  ( $pK_1 = 1,25$ ;  $pK_2 = 4,27$ );

б)  $H_2SO_4$  ( $pK_2 = 1,94$ );

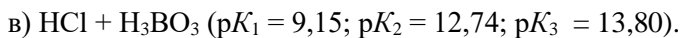
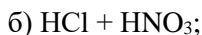
в)  $H_3PO_4$  ( $pK_1 = 2,15$ ;  $pK_2 = 7,21$ ;  $pK_3 = 12,0$ );

г)  $H_2C_4H_4O_4$  ( $pK_1 = 4,21$ ;  $pK_2 = 5,63$ );

д)  $H_2CO_3$  ( $pK_1 = 6,35$ ;  $pK_2 = 10,32$ );

е)  $H_2C_4H_4O_6$  ( $pK_1 = 2,89$ ;  $pK_2 = 4,52$ ).

700. Чи можливе постадійне титрування наступних сумішей кислот?



701. Які способи визначення вмісту  $\text{H}_3\text{PO}_4$  в розчині, наведені в групі А, вірні? В групі Б знайдіть молярні маси речовини еквівалента  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , які відповідають випадкам титрування, вказаним в групі А.

А

а) пряме титрування  $\text{H}_3\text{PO}_4$  стандартним розчином натрій гідроксиду з індикатором метиловим оранжевим;

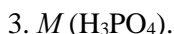
б) пряме титрування  $\text{H}_3\text{PO}_4$  стандартним розчином натрій гідроксиду з індикатором фенолфталеїном;

в) пряме титрування  $\text{H}_3\text{PO}_4$  стандартним розчином натрій гідроксиду як трьохосновної кислоти;

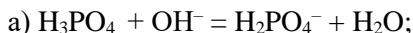
г) пряме титрування  $\text{H}_3\text{PO}_4$  стандартним розчином натрій гідроксиду з індикатором тимолфталеїном (інтервал переходу 9,3 – 10,5);

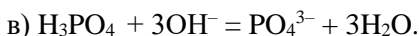
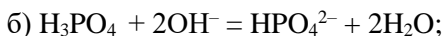
д) заміщення  $\text{H}_3\text{PO}_4$  еквівалентною кількістю  $\text{HCl}$  при дії  $\text{CaCl}_2$  з наступним титруванням замісника розчином натрій гідроксиду з індикатором фенолфталеїном.

Б



702. Вкажіть рівняння хімічної реакції, що проходить при титруванні фосфатної кислоти стандартним розчином натрій гідроксиду з індикатором фенолфталеїном.





703. При титруванні розчину фосфатної(V) кислоти першу точку еквівалентності фіксують за допомогою індикатора:

а) метилового оранжевого;      б) фенолфталеїну;

в) лакмусу;      г) еозину.

704. Чому дорівнює фактор еквівалентності фосфатної(V) кислоти при її визначенні титруванням замісника?

$$\text{а) } f_{\text{екв.}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{2}; \quad \text{б) } f_{\text{екв.}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{3};$$

$$\text{в) } f_{\text{екв.}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{6}; \quad \text{г) } f_{\text{екв.}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1.$$

705. При титруванні розчину фосфатної(V) кислоти другу точку еквівалентності фіксують за допомогою індикатора:

а) метилового оранжевого;      б) фенолфталеїну;

в) метилового червоного;      г) еозину.

706. При взаємодії розчину фосфатної(V) кислоти з розчином натрій гідроксиду третю точку еквівалентності розраховують за формулою:

$$\text{а) } \text{pH} = \frac{\text{p}K_1 + \text{p}K_2}{2};$$

$$\text{б) } \text{pH} = \frac{\text{p}K_2 + \text{p}K_3}{2};$$

$$\text{в) } \text{pH} = 7 + \frac{1}{2}\text{p}K_3(\text{H}_3\text{PO}_4) + \frac{1}{2}\lg c_{\text{сол.}};$$

$$\text{г) } \text{pH} = 7 - \frac{1}{2}\text{p}K_{\text{осн.}} - \frac{1}{2}\lg c_{\text{сол.}}.$$

707. При титруванні солі, утвореної сильною основою та слабкою кислотою, рН розчину до початку титрування визначається за формулою:

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

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

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

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

708. При титруванні солі, утвореної сильною основою та слабкою кислотою, рН розчину в точці еквівалентності визначається за формулою:

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

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

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

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

709. При титруванні солі, утвореної сильною основою та слабкою кислотою, рН розчину після точки еквівалентності визначається за формулою:

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

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

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

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

710. Які солі, що утворені сильною основою та слабкою кислотою, можна визначати прямим титруванням стандартним розчином сильної кислоти?

- а) якщо  $pK$  кислоти, що утворює сіль  $\geq 6$ ;
- б) якщо  $pK$  кислоти, що утворює сіль  $\leq 6$ ;
- в) якщо  $pK$  кислоти, що утворює сіль  $\leq 8$ ;
- г) якщо  $pK$  кислоти, що утворює сіль  $\geq 8$ .

711. Які одиниці виміру твердості води?

- а) моль еквівалента/дм<sup>3</sup>;
- б) дм<sup>3</sup>/ммоль еквівалента;
- в) г/моль еквівалента;
- г) ммоль еквівалента/дм<sup>3</sup>.

712. Вкажіть, наявність яких солей обумовлює тимчасову твердість води:

- а)  $\text{CaCO}_3$ ;
- б)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;
- в)  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ;
- г)  $\text{MgCO}_3$ ;
- д)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ;
- е)  $\text{FeCl}_3$ .

713. Який індикатор використовують при визначенні карбонатної твердості води кислотно-основним титруванням?

- а) метиловий оранжевий;
- б) метиловий червоний;
- в) фенолфталеїн.

714. Як усунути тимчасову твердість води?

- а) додати еквівалентну кількість луку;
- в) прокип'ятити;
- г) додати еквівалентну кількість кислоти.

715. При титруванні розчину динатрій карбонату, рН розчину до початку титрування розраховують за формулою:

$$\text{а) } \text{pH} = 7 + \frac{1}{2} \text{p}K_1(\text{H}_2\text{CO}_3) + \frac{1}{2} \lg c_{\text{солі}};$$

$$\text{б) } \text{pH} = 7 + \frac{1}{2} \text{p}K_2(\text{H}_2\text{CO}_3) + \frac{1}{2} \lg c_{\text{солі}};$$

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

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

716. Чому дорівнює рН розчину в першій точці еквівалентності при титруванні суміші натрій гідрокарбонату та динатрій карбонату.  $\text{p}K_1(\text{H}_2\text{CO}_3) = 6,31$ ;  $\text{p}K_2(\text{H}_2\text{CO}_3) = 10,32$ .

$$\text{а) } 8,32;$$

$$\text{б) } 3,81;$$

$$\text{в) } 11,66;$$

$$\text{г) } 10,38.$$

717. При титруванні суміші натрій гідрокарбонату та динатрій карбонату з індикатором фенолфталеїном динатрій карбонат відтитровується до:

а) кислій солі;

б) середньої солі;

в) слабкої кислоти;

г) сильної основи.

718. Яка маса динатрій карбонату міститься в розчині, якщо на його титрування з метиловим оранжевим витрачається  $23,00 \text{ см}^3$   $0,1020 \text{ н.}$  розчину  $\text{HCl}$ .  $M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 105,99 \text{ г/моль}$ .

$$\text{а) } 235,02 \text{ мг};$$

$$\text{б) } 470,04 \text{ мг};$$

$$\text{в) } 124,33 \text{ мг};$$

$$\text{г) } 248,65 \text{ мг}.$$

719. Яка схема титрування аліквоти суміші динатрій карбонату та натрій гідроксиду з двома індикаторами правильна?

NaOH	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
V <sub>1</sub> (HCl)	V <sub>2</sub> (HCl)

метил-оранж                      фенолфталеїн  
а)

NaOH	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
V <sub>1</sub> (HCl)	
V <sub>2</sub> (HCl)	

фенолфталеїн                      метил-оранж  
б)

NaOH	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
V <sub>1</sub> (HCl)	V <sub>2</sub> (HCl)

метил-оранж                      фенолфталеїн  
в)

NaOH	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
V <sub>1</sub> (HCl)	V <sub>2</sub> (HCl)

фенолфталеїн                      метилоранж  
г)

720. За якою формулою, наведеною в групі Б, можна розрахувати рН в точці еквівалентності при титруванні 0,1 М розчину Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,1 М розчином HCl з індикатором, вказаним в групі А?

А

- а) метиловий оранжевий;
- б) фенолфталеїн.

Б

а)  $pH = pK_1 - \lg \frac{c_{\text{кисл.}}}{c_{\text{соли}}}$ .

б)  $pH = \frac{pK_1 + pK_2}{2}$ ;

в)  $pH = \frac{1}{2}pK_1 - \frac{1}{2}\lg c_{\text{кисл.}}$ ;

$$\text{г) } \text{pH} = \frac{1}{2} \text{p}K_w + \frac{1}{2} \text{p}K_1 + \frac{1}{2} \lg c_{\text{соп.і}}.$$

721. Яка з наступних речовин: а) KOH; б) K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; в) KHCO<sub>3</sub> присутня в розчині, якщо:

а) розчин не показує лужної реакції з фенолфталеїном, але може бути відтитрований хлоридною кислотою з метиловим оранжевим.

б) на титрування з фенолфталеїном йде вдвічі менша кількість хлоридної кислоти, ніж з метиловим оранжевим.

в) на титрування з фенолфталеїном і метиловим оранжевим йде однакова кількість хлоридної кислоти.

722. Яким чином можна визначити вміст луку в зразку, забрудненому карбонатом?

а) відтитрувати хлоридною кислотою з фенолфталеїном;

б) відтитрувати хлоридною кислотою з метиловим оранжевим;

в) відтитрувати розчин хлоридною кислотою з фенолфталеїном, потім дотитрувати з метиловим оранжевим;

г) проводити титрування, використовуючи дві аліквоти. Одну аліквоту титрувати хлоридною кислотою з фенолфталеїном, іншу – хлоридною кислотою з метиловим оранжевим;

д) визначення проводять, використовуючи дві аліквоти. Одну аліквоту відтитрувати хлоридною кислотою з метиловим оранжевим, в іншій – попередньо осадити CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>-іони, додаючи BaCl<sub>2</sub>, і відтитрувати зразок хлоридною кислотою з фенолфталеїном.

723. Вміст яких з вказаних солей може бути визначений прямим кислотно-основним титруванням у водних розчинах?

