

**Нінова Т. С.**



# **ХІМІЯ АНАЛІТИЧНА**

## **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПІДГОТОВКИ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ**

напрям підготовки 6.040102 - біологія

заочна форма навчання

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Програма курсу «Хімія аналітична» . . . . .                                                                                                              | 4   |
| Зміст та методичні вказівки до самостійної роботи . . . . .                                                                                              | 12  |
| Зразок виконання контрольної роботи з курсу<br>«ХІМІЯ АНАЛІТИЧНА» для студентів заочної форми<br>навчання напряму підготовки 6.040102- біологія. . . . . | 15  |
| Матеріали для тестового контролю знань. . . . .                                                                                                          | 68  |
| Варіанти контрольної роботи №1 . . . . .                                                                                                                 | 102 |
| Варіанти контрольної роботи №2 . . . . .                                                                                                                 | 147 |
| Рекомендовані літературні джерела . . . . .                                                                                                              | 166 |
| Додатки . . . . .                                                                                                                                        | 167 |

МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ОСВІТИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

ЧЕРКАСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО

Т. С. Нінова

# **ХІМІЯ АНАЛІТИЧНА**

## **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПІДГОТОВКИ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ**

напрямок підготовки 6.040102 - біологія  
заочна форма навчання

Черкаси - 2013

УДК 504.054 + 66.0  
ББК 28.072 +28.081.4 + 20.1

**Рецензенти:**

*Хоменко О. М.*, канд. хім. наук, доцент,  
зав. кафедри екології ЧДТУ

*Бойко В. І.*, канд. хім. наук, доцент  
кафедри хімії ЧНУ імені Б. Хмельницького

Методичні рекомендації до підготовки контрольних робіт з курсу „Хімія аналітична” для студентів напряму підготовки 6.040102 - біологія, заочної форми навчання: Навчально-методичний посібник / Укладач Т.С. Нінова. – Черкаси: Вид. відділ ЧНУ, 2013. – 166 с.

*Друкується згідно з ухвалою Вченої ради Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького (протокол №4 від 21 лютого 2013 р.)*

УДК 504.054 + 66.0  
ББК 28.072 +28.081.4 + 20.1  
© ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2013  
© Т.С. Нінова, 2013

Навчально-методичне видання

**Тетяна Степанівна Нінова**

# **Хімія аналітична**

## **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПІДГОТОВКИ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ**

**напрям підготовки 6.040102 - біологія**

**заочна форма навчання**

Свідоцтво . Здано до набору 20.03.2013р  
Підписано до друку 30.03.2013 р. Формат 60x84 1\16.  
Гарнітура Times. Папір офсет. Ум. друк. арк. 5,5. Тираж 50 пр.  
Зам. №

## **Програма курсу «Хімія аналітична»**

### ***Пояснювальна записка***

Сучасний стан довкілля, який склався внаслідок значного антропогенного навантаження, потребує знань різноманітних аналітичних методів дослідження хімічного складу об'єктів навколишнього середовища. Можливість виконання дослідження стану довкілля базується на вивченні його хімічного складу, фізико-хімічної сутності методів проведення аналізу, загальних хімічних і фізичних закономірностей протікання процесів у біосфері. Мета курсу „Аналітична хімія довкілля” – ознайомити студентів з теоретичними основами сучасної аналітичної хімії, особливостями хімічних реакцій, основними станами та методами визначення хімічних інгредієнтів в об'єктах навколишнього середовища.

При вивченні аналітичної хімії необхідно сформулювати у студентів чіткі уявлення про предмет цієї науки, особливості її як області наукового пізнання, зв'язок з іншими науками та практичну значимість. Крім цього, необхідно підкреслити провідну роль вимірювань в аналітичній хімії.

Головним завданням студентів при вивченні аналітичної хімії є набуття не тільки навичок лабораторного експерименту, але й умінь робити теоретичні висновки та передбачення на основі результатів експерименту з дослідження хімічного складу об'єктів довкілля.

Програмою передбачено значну частину навчального матеріалу опрацювати самостійно під керівництвом викладачів, ознайомити студентів з різноманітною літературою з дослідження хімічного складу об'єктів довкілля.

### ***Вступ***

Аналітична хімія як наука, функції та завдання 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.