- а)  $\text{CaCO}_3$ ;      б)  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ;      в)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;  
г)  $\text{NaCl}$ ;      д)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;      е)  $\text{NaHCO}_3$ ;  
є)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ;      ж)  $\text{CaCl}_2$ ;      з)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ;  
і)  $\text{KCN}$ ;      ї)  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ .

724. Які індикатори групи Б можна використовувати для випадків титрування, наведених в групі А?

А

- а) 0,1 н.  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  + 0,1 М  $\text{HCl}$ ;  
б) 0,1 М  $\text{KCN}$  + 0,1 М  $\text{HCl}$ ;  
в) 0,1 М  $\text{NaHCO}_3$  + 0,1 М  $\text{HCl}$ .

Б

- а) метиловий оранжевий;  
б) метиловий червоний;  
в) фенолфталеїн.

725. Які з вказаних речовин визначають титруванням замісника?

- а)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;      б)  $\text{KCN}$ ;  
в)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;      г)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .

726. Рівняння матеріального балансу при визначенні солей амонію формальдегідним методом має вигляд:

- а)  $n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{NaOH})$ ;  
б)  $n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{HCOH})$ ;  
в)  $n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{NaOH}) - n(\text{HCl})$ ;  
г)  $n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{HCl})$ .

727. Який індикатор використовують при визначенні Нітрогену за методом К'ельдаля?

- а) фенолфталеїн;            б) метиловий оранжевий;  
в) лакмус;                    г) еозин.

728. Рівняння матеріального балансу за кількістю речовини еквівалента при визначенні солей амонію методом оберненого кислотного-основного титрування має вигляд:

- а)  $n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{NaOH})$ ;  
б)  $n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl})$ ;  
в)  $n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{NaOH}) - n(\text{HCl})$ ;  
г)  $n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{HCl})$ .

729. Який із кислотно-основних індикаторів групи Б дозволяє правильно визначати вміст Нітрогену за методом, вказаним у групі А?

А

- а) формальдегідний метод;  
б) метод К'ельдаля.

Б

- а) метиловий оранжевий;  
б) метиловий червоний;  
в) фенолфталеїн.

730. Для визначення вмісту солей амонію амоніак відганяють у приймач з відомою кількістю сульфатної кислоти, надлишок якої потім відтитрують лугом. Який індикатор потрібно використати?

- а) фенолфталеїн;  
б) метиловий оранжевий;  
в) лакмус.

731. Визначення солей амонію за способом оберненого титрування засноване на тому, що:

а) до розчину солі амонію додають еквівалентну кількість стандартного розчину натрій гідроксиду;

б) до розчину солі амонію додають точно відміряний надлишок стандартного розчину натрій гідроксиду, нагрівають до повного видалення амоніаку, залишок натрій гідроксиду відтитровують стандартним розчином сильної кислоти;

в) до розчину солі амонію додають надлишок розчину формальдегіду. Виділені гідроген-іони титрують стандартним розчином натрій гідроксиду у присутності фенолфталеїну.

732. Який прийом використовується при визначенні кальцій карбонату кислотно-основним титруванням?

- а) пряме титрування;
- б) обернене титрування;
- в) титрування замісника;
- г) реверсивне титрування.

733. Яким чином, використовуючи кислотно-основне титрування, можна визначити вміст  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  в розчині?

а) прямим титруванням розчином натрій гідроксиду з фенолфталеїном;

б) прямим титруванням розчином хлоридної кислоти з метиловим оранжевим;

в) титруванням замісника, заснованим на додаванні до розчину  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  надлишку розчину  $\text{CaCl}_2$  і титруванням хлоридної кислоти, що виділилась, стандартним розчином лугу.

### ТЕМА 5.3. Методи окисно-відновного титрування

Сутність і класифікація методів окисно-відновного титрування. Особливості реакцій окиснення-відновлення, які заважають їх використанню в аналізі. Константа рівноваги редокс-реакцій, її значення; зв'язок константи рівноваги з стандартними окисно-відновними потенціалами. Фактори, які впливають на швидкість реакцій окиснення-відновлення. Спряжені окисно-відновні реакції.

Криві окисно-відновного титрування. Фактори, які впливають на характер кривих титрування: концентрація гідроген-іонів, концентрація окисненої і відновленої форм, комплексоутворення, йонна сила розчину.

Безіндикаторні та індикаторні способи фіксування точки еквівалентності в редоксметрії. Специфічні та редоксіндикатори. Характеристика важливих редоксіндикаторів (дифеніламін, фенілантранілова кислота, фероїн).

Способи попереднього окиснення або відновлення речовин, які визначають.

**Перманганометрія.** Загальна характеристика методу. Робочі розчини. Стандартні речовини. Способи фіксування точки еквівалентності. Способи титрування (пряме, зворотне (обернене), реверсивне титрування).

Застосування перманганометрії. Визначення окисників, відновників і речовин, які не мають окисно-відновних властивостей. Визначення ферум(II)-, манган(II)-, нітрат(III)-, оксалат-іонів, дигідроген пероксиду, кальцій-іонів.

Недоліки використання калій перманганату (калій тетраоксоманганату(VII)) при титруванні.

**Дихроматометрія.** Загальна характеристика методу. Робочий розчин. Фіксування точки еквівалентності.

Застосування методу. Титрування ферум(II)-іонів. Переваги і недоліки методу в порівнянні з перманганатометрією.

**Йодоμεстрія.** Загальна характеристика методу. Система йод/йодид як окисник або відновник. Робочі розчини в йодоμεстрії, їх приготування, та стандартизація. Способи фіксування точки еквівалентності в йодоμεстрії. Йодоμεтричне визначення окисників, відновників. Визначення арсенатів(III), арсенатів(V), сульфат(IV), ферум(III)-, купрум(II)-іонів, визначення активного хлору у хлорному вапні, дигідроген пероксиду. Йодоμεтричне визначення сильних кислот.

Недоліки методу.

*Поняття про методи ванадатометрії, цериметрії, титанометрії, броматометрії, аскорбінометрії.*

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ

734. Титрують йони  $\text{Fe}^{2+}$  розчином калій перманганату. За яким із рівнянь, наведених в групі Б, зазвичай розраховують окисно-відновний потенціал даної системи для випадків титрування, вказаних в групі А?

А

- а) до точки еквівалентності;
- б) в точці еквівалентності;
- в) додано надлишок розчину  $\text{KMnO}_4$ .

Б

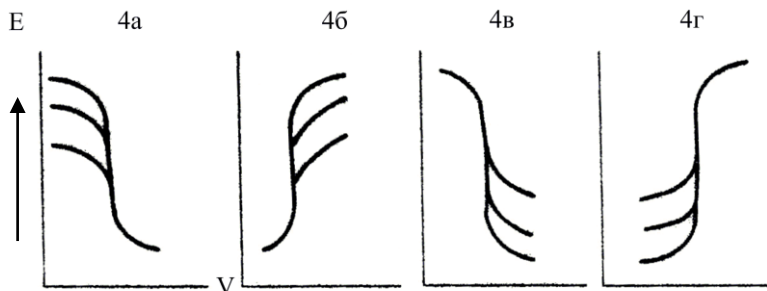
$$\text{а) } E(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = E^{\circ}(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) + \frac{0,059}{1} \lg \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]};$$

$$\text{б) } E(\text{MnO}_4^{1-}/\text{Mn}^{2+}) = E^{\circ}(\text{MnO}_4^{1-}/\text{Mn}^{2+}) + \frac{0,059}{5} \lg \frac{[\text{MnO}_4^{1-}][\text{H}^{1+}]^8}{[\text{Mn}^{2+}]};$$

$$в) E = \frac{1E^{\circ}(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) + 5E^{\circ}(\text{MnO}_4^{-}/\text{Mn}^{2+})}{5+1} - \frac{0,059}{6} \lg \frac{1}{[\text{H}^{+}]^8}.$$

735. На рисунку наведені криві окисно-відновного титрування. Який з варіантів відповідає титруванню:

- а) різних окисників одним і тим же відновником;
- б) різних відновників одним і тим же окисником;
- в) одного і того ж окисника відновниками різної сили;
- г) одного і того ж відновника окисниками різної сили.



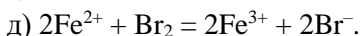
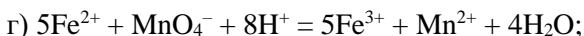
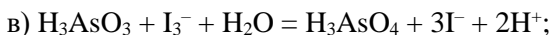
Криві окисно-відновного титрування

736. Які фактори впливають на ширину стрибка титрування в окисно-відновному титруванні?

- а) природа окисника і відновника;
- б) концентрація гідроген-іонів;
- в) температура;
- г) комплексоутворення;
- д) концентрація розчину, який титрують, та титранту.

737. Для яких реакцій, що наведені нижче, криві окисно-відновного титрування залежать від концентрації титранту?

- а)  $6\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^{+} = 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ ;
- б)  $\text{Ce}^{\text{IV}} + \text{Fe}^{2+} = \text{Ce}^{\text{III}} + \text{Fe}^{3+}$ ;



738. В яких методах окисно-відновного титрування можливе безіндикаторне титрування?

а) перманганатометрія; б) дихроматометрія;

в) йодометрія; г) бромометрія;

д) цериметрія.

739. Які з наведених в групі А індикаторів є специфічними, а які – окисно-відновними? В групі Б вкажіть зміну забарвлення окисно-відновних індикаторів групи А при переході з відновленої форми в окиснену.

А

а) крохмаль;

б) фероїн;

в) натрій дифеніламінсульфонат; г) калій тіоціанат;

д) N-фенілантранілова кислота; е) дифеніламін.

Б

а) червоне – блідо-блакитне;

б) безбарвне – фіолетово-червоне;

в) безбарвне – синє;

г) блакитне – червоне;

д) безбарвне – фіолетове.

740. За якою формулою обчислюють інтервал переходу забарвлення окисно-відновного індикатора?

а)  $E^{\circ}_{\text{Ind}} \pm 1$ ;

б)  $E^{\circ}_{\text{Ind}} \pm 0,059$ ;

в)  $E^{\circ}_{\text{Ind}} \pm 0,059/n$ ;

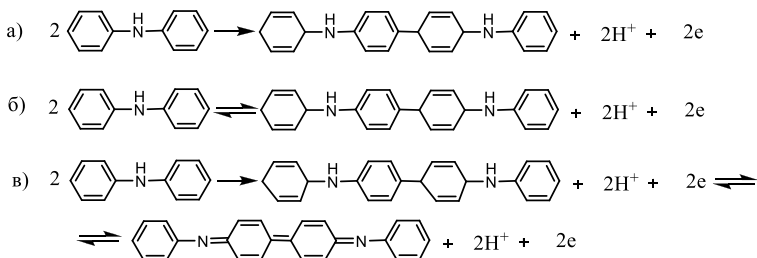
г)  $pK_{\text{Ind}} \pm 1$ .

741. Якою повинна бути мінімальна різниця в стандартних (або реальних) окисно-відновних потенціалах титранту і сполуки, яку титрують, щоб отримати стрибок, який

дозволяє успішно провести титрування з окисно-відновними індикаторами?

- а) 0,2 В;      б) 1,0 В;      в) 0,1 В.

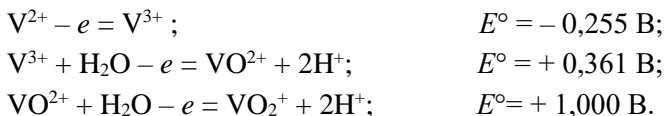
742. Який процес перетворення дифеніламіну має місце при обробці індикатора в кислих розчинах сильним окисником?



743. На скільки повинні відрізнятись стандартні окисно-відновні потенціали редокс пар, щоб можна було провести роздільне титрування декількох речовин або титрування однієї речовини, здатної до ступінчастого окиснення або відновлення?

- а) 0,2 В;      б) 0,6 В;      в) 1,0 В.

744. Окиснення ванадію(II) до ванадію(III), ванадію(III) до ванадію(IV) і ванадію(IV) до ванадію(V) проходить за схемами:



Чи можливе ступінчасте титрування?

745. Які умови приготування стандартного розчину  $\text{KMnO}_4$  правильні?

а) точну наважку  $\text{KMnO}_4$  розчиняють у визначеному об'ємі води;

б) готують розчин  $\text{KMnO}_4$  приблизної концентрації і безпосередньо після приготування стандартизують;

в) готують розчин  $\text{KMnO}_4$  приблизної концентрації, кип'ятять 20-30 хвилин, охолоджують, фільтрують через паперовий фільтр, потім стандартизують;

г) те ж саме, що і пункт в), але фільтрування проводять через скляний фільтр;

д) готують розчин калій перманганату приблизної концентрації, через 7-10 днів фільтрують через скляний фільтр, потім стандартизують.

746. Які з вказаних речовин використовують для стандартизації розчину  $\text{KMnO}_4$ ?

а)  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ;

б)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;

в)  $\text{As}_2\text{O}_3$ ;

г)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;

д)  $\text{Fe}$ ;

е)  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;

є)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ; ж)  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

747. При стандартизації розчину калій перманганату до розчину оксалатної кислоти додали сульфатної кислоти. Після додавання перших крапель розчину калій перманганату розчин, що титрують, набув червоно-фіолетового забарвлення, яке з часом зникає. Що треба зробити, щоб правильно провести титрування?

а) розчин перед титруванням необхідно нагріти до кипіння;

б) розчин перед титруванням необхідно нагріти до 60-80 °С;

в) сульфатну кислоту замінити фосфатною;

г) перед титруванням до розчину можна додати декілька крапель манган сульфату.

748. Написати рівняння окисно-відновної реакції в молекулярному вигляді, яка проходить при стандартизації розчину калій перманганату за оксалатною кислотою, і підрахувати суму коефіцієнтів.

а) 31; б) 36; в) 21; г) 41.

749. Які умови зберігання розчину калій перманганату, вказані в групі А, необхідно виконувати, щоб не змінився його титр? В групі Б вкажіть причини нестійкості розчину калій перманганату для тих випадків його зберігання, наведених в групі А, які сприяють зміні титру.

А

- а) зберігати на світлі;
- б) зберігати в темноті;
- в) закривати резиною або корковою пробкою;
- г) закривати скляною пробкою без змазки;
- д) закривати скляною пробкою з використанням змазки;
- е) зберігати в присутності  $MnO_2$ ;
- є) стійкими до зберігання є порівняно концентровані розчини.

Б

1. Прискорюється розклад  $KMnO_4$  за реакцією:



2. Відбувається взаємодія  $KMnO_4$  з присутніми відновниками.

750. При якій молярній концентрації речовини еквівалента робочого розчину  $KMnO_4$  рекомендується проводити титрування з використанням індикаторів?

а) 0,1; б) 0,05; в) 0,02; г) < 0,01.

751. У якому середовищі

а) кислому; б) нейтральному; в) лужному

проводять переважно перманганатометричне визначення?  
Чому дорівнює молярна маса речовини еквівалента  $\text{KMnO}_4$   
в цьому середовищі?

1.  $M(\text{KMnO}_4)/5$ ; 2.  $M(\text{KMnO}_4)/3$ ; 3.  $M(\text{KMnO}_4)$ .

752. В групі Б вкажіть молярну масу еквівалента речовин  
групи А при їх перманганатометричному визначенні.

А

а)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;

б)  $\text{H}_2\text{O}_2$ ;

в)  $\text{KNO}_2$ ;

г)  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ;

д)  $\text{MnO}_2$  в піролюзиті (обробка  $\text{FeSO}_4$ ).

Б

а)  $M/2$ ; б)  $M$ ; в)  $M/6$ ; г)  $M/3$ ; д)  $M/8$ .

753. Написати рівняння окисно-відновної реакції в  
молекулярному вигляді, яка проходить при визначенні  
вмісту  $\text{Fe}(\text{II})$  в розчині методом перманганатометрії, і  
підрахувати суму коефіцієнтів.

а) 25; б) 46; в) 28; г) 36.

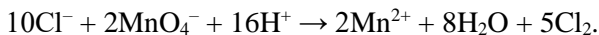
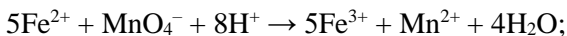
754. Які окисно-відновні реакції називаються  
спряженими?

а) 2 реакції називаються спряженими, якщо одна з  
них викликає проходження іншої зі значною швидкістю;

б) 2 реакції називаються спряженими, якщо одна з  
них в значній мірі подавляє проходження іншої;

в) 2 реакції називаються спряженими, якщо для їх  
проходження застосовують однакові титранти.

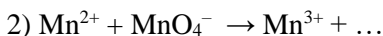
755. При титруванні солей Fe(II) розчином калій перманганату в хлориднокислому середовищі проходять дві спряжені реакції:



Реакція між йонами  $\text{MnO}_4^-$  та  $\text{Fe}^{2+}$  індукує реакцію між йонами  $\text{MnO}_4^-$  та  $\text{Cl}^-$ . Вкажіть актор, індуктор, акцептор.

- а)  $\text{Fe}^{2+}$ ;      б)  $\text{Cl}^-$ ;      в)  $\text{MnO}_4^-$ .

756. При стандартизації розчину калій перманганату за оксалатною кислотою проходять спряжені реакції:



Враховуючи, що реакція 1 проходить дуже повільно при відсутності реакції 2, назвіть актор, індуктор і акцептор в спряжених реакціях.

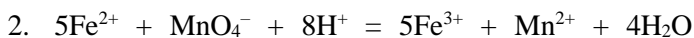
- а)  $\text{Mn}^{2+}$ ;      б)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ;      в)  $\text{MnO}_4^-$ .

757. При перманганатометричному визначенні феруму (II) в хлоридно-кислому середовищі відбувається виділення вільного хлору, внаслідок чого результати визначення завищені. Вкажіть способи, користуючись якими можна отримати правильні результати.

- а) титрування проводити при нагріванні;  
б) титрування вести в присутності солей мангану, що знижує окисно-відновний потенціал системи  $\text{Mn(III)/Mn(II)}$ ;  
в) титрування вести в присутності фосфатної кислоти, яка зв'язує забарвлені йони  $\text{Fe(III)}$  в безбарвні комплексні йони;  
г) титрування вести в присутності суміші Циммермана-Рейнгардта.

758. Для окисно-відновних реакцій, наведених в групі А, вкажіть у групі Б недоліки, які ускладнюють використання даних реакцій в титриметричних цілях. У групі В знайдіть способи усунення недоліків.

А



(в присутності HCl або хлоридів);

Б

а) низька швидкість;

б) значна оборотність;

в) відсутність можливості фіксування точки еквівалентності;

г) при титруванні проходять побічні реакції.

В

а) введення каталізатора;

б) підвищення температури;

в) збільшення концентрації кислоти;

г) проведення реакції в присутності суміші

Циммермана-Рейнгардта;

д) проведення титрування за способом заміщення;

е) використання способу оберненого титрування;

є) щоб виключити утворення побічних продуктів визначувана речовина додається до титранту, а не навпаки (реверсивне титрування);

759. Яким способом титрування, вказаним в групі Б, методом перманганатометрії визначають речовини групи А? В групі В вкажіть необхідне середовище.

А

- |   |  |                      |
|---|--|----------------------|
| 1. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;           | 2. $\text{H}_2\text{O}_2$ ;            | 3. $\text{KNO}_2$ ;  |
| 4. $\text{MnO}_2$ ;   | 5. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ; | 6. $\text{KClO}_3$ ; |
| 7. $\text{Mn(II)}$ в солях;   | 8. $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ;  | 9. $\text{CaCl}_2$ ; |
| 10. $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . |  |                      |

Б

- а) пряме титрування;
- б) обернене титрування;
- в) титрування замісника;
- г) реверсивне титрування.

В

- а) кисле;
- б) нейтральне;
- в) лужне.

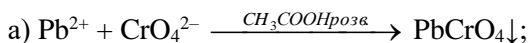
760. Розчин станум(II) хлориду титрують розчином калій тетраоксоманганату(VII). Пояснити, за яких умов треба проводити титрування.

- а) в нейтральному середовищі;
- б) в сильнокислому середовищі;
- в) в лужному середовищі;
- г) кислотність середовища не має значення.

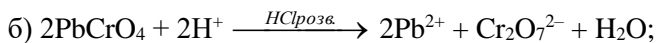
761. При титруванні розчину  $\text{Fe(II)}$  розчином калій дихромату в сульфатнокислому середовищі стрибок титрування знаходиться в інтервалі значень потенціалів 0,94–1,32 В. Який з вказаних нижче індикаторів придатний для фіксування точки еквівалентності?

- а) дифеніламін,  $E^\circ = + 0,76 \text{ В}$ ;
- б) N-фенілантранілова кислота,  $E^\circ = + 1,00 \text{ В}$ ;
- в) фероїн,  $E^\circ = + 1,06 \text{ В}$ ;
- г) натрій дифеніламінсульфонат,  $E^\circ = + 0,84 \text{ В}$ .