Основні хімічні компоненти навколишнього середовища. Причини виникнення проблеми контролю хімічного складу навколишнього середовища. Поняття про забруднення навколишнього середовища та його види.

Хімічні забруднення. Джерела попадання забруднювачів у навколишнє середовище. Поняття про стійкість та трансформацію забруднювачів у довкіллі.

Стан довкілля в Україні. Основні екологічні проблеми України. Вплив аварії на Чорнобильській АЕС на стан навколишнього середовища України.

Екологічний моніторинг та екологічний контроль. Завдання та схема еколого-аналітичного моніторингу довкілля в складі єдиної державної системи екологічного моніторингу

## **МОДУЛЬ 1**

### **Теоретичні основи аналітичної хімії**

#### **Змістовий модуль 1•**

#### **Особливості аналізу природних об'єктів**

Загальна схема і етапи аналізу. Величина проби. Характеристика методів аналізу, селективність методу.

**Види проб і техніка їх відбору. Проба, представництво проби. Відбір проб твердих, рідких та газоподібних речовин і одержання середньої проби. Первинна проба, лабораторна проба, аналітична проба.**

Консервація і транспортування, зберігання проб. Визначення хімічних інгредієнтів у розчинному стані, колоїдно-дисперсній формі та в зависях.

Основні способи переведення проби у форму, необхідну для даного виду аналізу: розчинення в різних середовищах; спікання; сплавлення. Лужні, лужні окисні, кислі розплави. Підбір матеріалу тигля для різноманітних випадків сплавлення.

Концентрування мікроелементів. Усунення речовин, що заважають аналізу.

Загальна характеристика методів аналізу, їх класифікація: методи ідентифікації, розділення, визначення,

гібридні методи; хімічні, фізико-хімічні, фізичні і біологічні методи аналізу.

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. Аналітичні реакції, їх класифікація: 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 методи її вираження (відкриваний мінімум, гранична концентрація або граничне розведення, мінімальний об'єм гранично розведеного розчину). Методи підвищення чутливості аналітичної реакції.

Систематичний і дробний хід аналізу. Маскування. Системи якісного аналізу катіонів, які базуються на осадженні: сульфідна, кислотно-лужна, амоніачно-фосфатна. Аналітичні групи катіонів кислотно-лужної системи та періодична система Д. І. Менделєєва.

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

### ***Закон дії мас Стан слабких та сильних електролітів у розчинах***

#### ***1. Закон дії мас***

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

#### ***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. Йонна сила у природних розчинах.

### **3. Використання закону дії мас при дослідженні слабких електролітів**

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. Значення буферних розчинів в природних системах.

## **Змістовий модуль 2•**

### **4. Закон дії мас і гетерогенні процеси**

Застосування закону дії мас до рівноваги в гетерогенній системі осад–насичений розчин. Добуток розчинності. Умови утворення і розчинення осаду.

Вплив сторонніх йонів на розчинність малорозчинних електролітів. Сольовий ефект.

Розчинність речовин у природних системах.

### **5. Закон дії мас і процеси гідролізу та амфотерності**

Гідроліз солей. Суть гідролізу. Застосування закону дії мас до оборотного процесу гідролізу, константа гідролізу. Ступінь гідролізу. Гідроліз солей у природних розчинах.

Амфотерність гідроксидів. Рівноваги в розчині амфотерного гідроксиду та їх зміщення.

### **6. Окисно-відновні процеси**

Окисно-відновний потенціал (електродний потенціал). Рівняння Нернста. Стандартний окисно-відновний потенціал. Таблиця стандартних окисно-відновних потенціалів і її практичне значення.

Окисно-відновні реакції (визначення), ступінь окиснення. Використання реакцій окиснення-відновлення в аналізі. Окисно-відновні процеси у природних системах.

### **7. Комплексоутворення**

Комплексні сполуки (визначення). Координація лігандів, характеристики координації. Дисоціація комплексних сполук. Застосування закону діючих мас до оборотних процесів дисоціації комплексних йонів. Константа нестійкості. Константа стійкості. Розрахунки концентрації йонів комплексоутворювача і лігандів за константою нестійкості. Комплексні сполуки у природних системах.