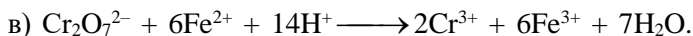
762. Визначення плумбуму(II) методом дихроматометрії засноване на наступних реакціях:



(Осад фільтрують та промивають)



(Осад розчиняють)



(Проводять титрування)

Визначити молярну масу речовини еквівалента плюмбуму(II).

а)  $M$ ; б)  $M/2$ ; в)  $M/3$ ; г)  $M/4$ ; д)  $M/6$ .

763. Використовуючи пункти, вказані в групах А, Б і В, запропонуйте два способи приготування розчину йоду для титриметричних цілей.

#### А

1. Використати приблизну наважку йоду, який є у продажі.

2. Використати точну наважку йоду, очищеного возгонкою із суміші його з вапном і калій йодидом.

3. Використати точну наважку йоду, який є у продажі.

#### Б

1. Розчинити йод у воді.

2. Розчинити йод у спирті.

3. Розчинити йод у розчині калій йодиду.

4. Розчинити йод в водно-спиртовій суміші.

#### В

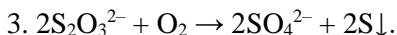
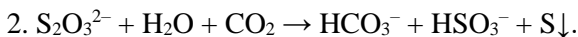
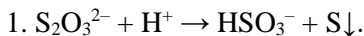
1. Стандартизувати розчин йоду за оксидом арсену(III);

2. Стандартизувати розчин йоду за попередньо стандартизованим розчином натрій тіосульфату.

764. Несгійкість водних розчинів натрій тіосульфату обумовлена процесами, вказаними в групі А. В групі Б

знайдіть способи, що пригнічують кожний з вказаних в групі А процесів при приготуванні та зберіганні розчину натрій тіосульфату .

#### А



4. Розклад тіобактеріями з утворенням сульфідів, сульфатів і елементарної сірки.

#### Б

1. При приготуванні розчину натрій тіосульфату використовувати свіжокип'ячену без доступу повітря дистильовану воду.

2. Зберігати розчин на розсіяному світлі.

3. Зберігати розчин в ємностях, які мають трубку з кальцій хлоридом.

4. Уникати забруднення розчину йонами важких металів.

5. Уникати контакту розчину з кислотами.

6. У розчин, який підлягає зберіганню, додають меркурій(II) йодид або хлороформ.

7. У розчин натрій тіосульфату додають  $Na_2CO_3$ .

765. Які з вказаних речовин використовують для стандартизації розчину натрій тіосульфату?

а)  $K_3[Fe(CN)_6]$ ; б)  $KBrO_3$ ; в)  $KIO_3$ ;

г)  $K_2Cr_2O_7$ ; д)  $I_2$ ; е)  $As_2O_3$ ;

є)  $CaCl(OCl)$ ; ж) солі Купруму.

766. Чому розчин натрій тіосульфату не стандартизують прямим титруванням за калій дихроматом?

а) реакція протікає з низькою швидкістю;

б) немає можливості фіксування точки еквівалентності;

в) при титруванні проходять побічні реакції, внаслідок чого реакція не може бути виражена одним рівнянням;

г) реакція оборотня.

767. Для чого проводять розбавлення реакційної суміші при стандартизації розчину натрій тіосульфату за калій дихроматом?

а) для зменшення інтенсивності забарвлення реакційної суміші йонами хрому(III);

б) для збільшення чутливості індикатора;

в) для збільшення швидкості реакції;

г) для зменшення оборотності реакції.

768. На чому заснована індикаторна дія крохмалю?

а) на окисно-відновних процесах, що відбуваються з індикатором;

б) на утворенні з йодом комплексної сполуки синього забарвлення;

в) на адсорбції йоду крохмалем;

г) на утворенні адсорбційно-комплексної сполуки йоду з крохмалем інтенсивного синього забарвлення.

769. Вказати спосіб титрування в йодометрії при визначенні вмісту окисників.

а) пряме титрування;

б) обернене титрування;

в) титрування замісника.

770. Яким способом титрування, вказаним в групі Б, визначають речовини, вказані в групі А, методом йодометричного титрування?

А

- а)  $\text{HCl}$ ;            б)  $\text{FeCl}_3$ ;            в)  $\text{H}_2\text{S}$ ;  
г)  $\text{CuSO}_4$ ;        д)  $\text{Na}_3\text{AsO}_3$ ;        е)  $\text{H}_2\text{O}_2$ ;

Б

- а) пряме титрування;  
б) обернене титрування;  
в) титрування замісника.

771. У групі Б вкажіть молярну масу еквівалента речовин групи А при визначенні їх методом йодометричного титрування.

А

- а)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;    б)  $\text{H}_3\text{AsO}_3$ ;        в)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ;  
г)  $\text{H}_2\text{S}$ ;        д)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ;        е)  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

Б

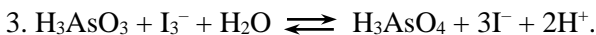
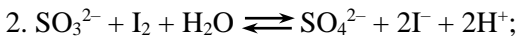
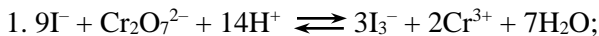
- а)  $M/2$ ;                    б)  $M$ ;                    в)  $M/6$ .

772. Чому йодометричне визначення купруму(II) проводять в слабкокислому середовищі?

- а) йони  $\text{H}^+$  необхідні для реакції відповідно рівнянню;  
б) йони  $\text{H}^+$  зміщують рівновагу реакції вправо;  
в) слабкокисле середовище необхідне для пригнічення гідролізу солі купруму(II).

773. Для окисно-відновних реакцій, наведених в групі А, вкажіть в групі Б недоліки, які ускладнюють використання даних реакцій в титриметричних цілях. У групі В знайдіть способи усунення недоліків.

А



Б

а) низька швидкість;

б) значна оборотність;

в) відсутність можливості фіксування точки еквівалентності;

г) при титруванні проходять побічні реакції.

В

а) введення каталізатора;

б) підвищення температури;

в) збільшення концентрації кислоти;

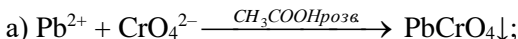
г) проведення реакції в присутності суміші Циммермана-Рейнгардта;

д) проведення титрування за способом заміщення;

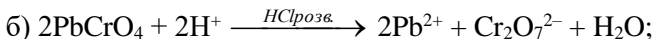
е) використання способу оберненого титрування;

є) щоб виключити утворення побічних продуктів проводять реверсивне титрування.

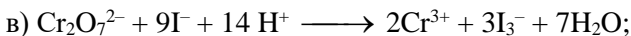
774. Йодометричне визначення плюмбуму(II) засновано на наступних реакціях:



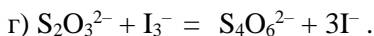
(Осад фільтрують та промивають)



(Осад розчиняють)



(Проводять заміщення)



(Проводять титрування)

Визначити молярну масу речовини еквівалента плюмбуму(II).

а)  $M$ ; б)  $M/2$ ; в)  $M/3$ ; г)  $M/4$ ; д)  $M/6$ .

775. У групі Б вкажіть переваги, в групі В недоліки методів окисно-відновного титрування групи А.

А

1. Перманганатометрія.
2. Дихроматометрія.
3. Йодометрія.

Б

1. Легкість фіксування точки еквівалентності;
2. Можливість титрування в кислих, нейтральних і лужних середовищах;
3. Можливість проведення титрування в хлориднокислих середовищах;
4. Можливість приготування стандартного робочого розчину за точною наважкою;
5. Стійкість робочого розчину при зберіганні;
6. Широке коло визначуваних речовин.

В

1. Леткість титранту.
2. Забарвлення продукту відновлення робочого розчину ускладнює фіксування точки еквівалентності.
3. Низька швидкість окисно-відновних реакцій.
4. Нестійкість стандартного розчину при зберіганні.
5. Складність проведення визначення в хлориднокислому середовищі.
6. Неможливе титрування в лужному середовищі.

7. Порівняно висока вартість реактивів, що використовуються.

#### **ТЕМА 5.4. Методи осаджувального титрування**

Сутність методів. Вимоги до реакцій осаджувального титрування. Класифікація методів осаджувального титрування в залежності від природи титранта.

Криві осаджувального титрування. Фактори, які впливають на стрибок титрування (концентрація робочого розчину, добуток розчинності осаду, температура).

Аргентометрія. Безіндикаторні та індикаторні способи фіксування точки еквівалентності. Метод Мора, метод Фаянса.

Тіоціанатометрія (метод Фольгарда). Застосування, переваги та недоліки методу.

Меркурометрія.

#### **ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ**

776. Яким вимогам повинні відповідати реакції утворення малорозчинних сполук при використанні їх в титриметричних цілях?

а) осад, який утворюється, повинен мати мінімальну розчинність;

б) осад повинен утворюватись повільно;

в) утворення осаду повинно відбуватись достатньо швидко.

г) результати титрування не повинні спотворюватись явищем адсорбції.

д) повинна бути можливість фіксування точки еквівалентності.

777. Які з наведених нижче реакцій використовуються в осаджувальному титруванні?

- а)  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$ ;      б)  $\text{Ag}^+ + \text{I}^- \rightarrow \text{AgI}$ ;  
в)  $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- \rightarrow \text{AgBr}$ ;      г)  $\text{Ag}^+ + \text{SCN}^- \rightarrow \text{AgSCN}$ ;  
д)  $\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ;      е)  $\text{Ag}^+ + \text{CN}^- \rightarrow \text{AgCN}$ ;  
є)  $\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ;      ж)  $\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{Br}^- \rightarrow \text{Hg}_2\text{Br}_2$ ;  
з)  $\text{Pb}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbCrO}_4$ ;  
и)  $3\text{Zn}^{2+} + 2\text{K}^+ + 2[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} \rightarrow \text{K}_2\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ .

778. Від яких факторів залежить величина стрибка титрування на кривих осаджувального титрування?

- а) від концентрації розчину, що титрують, і від концентрації титранту;  
б) від добутку розчинності продукту реакції;  
в) від температури розчинів;  
г) від присутності органічних розчинників;  
д) від йонної сили розчину;  
е) від швидкості титрування;  
є) від вибору індикатора.

779. 0,1 М розчином аргентум нітрату титрують

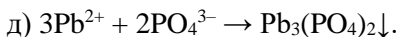
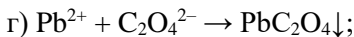
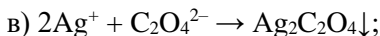
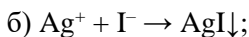
- а) 0,1М KI;      б) 0,1М KBr  
в) 0,1М KIO<sub>3</sub>;      г) 0,1М KCl.

У якому випадку стрибок титрування буде найбільшим?

- ДР (AgI) =  $8,3 \cdot 10^{-17}$ ;      ДР (AgCl) =  $1,8 \cdot 10^{-10}$ ;  
ДР (AgBr) =  $5,3 \cdot 10^{-13}$ ;      ДР (AgIO<sub>3</sub>) =  $3,0 \cdot 10^{-8}$ .

780. Для яких з вказаних нижче реакцій криві осаджувального титрування несиметричні відносно точки еквівалентності?

- а)  $\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{Br}^- \rightarrow \text{Hg}_2\text{Br}_2 \downarrow$ ;



781. Розчин, який містить хлорид-, бромід- та йодид-іони в однакових концентраціях, титрують розчином аргентум нітрату. Який з йонів буде осаджуватись у першу чергу? (ДР ( $\text{AgI}$ ) =  $8,3 \cdot 10^{-17}$ ; ДР ( $\text{AgCl}$ ) =  $1,8 \cdot 10^{-10}$ ; ДР ( $\text{AgBr}$ ) =  $5,3 \cdot 10^{-13}$ ).

782. Назвати індикатор при аргентометричному визначенні хлоридів за методом Мора.

а) аргентум хромат(VI); б) калій хромат(VI);

в) калій дихромат(VI); г) плюмбум хромат;

д) еозин;

е) флуоресцеїн.

783. Вказати ознаки, за якими роблять висновок про кінець титрування при аргентометричному визначенні хлоридів за методом Мора.

а) за зникненням цегляно-червоного осаду;

б) за утворенням білого осаду;

в) за появою цегляно-червоного осаду;

г) за зникненням жовтого забарвлення.

784. На чому засновано використання калій хромату як індикатора в аргентометрії?

а) на дробному осадженні;

б) на адсорбції;

в) на ізоморфному співосадженні.

785. Який спосіб титрування потрібно використати при визначенні вмісту натрій хлориду в розчині за методом Мора?

а) до аліквоти розчину, що містить йони аргентуму, додати розчин індикатора, потім відтитрувати розчином натрій хлориду;

б) до аліквоти розчину натрій хлориду додати розчин індикатора і відтитрувати з бюретки стандартним розчином, аргентум нітрату.

786. Які з вказаних йонів можна визначати аргентометричним титруванням за методом Мора?

а)  $\text{Cl}^-$  б)  $\text{Br}^-$ ; в)  $\text{I}^-$ ; г)  $\text{SCN}^-$ ; д)  $\text{CN}^-$ .

787. В яких випадках не можна проводити визначення хлоридів за методом Мора?

а) при  $\text{pH} > 10$ ;

б) при  $\text{pH} < 6,5$ ;

в) у присутності катіонів  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ , які взаємодіють з аніонами індикатора;

г) у присутності аніонів  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , які утворюють малорозчинні сполуки з  $\text{Ag}^+$ -іонами;

д) якщо досліджений розчин інтенсивно забарвлений.

788. На чому засновано фіксування точки еквівалентності в аргентометрії за методом Фаянса?

а) на дробному осадженні;

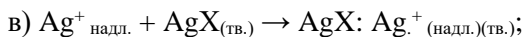
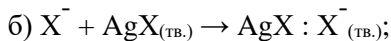
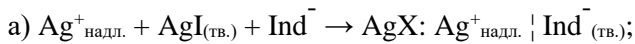
б) на адсорбції аніонів індикатора;

в) на ізоморфному співосадженні;

г) на рівному помутнінню двох проб, які порівнюють.

789. Яка з вказаних нижче реакцій має місце в кінцевій точці титрування при визначенні галогенід-іонів за методом Фаянса (титрування з адсорбційними

індикаторами). (Галогенід-іони ( $X^-$ ) титрують аргентум нітратом )



790. У групі В вкажіть адсорбційні індикатори, за допомогою яких можна визначати галогенід-іони групи А в середовищі, яке вказано в групі Б.

А

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

Б

- а) нейтральне і слабколужне середовище;  
б) слабкокисле середовище;  
в) кисле середовище ( $pH \approx 2$ ).

В

- а) флуоресцеїн ( $pK \approx 7$ );  
б) дихлорфлуоресцеїн ( $pK \approx 4$ );  
в) еозин ( $pK \approx 2$ ).

791. Які з наведених нижче йонів можна визначати за методом тіоціанатометрії?

- а)  $Ag^+$ ; б)  $SCN^-$ ; в)  $Cl^-$ ;  
г)  $Br^-$ ; д)  $I^-$ ; е)  $CO_3^{2-}$ ;  
є)  $CrO_4^{2-}$ ; ж)  $C_2O_4^{2-}$ ; з)  $PO_4^{3-}$ .

792. В яких випадках не можна проводити титрування за методом тіоціанатометрії?

- а) в лужному середовищі;  
б) в кислому середовищі;

- в) у присутності йонів  $Ba^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Bi^{2+}$ ;
- г) у присутності  $F^-$ -іонів;
- д) у присутності йонів  $Hg_2^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$ ;
- е) у присутності окисників, які здатні окиснювати тіоціанат-іони;
- є) якщо досліджуваний розчин має інтенсивне забарвлення.

793. Яка з наведених нижче сполук використовується як індикатор в тіоціанатометрії?

- а)  $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ ;
- б)  $FeSO_4$ ;
- в)  $Fe_2(SO_4)_3$ ;
- г)  $NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ;
- д)  $K_3[Fe(CN)_6]$ .

794. Який з методів осаджувального титрування можна використати для визначення хлорид-іонів у кислому середовищі?

- а) метод Мора;
- б) метод Фаянса;
- в) метод Фольгарда.

795. При тіоціанатометричному визначенні хлоридів поряд з реакціями, що лежать в основі оберненого титрування



і реакцією в кінцевій точці титрування



проходить реакція



що ускладнює визначення.

Які з вказаних нижче прийомів дозволяють попередити проходження реакції (4)?

а) нагрівання осаду аргентум хлориду перед титруванням залишку аргентум нітрату розчином амоній тіоціанату, що сприяє коагуляції осаду;

б) додавання в розчин, що аналізують, перед оберненим титруванням нітробензену або іншого органічного розчинника, що не змішується з водою;

в) додавання в розчин, що аналізують, перед титруванням етилового спирту;

г) відфільтровування осаду аргентум хлориду перед титруванням залишку аргентум нітрату розчином амоній тіоціанату;

д) застосовують інший індикатор.

796. На чому засновано фіксування точки еквівалентності в тіоціанометрії?

а) на дробному осадженні;

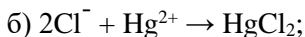
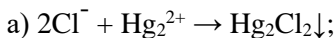
б) на адсорбції аніонів індикатора;

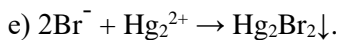
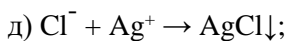
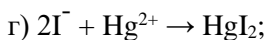
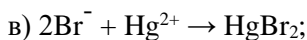
в) на утворенні забарвленої комплексної сполуки;

г) на рівному помутнінню двох проб, які порівнюють.

797. У групі А вкажіть реакції, що використовуються в меркуриметричному титруванні, у групі Б – індикатори, які використовуються.

А





Б

а) ферум(III) тіоціанат;

б) діфенілкарбазон;

в) натрій нітропрусид;

г) дифеніламін;

д) ферум(III) нітрат.

798. У групі Б вкажіть переваги, в групі В – недоліки при порівнянні методів осаджувального титрування групи А.

А

а) меркурометрія;

б) аргентометрія.

Б

а) даним методом можливе пряме титрування галогенідів у кислому середовищі;

б) у даному методі не потрібні дорогі препарати;

в) у даному методі використовують як індикаторні, так і безіндикаторні способи фіксування точки еквівалентності.

В

а) робоча речовина стандартного розчину – сильна отрута!!!

б) робоча речовина стандартного розчину є дорогою та дефіцитною;

в) титрування не можна проводити на прямому сонячному світлі.

### ТЕМА 5.5. Методи комплексометричного титрування

Сутність комплексометричного титрування. Вимоги до реакцій в комплексометричному титруванні. Найважливіші неорганічні й органічні титранти.

Меркуриметрія. Робочі розчини, стандартні речовини, індикатори, використання методу.

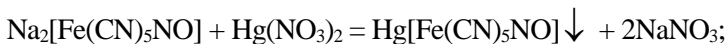
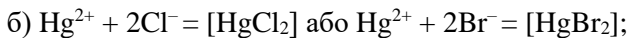
Комплексонометрія. Етилендіамінтетраацетатна кислота та її натрієва сіль (ЕДТА) як титранти в комплексонометрії. Криві комплексонометричного титрування. Способи комплексонометричного титрування (пряме, обернене титрування, титрування замісника). Металохромні індикатори та принцип їх дії.

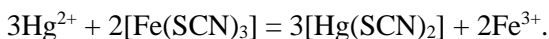
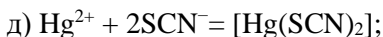
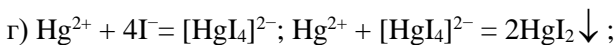
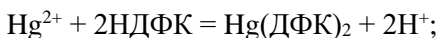
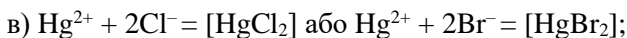
Застосування комплексонометрії. Визначення загальної твердості води. Визначення вмісту кальцій- та магній-іонів при спільній їх присутності.

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ

799. У групі Б вкажіть способи фіксування точки еквівалентності для типових прикладів титрування за допомогою неорганічних титрантів, наведених у групі А.

А





## Б

а) за утворенням незникаючої каламуті червоного осаду, яка утворюється при взаємодії надлишку титранту з продуктом титриметричної реакції;

б) за появою незникаючої каламуті білого осаду, яка утворюється при взаємодії надлишку титранту з продуктом титриметричної реакції (метод Лібіха);

в) за зникненням червоного забарвлення розчину при взаємодії надлишку титранту з індикатором;

г) за утворенням білого нерозчинного осаду при взаємодії надлишку титранту з індикатором натрій нітропрусидом ;

д) за утворенням забарвленої у синьо-фіолетовий колір комплексної сполуки індикатора дифенілкарбазиду (ДФК) або дифенілкарбазону з надлишком титранту.

800. Від яких факторів залежить величина стрибка титрування на кривих комплексонометричного титрування?

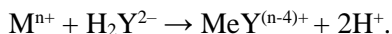
а) від концентрації йона, що визначають;

б) від умовної константи стійкості комплексонатів металів;

в) від рН розчину;

- г) від присутності стороннього ліганду;
- д) від вибору індикатору;
- е) від швидкості титрування;
- є) від концентрації титранту.

801. Взаємодію йону металу з ЕДТА можна представити у вигляді наступного рівняння:



У групі Б вкажіть молярні маси еквівалента йонів металів групи А при їх комплексонометричному визначенні титруванням розчином ЕДТА.

А

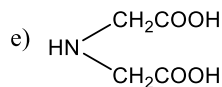
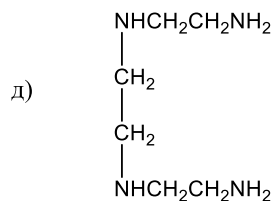
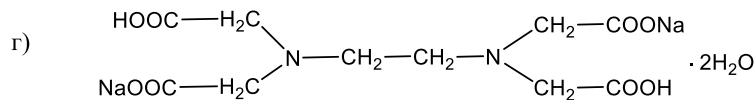
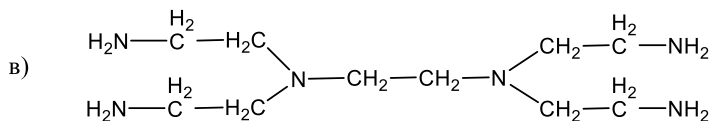
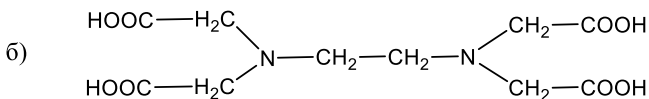
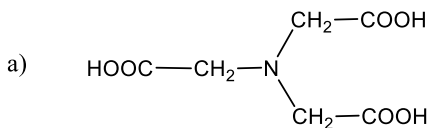
- а)  $Ca^{2+}$ ; б)  $Mg^{2+}$ ; в)  $Fe^{3+}$ ; г)  $Al^{3+}$ ; д)  $Ti^{4+}$ .

Б

- а)  $M$ ; б)  $M/2$ ; в)  $M/3$ ; г)  $M/4$ .

802. Яка з наведених сполук, що є комплексом, має назву:

1. Комплексон І;
2. Комплексон ІІ;
3. Комплексон ІІІ (ЕДТА трилон Б, хелатон ІІІ, версен)?



803. Які речовини придатні для стандартизації розчину ЕДТА?

- а)  $\text{CaCO}_3$ ;      б)  $\text{CaCl}_2$ ;      в)  $\text{ZnO}$ ;  
г)  $\text{Zn}$ ;      д)  $\text{ZnSO}_4$ ;      е)  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

804. Які індикатори використовують в комплексонометрії?

- а) адсорбційні індикатори;

- б) специфічні індикатори;
- в) кислотно-основні індикатори;
- г) металохромні індикатори.

805. Які з наведених нижче індикаторів є металохромними індикаторами (метал-індикаторами)?

- а) мурексид;
- б) ксиленоловий оранжевий;
- в) метиловий оранжевий;
- г) еріохромовий чорний Т;
- д) кислотний хромовий темно-синій;
- е) дифеніламін;
- є) конго червоний;
- ж)арсеназо.

806. Яким вимогам повинні задовольняти металохромні індикатори?

а) зміна забарвлення в кінцевій точці титрування повина бути контрастною;

б) стійкість сполук індикатора з йонами, що визначають, повинна бути більшою за стійкість комплексонатів йонів металів;

в) стійкість комплексонатів йонів металів повинна бути більшою, ніж стійкість сполук метал-індикаторів з йонами металів, що визначають;

г) комплекс йону металу з індикатором повинен бути лабільним, тобто швидко руйнуватись при дії ЕДТА;

д) комплекс йону металу з індикатором повинен повільно руйнуватись при дії ЕДТА.

807. Який спосіб комплексонометричного титрування, вказаний в групі Б, слід використовувати для випадків титрування, наведених в групі А?

А

а) йон металу, що визначають, швидко реагує з ЕДТА, наприклад, йони  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  та інші; для визначення кінцевої точки титрування є відповідний індикатор;

б) індикатор утворює з йоном металу, що визначають, настільки стійкий комплекс, що ЕДТА не може витіснити індикатор (наприклад, йони ртуті(II) в присутності індикатора еріохромового чорного);

в) визначаються йони металів (наприклад  $Ba^{2+}$ ), які утворюють з ЕДТА стійкі комплекси, але для фіксування кінцевої точки титрування немає відповідного індикатора. Йони металів, що визначають, утворюють з ЕДТА більш стійкі комплекси ніж комплекси йонів  $Mg^{2+}$  або  $Zn^{2+}$  з ЕДТА.

г) комплекси йону, що визначають, з ЕДТА кінетично інертні, тобто реакція комплексоутворення проходить дуже повільно (наприклад, при визначенні  $Cr(III)$ ,  $Co(III)$ );

д) йон металу, що визначають, не утворює комплексів з ЕДТА.

Б

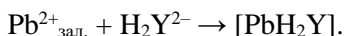
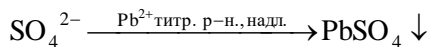
а) пряме титрування;

б) обернене титрування, засноване на додаванні надлишку розчину ЕДТА, нагріванні до кипіння (якщо необхідно), введенні індикатора і наступному титруванні на холоді надлишку розчину ЕДТА стандартним розчином солі іншого металу (магнію, цинку та ін.);

в) титрування замісника, засноване на реакції типу

$M^{n+} + MgY^{2-} \rightarrow MY^{(n-4)+} + Mg^{2+}$  (аналогічно для  $ZnY^{2-}$ ),  
в результаті якої йони  $M^{n+}$ , що визначають, витісняють еквівалентну кількість йонів магнію (або цинку) з порівняно слабкого комплексу його з ЕДТА. Витіснені йони  $Mg^{2+}$  ( $Zn^{2+}$ ) відтитровують розчином ЕДТА;

г) непрямі методи визначення (реакцію комплексоутворення поєднують з реакціями осадження або з іншими реакціями (визначення йонів  $K^+$ , аніонів).  
Наприклад:



808. В яких одиницях виражається твердість води?

а) у процентах;

б) у мг/дм<sup>3</sup> сумарного вмісту кальцію та магнію;

в) у ммоль еквівалента розчинних солей кальцію та магнію, що містяться в 1 дм<sup>3</sup> води;

г) у градусах твердості.

809. Розрізняють: а) загальну; б) карбонатну, в) некарбонатну твердість води. Який вид твердості визначається титруванням ЕДТА?

810. Яких умов необхідно дотримуватися при комплексонометричному визначенні загальної твердості води?

а) титрування проводити в слабкокислому середовищі в присутності ацетатної буферної суміші;

б) титрування проводити при  $pH \approx 10$ , у присутності амоніачної буферної суміші;

в) титрування проводити в лужному середовищі,  $pH > 12$ ;

г) як індикатор використовувати кислотний хромовий темно-синій;

д) як індикатор використовувати еріохромовий чорний Т;

е) для попередження впливу на результати визначення йонів, що заважають, використовувати маскуючі агенти.

811. Які йони групи А заважають комплексометричному визначенню твердості води з індикатором еріохромовим чорним Т? У групі Б вкажіть причини заважаючого впливу, у групі В – способи усунення впливу йонів, що заважають, на результати визначення.

А

- а)  $\text{Cl}^-$ ; б)  $\text{SO}_4^{2-}$ ; в)  $\text{Mn}^{2+}$ ; г)  $\text{Cu}^{2+}$ ;  
д)  $\text{Zn}^{2+}$ ; е)  $\text{HCO}_3^-$ ; є)  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ .

Б

- а) даний йон титрується як солі твердості;  
б) комплекс даного йону з індикатором більш стійкий, ніж з ЕДТА, що ускладнює визначення кінцевої точки титрування;  
в) заважає забарвлення йону.

В

- а) осадження йонів у вигляді сульфідів дією  $\text{Na}_2\text{S}$ ;  
б) зв'язування в комплекс калій ціанідом;  
в) введення хлориднокислого гідроксиламіну ( $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ ) для попередження окиснення йонів киснем повітря.

812. Як можна визначити окремий вміст йонів кальцію та магнію в воді?

1. Використовувати дві аліквоти. В одній аліквоті визначити суму йонів кальцію та магнію за стандартною методикою, в іншій – визначити вміст йонів кальцію титруванням розчином ЕДТА при  $\text{pH} > 12$  з індикатором мурексидом. Вміст йонів магнію визначити за різницею.

2. Використовувати дві аліквоти. В одній визначити суму йонів кальцію та магнію за стандартною методикою, в іншій – осадити йони кальцію у вигляді кальцій оксалату і відтитрувати йони магнію розчином ЕДТА у присутності амоніачно-буферній суміші, використовуючи індикатор еріохромовий чорний Т або кислотний хром темно-синій.

3. Визначити спочатку вміст кальцію титруванням проби розчином ЕДТА з мурексидом при  $\text{pH} > 12$ , потім змінити  $\text{pH}$  і визначити вміст магнію в тому ж розчині титруванням його розчином ЕДТА з еріохромовим чорним Т в присутності амоніачно-буферної суміші.

813. У групі А вкажіть умови визначення, в групі Б – індикатор, у групі В – перехід забарвлення при прямому комплексонометричному визначенні магнію при відсутності кальцієвих солей.

А

- а)  $\text{pH} \geq 12$ ;      б)  $\text{pH} = 10$ ;      в) кисле середовище.

Б

- а) мурексид;  
б) еріохромовий чорний Т;  
в) кислотний хромовий темно-синій.

В

- а) винно-червоне – синє;  
б) червоне – синє-фіолетове  
в) жовте – червоно-фіолетове.

814. З якою метою при комплексонометричному визначенні кальцію з індикатором еріохромовим чорним Т за відсутності магнію в досліджуваній розчин вводять невелику (точно відому) кількість магнію?

1. За відсутності магнію не утворюється комплексна сполука кальцію з титрантом;

2. За відсутності магнію не утворюється комплексна сполука кальцію з індикатором;

3. Комплекс кальцію з еріохромовим чорним Т внаслідок малої стійкості не може бути хорошою індикаторною системою. Йони магнію додають для утворення іншої індикаторної системи.

815. Пояснити причину зміни забарвлення індикатора хромогену чорного при комплексонометричному визначенні твердості води.

а) ЕДТА руйнує забарвлені у винно-червоний колір сполуки індикатора з кальцій- і магній-іонами і звільняється вільний індикатор синього коліру;

б) проходить руйнування забарвлених у винно-червоний колір сполук індикатора з кальцій- і магній-іонами і утворення забарвлених комплексних сполук кальцій- і магній-іонів з ЕДТА.

в) проходить руйнування гідроген-іонами, які накопичуються в розчині, забарвлених у винно-червоний колір сполук індикатора з кальцій- і магній-іонами.

г) ЕДТА руйнує забарвлені у винно-червоний колір сполуки індикатора з кальцій- і магній-іонами.

## НАВЧАЛЬНА ЛІТЕРАТУРА

1. Сегеда А. С. Аналітична хімія. Якісний аналіз : навч.-метод. посіб. Київ : ЦУЛ, 2002. 524 с.
2. Сегеда А. С. Аналітична хімія. Кількісний аналіз. Київ : Фітосоціоцентр, 2006. 544 с.
3. Загальні теоретичні основи аналітичної хімії (курс лекцій та матеріали для самостійного опрацювання) : навч. посібник / укладачі : Ю. А. Шафорост, В. О. Мінаєва. Черкаси, 2025. 216 с. : табл.
4. Загальні теоретичні основи аналітичної хімії (задачі та алгоритми розв'язання) [Електронне видання] : навч.-метод. посібник / укладачі : В. О. Мінаєва, Ю. А. Шафорост. Черкаси, 2025. 321 с.
5. Сегеда А. С. Збірник задач і вправ з аналітичної хімії. Кількісний аналіз. Київ : Фітосоціоцентр, 2005. 491 с.
6. Аналітична хімія. Кількісний хімічний аналіз : навч. посібник / укладачі : В. О. Мінаєва, Ю. А. Шафорост, Т. С. Нінова. Черкаси, 2025. 514 с. : табл.; іл.
7. Аналітична хімія : тестові завдання [Електронний ресурс] / укладачі : В. О. Мінаєва, Ю. А. Шафорост. Черкаси, 2025. 223 с.
8. Сегеда А. С., Галаган Р. Л. Збірник задач і вправ з аналітичної хімії. Якісний аналіз. Київ : ЦУЛ. Фітосоціоцентр, 2002. 429 с.
9. Робочий зошит з аналітичної хімії. Якісний аналіз : навч.-метод. посібник / укладачі : Ю. А. Шафорост, В. О. Мінаєва. Черкаси, 2025. 150 с.
10. Робочий зошит з аналітичної хімії. Кількісний аналіз : навч.-метод. посібник / укладачі : Ю. А.

Шафорост, В. О. Мінаєва. Черкаси, 2025. 156 с. : табл. ; іл.

11. ДСТУ 2439:2018. Хімічні елементи та прості речовини. Терміни та визначення основних понять, назви й символи. [Чинний від 2019-10-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 12 с.

12. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. [Чинний від 1 липня 2016 р.]. Розробник : Державна наукова установа “Книжкова палата України імені Івана Федорова”. 37 с.

13. Аналітична хімія : підручник для вищих навчальних закладів / А. С. Алемасова та ін. ; за ред. В. М. Зайцева. Донецьк : ДонНУ, 2009. 415 с.

14. Теоретичні основи та способи розв’язання задач з аналітичної хімії : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. А. Бугаєвський та ін. ; ХНУ ім. В. Н. Каразіна. Харків, 2003. 320 с.

15. Аналітична хімія. Загальні положення. Рівноваги. Якісний та кількісний аналіз : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. І. Юрченко, О. А. Бугаєвський, А. В. Дрозд та ін. ; за ред. О. І. Юрченко. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. 418 с.

16. Болотов В. В., Свечнікова О. М., Голік М. Ю. та ін. Аналітична хімія : Якісний та кількісний аналіз. Навчальний конспект лекцій. За ред. проф. В. В. Болотова. Вінниця : Нова Книга, 2011. 424 с.

17. Жаровський Ф. Г., Пилипенко А. Т., П’ятницький І. В. Аналітична хімія. 2-ге вид., переробл. та допов. Київ : Вища школа, 1982. 544 с.

18. Мінаєва В. О., Бочарнікова В. М., Григоренко Т. А. Математична обробка даних хімічного експерименту : навч. посіб. Черкаси : Вид. від. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2003. 208 с.
19. Бабко А. К. Кількісний аналіз. Київ : Вища шк., 1974. 351 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)	$K_1$ $1,0 \cdot 10^{-2}$ $K_2$ $2,1 \cdot 10^{-3}$ $K_3$ $6,9 \cdot 10^{-7}$ $K_4$ $5,5 \cdot 10^{-11}$	2,00 2,67 6,16 10,26
Карбонатна	$H_2CO_3$	$K_1$ $4,5 \cdot 10^{-7}$ $K_2$ $4,8 \cdot 10^{-11}$	6,35 10,32
Нітритна (нітратна(III))	$HNO_2$	$K$ $5,1 \cdot 10^{-4}$	3,29
Оксалатна (щавлева)	$H_2C_2O_4$	$K_1$ $5,6 \cdot 10^{-2}$ $K_2$ $5,4 \cdot 10^{-5}$	1,25 4,27
Сульфатна(IV) (сульфітна)	$H_2SO_3$	$K_1$ $1,4 \cdot 10^{-2}$ $K_2$ $6,2 \cdot 10^{-8}$	1,85 7,20
Сульфатна(VI)	$H_2SO_4$	$K_2$ $1,15 \cdot 10^{-2}$	1,94
Сульфідна	$H_2S$	$K_1$ $1,0 \cdot 10^{-7}$ $K_2$ $2,5 \cdot 10^{-13}$	7,00 12,60
Тартратна (винна)	$H_2C_4H_4O_6$	$K_1$ $9,1 \cdot 10^{-4}$ $K_2$ $4,3 \cdot 10^{-5}$	3,04 4,37
Тетраборатна	$H_2B_4O_7$	$K_1$ $1,8 \cdot 10^{-4}$ $K_2$ $2,0 \cdot 10^{-8}$	3,74 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)	$H_3PO_4$	$K_1$ $7,1 \cdot 10^{-3}$ $K_2$ $6,2 \cdot 10^{-8}$ $K_3$ $5,0 \cdot 10^{-13}$	2,15 7,21 12,30
Ціанідна	$HCN$	$K$ $5,0 \cdot 10^{-10}$	9,30
Янтарна (бурштинова)	$H_2C_4H_4O_4$	$K_1$ $1,6 \cdot 10^{-5}$ $K_2$ $2,3 \cdot 10^{-6}$	4,21 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

**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> (Al <sup>3+</sup> , 3OH <sup>1-</sup> ) (AlOH <sup>2+</sup> , 2OH <sup>1-</sup> ) (H <sup>1+</sup> , AlO <sub>2</sub> <sup>1-</sup> )	Алюміній тригідроксид	$3,2 \cdot 10^{-34}$ $3,2 \cdot 10^{-25}$ $1,6 \cdot 10^{-13}$
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 (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> (Ca <sup>2+</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Кальцій гідрогенфосфат(V)	$2,7 \cdot 10^{-7}$
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) (Ca <sup>2+</sup> , H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>1-</sup> )	Кальцій дигідрогенфосфат(V)	$1,0 \cdot 10^{-3}$

продовження додатку 2

1	2	3
Ca(OH) <sub>2</sub> (Ca <sup>2+</sup> , 2OH <sup>1-</sup> ) (CaOH <sup>1+</sup> , OH <sup>1-</sup> )	Кальцій дигідроксид	6,5·10 <sup>-6</sup> 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> (Cd <sup>2+</sup> , 2OH <sup>1-</sup> ) (свіжоосаджений) Cd(OH) <sub>2</sub> (Cd <sup>2+</sup> , 2OH <sup>1-</sup> ) (після старіння) Cd(OH) <sub>2</sub> (H <sup>1+</sup> , H <sub>2</sub> CdO <sub>2</sub> <sup>2-</sup> )	Кадмій дигідроксид	2,2·10 <sup>-14</sup> 5,9·10 <sup>-15</sup> 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> (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> (Cr <sup>3+</sup> , 3OH <sup>1-</sup> ) (CrOH <sup>2+</sup> , 2OH <sup>1-</sup> ) (H <sup>1+</sup> , H <sub>2</sub> CrO <sub>3</sub> <sup>1-</sup> )	Хром тригідроксид	6,3·10 <sup>-31</sup> 7,9·10 <sup>-21</sup> 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) гексаціаноферат(II)	1,3·10 <sup>-16</sup>
CuI	Купрум(I) йодид	1,1·10 <sup>-12</sup>
Cu(OH) <sub>2</sub> (Cu <sup>2+</sup> , 2OH <sup>1-</sup> ) (CuOH <sup>+</sup> , OH <sup>1-</sup> ) (H <sup>1+</sup> , HCuO <sub>2</sub> <sup>1-</sup> )	Купрум дигідроксид	8,3·10 <sup>-20</sup> 8,3·10 <sup>-12</sup> 1,0·10 <sup>-19</sup>
Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (малахіт)	Дикупрум дигідроксид 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> (Fe <sup>2+</sup> , 2OH <sup>1-</sup> ) (FeOH <sup>1+</sup> , OH <sup>1-</sup> ) (H <sup>1+</sup> , HFeO <sub>2</sub> <sup>1-</sup> )	Ферум дигідроксид	7,2·10 <sup>-16</sup> 2,2·10 <sup>-11</sup> 8,0·10 <sup>-20</sup>

продовження додатку 2

1	2	3
Fe(OH) <sub>3</sub> (Fe <sup>3+</sup> , 3OH <sup>1-</sup> ) (свіжоосаджений) (Fe <sup>3+</sup> , 3OH <sup>1-</sup> ) (після старіння)	Ферум тригідроксид	6,3·10 <sup>-38</sup> 3,2·10 <sup>-40</sup>
Fe(OH) <sub>3</sub> (Fe(OH) <sub>2</sub> <sup>1-</sup> , OH <sup>1-</sup> ) (Fe(OH) <sup>2+</sup> , 2OH <sup>1-</sup> )	Ферум тригідроксид	6,8·10 <sup>-18</sup> 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> (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> (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> (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> (Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , 2I <sup>1-</sup> )	Димеркурій дийодид	4,5·10 <sup>-29</sup>
HgS (чорний) HgS (червоний)	Меркурій(II) сульфід	1,6·10 <sup>-52</sup> 4,0·10 <sup>-53</sup>
Hg <sub>2</sub> (SCN) <sub>2</sub> (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> (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> ] (3K <sup>1+</sup> , [Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup> )	Калій гексанітрокобальтат(III)	4,3·10 <sup>-10</sup>
K <sub>2</sub> Na[Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ] (2K <sup>1+</sup> , Na <sup>1+</sup> , [Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup> )	Дикалій натрій 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) Mg(OH) <sub>2</sub> (Mg <sup>2+</sup> , 2OH <sup>1-</sup> ) (MgOH <sup>1+</sup> , OH <sup>1-</sup> ) (після старіння)	Магній дигідроксид	6,0·10 <sup>-10</sup> 7,1·10 <sup>-12</sup> 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> (Mn <sup>2+</sup> , 2OH <sup>1-</sup> ) (MnOH <sup>1+</sup> , OH <sup>1-</sup> ) (H <sup>1+</sup> , HMnO <sub>2</sub> <sup>1-</sup> )	Манган дигідроксид	1,9·10 <sup>-13</sup> 4,9·10 <sup>-10</sup> 1,0·10 <sup>-19</sup>

продовження додатку 2

1	2	3
MnS (тілесного кольору) MnS (зелений)	Манган(II) сульфід	$2,5 \cdot 10^{-10}$ $2,5 \cdot 10^{-13}$
$(\text{NH}_4)_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ $(3\text{NH}_4^+, [\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-})$	Амоній гексанітрокобальтат(III)	$7,6 \cdot 10^{-6}$
$\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ $(\text{Na}^+, [\text{Sb}(\text{OH})_6]^{1-})$	Натрій гексагідроксо-стибат(VI)	$4,8 \cdot 10^{-8}$
$\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2\text{N}_2)_2$	Нікель(II) диметилглюксимат	$2,3 \cdot 10^{-25}$
$\text{NiCO}_3$	Нікель(II) карбонат	$1,3 \cdot 10^{-7}$
$\text{Ni}(\text{OH})_2$ (свіжоодержаний) $\text{Ni}(\text{OH})_2$ (після старіння)	Нікель дигідроксид	$2,0 \cdot 10^{-15}$ $6,3 \cdot 10^{-18}$
$\text{NiS } \alpha$ $\text{NiS } \beta$ $\text{NiS } \gamma$	Нікель(II) сульфід	$3,2 \cdot 10^{-19}$ $1,0 \cdot 10^{-24}$ $2,0 \cdot 10^{-26}$
$\text{PbCO}_3$	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	$1,1 \cdot 10^{-9}$
$\text{PbO}_2$ $(\text{Pb}^{4+}, 4\text{OH}^{1-})$	Плюмбум диоксид	$3,0 \cdot 10^{-66}$
$\text{Pb}(\text{OH})_2$ $(\text{Pb}^{2+}, 2\text{OH}^{1-})$ (жовтий) $(\text{Pb}^{2+}, 2\text{OH}^-)$ (червоний) $(\text{PbOH}^{1+}, \text{OH}^{1-})$ $(\text{H}^+, \text{HPbO}_2^{1-})$	Плюмбум дигідроксид	$7,9 \cdot 10^{-16}$ $5,0 \cdot 10^{-16}$ $1,0 \cdot 10^{-9}$ $3,2 \cdot 10^{-16}$
$\text{Pb}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$	Диплюмбум дигідроксид карбонат	$3,5 \cdot 10^{-46}$
$\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$	Триплюмбум дифосфат(V)	$7,9 \cdot 10^{-43}$
$\text{PbS}$	Плюмбум(II) сульфід	$2,5 \cdot 10^{-27}$
$\text{PbSO}_4$	Плюмбум(II) сульфат(VI)	$1,6 \cdot 10^{-8}$
$\text{Sn}(\text{OH})_2$ $(\text{Sn}^{2+}, 2\text{OH}^{1-})$ $(\text{SnOH}^{1+}, \text{OH}^{1-})$ $(\text{H}^+, \text{HsnO}_2^{1-})$	Станум дигідроксид	$6,3 \cdot 10^{-27}$ $2,5 \cdot 10^{-16}$ $1,3 \cdot 10^{-15}$
$\text{Sn}(\text{OH})_4$	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 гексаціаноферат(II)	$2,1 \cdot 10^{-16}$
$\text{Zn}[\text{Hg}(\text{SCN})_4]$ ( $\text{Zn}^{2+}$ , $[\text{Hg}(\text{SCN})_4]^{2-}$ )	Цинк тетраціаноанто- меркурат(II)	$2,2 \cdot 10^{-7}$
$\text{Zn}(\text{OH})_2$ ( $\text{Zn}^{2+}$ , $2\text{OH}^{1-}$ ) ( $\text{ZnOH}^{1+}$ , $\text{OH}^{1-}$ )	Цинк дигідроксид	$1,4 \cdot 10^{-17}$ $1,4 \cdot 10^{-11}$
$\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$	Трицинк дифосфат	$9,1 \cdot 10^{-33}$
$\text{ZnS}$ (сфалерит) $\text{ZnS}$ (вюрцит)	Цинк сульфід	$1,6 \cdot 10^{-24}$ $2,5 \cdot 10^{-22}$

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

продовження додатку 3

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

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
$2Hg_2^{2+} + 2e = Hg_2^{2+}$	0,907
ЙОД	
$I_2 + 2e = 2I^{1-}$	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
$2NO_2^{1-} + 4H_2O + 6e = N_2 + 8OH^{1-}$	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 іонів (20–25 °С)**

Комплексоутворювачі	Йонізація комплексів	Константа нестійкості, $K_{н}$
$Ag^{1+}$	$[Ag(NH_3)_2]^{1+} \rightleftharpoons Ag^{1+} + 2NH_3$	$5,75 \cdot 10^{-8}$
	$[AgCl_2]^{1-} \rightleftharpoons Ag^{1+} + 2Cl^{1-}$	$9,12 \cdot 10^{-6}$
	$[AgI_2]^{1-} \rightleftharpoons Ag^{1+} + 2I^{1-}$	$5,50 \cdot 10^{-12}$
	$[Ag(S_2O_3)_2]^{3-} \rightleftharpoons Ag^{1+} + 2S_2O_3^{2-}$	$3,47 \cdot 10^{-14}$
	$[Ag(S_2O_3)]^{1-} \rightleftharpoons Ag^{1+} + S_2O_3^{2-}$	$1,00 \cdot 10^{-13}$
	$[Ag(CN)_2]^{1-} \rightleftharpoons Ag^{1+} + 2CN^{1-}$	$1,41 \cdot 10^{-20}$
	$[Ag(SCN)_2]^{1-} \rightleftharpoons Ag^{1+} + 2SCN^{1-}$	$5,88 \cdot 10^{-9}$
	$[Ag(NO_2)_2]^{1-} \rightleftharpoons Ag^{1+} + 2NO_2^{1-}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$
$Al^{3+}$	$[Al(OH)_4]^{1-} \rightleftharpoons Al^{3+} + 4OH^{1-}$	$1,0 \cdot 10^{-33}$
	$[Al(F_6)]^{3-} \rightleftharpoons Al^{3+} + 6F^{1-}$	$2,14 \cdot 10^{-21}$
	$[Al(SO_4)_2]^{1-} \rightleftharpoons Al^{3+} + 2SO_4^{2-}$	$1,26 \cdot 10^{-6}$
	$[Al(C_2O_4)_3]^{3-} \rightleftharpoons Al^{3+} + 3C_2O_4^{2-}$	$5,00 \cdot 10^{-17}$
	$[AlEДТА]^{1-} \rightleftharpoons Al^{3+} + EДТА^{4-}$	$7,41 \cdot 10^{-1}$
$Cd^{2+}$	$[Cd(NH_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons Cd^{2+} + 4NH_3$	$2,75 \cdot 10^{-7}$
	$[Cd(CN)_4]^{2-} \rightleftharpoons Cd^{2+} + 4CN^{1-}$	$1,76 \cdot 10^{-18}$
	$[CdI_4]^{2-} \rightleftharpoons Cd^{2+} + 4I^{1-}$	$7,94 \cdot 10^{-7}$
	$[Cd(S_2O_3)_2]^{2-} \rightleftharpoons Cd^{2+} + 2S_2O_3^{2-}$	$3,31 \cdot 10^{-7}$
$Co^{2+}$ $Co^{3+}$	$[Co(NH_3)_6]^{2+} \rightleftharpoons Co^{2+} + 6NH_3$	$7,80 \cdot 10^{-6}$
	$[Co(NH_3)_6]^{3+} \rightleftharpoons Co^{3+} + 6NH_3$	$6,16 \cdot 10^{-36}$
	$[Co(CN)_6]^{4-} \rightleftharpoons Co^{2+} + 6CN^{1-}$	$8,13 \cdot 10^{-20}$
	$[Co(CN)_6]^{3-} \rightleftharpoons Co^{3+} + 6CN^{1-}$	$1,00 \cdot 10^{-64}$
	$[CoEДТА]^{2-} \rightleftharpoons Co^{2+} + EДТА^{4-}$	$1,00 \cdot 10^{-17}$
	$[CoEДТА]^{1-} \rightleftharpoons Co^{3+} + EДТА^{4-}$	$1,00 \cdot 10^{-36}$
$Cu^{1+}$	$[Cu(NH_3)_2]^{1+} \rightleftharpoons Cu^{1+} + 2NH_3$	$1,36 \cdot 10^{-11}$
	$[Cu(CN)_4]^{3-} \rightleftharpoons Cu^{1+} + 4CN^{1-}$	$5,00 \cdot 10^{-31}$
$Cu^{2+}$	$[Cu(NH_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons Cu^{2+} + 4NH_3$	$9,33 \cdot 10^{-13}$
	$[Cu(C_2O_4)_2]^{2-} \rightleftharpoons Cu^{2+} + 2C_2O_4^{2-}$	$5,00 \cdot 10^{-11}$
	$[CuCl_4]^{2-} \rightleftharpoons Cu^{2+} + 4Cl^{1-}$	$2,40 \cdot 10^{-6}$
	$[CuEДТА]^{2-} \rightleftharpoons Cu^{2+} + EДТА^{4-}$	$1,58 \cdot 10^{-19}$

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  
Юлія Анатоліївна Шафорост**

**ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ  
З АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ**

*Навчально-методичний посібник для студентів  
вищих навчальних закладів*

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 4,2.  
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.