*Використання комплексоутворення для відкриття, розділення, маскування йонів, розчинення малорозчинних сполук, зміни окисно-відновного потенціалу системи.*

Органічні реагенти в аналітичній хімії, їх переваги перед неорганічними. Основні напрями використання органічних реагентів в хімічному аналізі. Комплекси. Основні напрями використання динатрій етилендіамінтетраацетату в аналізі рідких природних середовищ на вміст метал-йонів.

## **МОДУЛЬ 2**

### **КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ**

#### **Змістовий модуль 3•**

*Метрологічні основи хімічного аналізу*

Предмет кількісного аналізу. Розвиток та вдосконалення методів кількісного аналізу. Класифікація методів кількісного аналізу: хімічні, фізико-хімічні, фізичні.

Аналітичні терези, їх будова. Фактори, які впливають на відтворюваність і правильність зважування. Техніка зважування.

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

Основні характеристики методу аналізу: правильність і відтворюваність аналізу, коефіцієнт чутливості, межа виявлення, нижня і верхня границі визначуваного вмісту компонента.

Статистична обробка результатів вимірювань (аналізу). Випадкова величина. Закон нормального розподілу випадкових похибок. Середнє значення, стандартне відхилення, дисперсія.

Довірчий інтервал, довірна ймовірність, інтервальні значення вимірювальної величини. Критерії оцінки промахів (3s-критерій, Q-критерій). Оцінка правильності аналізу. Стандартні зразки, їх виготовлення, атестація і використання.

Використання методу найменших квадратів для побудови градувального графіку.

### **Хімічні методи кількісного аналізу**

#### ***Гравіметричний метод аналізу***

Суть гравіметричного аналізу, області застосування. Класифікація методів гравіметричного аналізу.

Гравіметричний метод аналізу, оснований на осадженні. Загальна схема аналізу. Поняття про наважку речовини та її розрахунок.

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

Розрахунки в гравіметричному аналізі.

Приклади практичного застосування гравіметричного метода аналізу. Визначення вмісту кристалізаційної води в кристалогідратах методом відгонки. Визначення вологості ґрунту.

### **Змістовий модуль 4**

#### ***Титриметричні методи аналізу***

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

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

Вираження концентрації розчинів у титриметричному аналізі (молярна концентрація речовини еквівалента, титр робочого розчину). 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). Розрахунки в титриметричному аналізі. Порівняння титриметричного і гравіметричного аналізу.

### ***Кисотно-основне титрування***

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

Індикатори в кислотно-основному титруванні.

Використання кислотно-основного титрування в хімічному аналізі природних систем. Визначення тимчасової твердості води. Визначення Нітрогену в ґрунтах методом К'єльдаля. Встановлення кислотності молока, ґрунту.

### ***Окисно-відновне титрування (редоксметрія)***

Суть і класифікація методів окисно-відновного титрування.

Безіндикаторні та індикаторні способи фіксування точки еквівалентності в редоксметрії.

Способи попереднього окиснення або відновлення речовини, яку визначають в аналізі природних об'єктів.

Перманганатометрія. Загальна характеристика методу.

Застосування перманганатометрії.  
Перманганатометричне визначення окиснюваності води.

### ***Комплексометричне титрування***

Суть комплексометричного титрування.

Комплексонометрія. Етилендіамінтетраацетатна кислота та її натрієва сіль (ЕДТА) як реагенти в комплексонометрії. Металохромні індикатори та принципи їх дії. Застосування комплексонометрії. Визначення загальної твердості води. Визначення вмісту кальцій- та магній-іонів у природних водах.

### **Фізико-хімічні методи кількісного аналізу**

Недоліки класичних методів кількісного хімічного аналізу. Особливості фізичних і фізико-хімічних методів аналізу. Класифікація фізико-хімічних методів кількісного аналізу (електрохімічні, оптичні, хроматографічні).

#### ***Спектральні методи аналізу***

Класифікація спектральних методів аналізу: атомно-емісійні і атомно-абсорбційні методи; методи молекулярного абсорбційного аналізу, люмінесцентний аналіз.

Класифікація методів молекулярного абсорбційного аналізу в залежності від довжини хвилі (УФ-, ІЧ-спектроскопія; спектроскопія у видимій частині спектру); в залежності від способів реєстрації інтенсивності світла (візуальна колориметрія; інструментальні методи визначення інтенсивності забарвлення (фотометричні методи): фотоелектро-колориметрія, спектрофотометрія).

Основні закономірності світлопоглинання. Закон Бугера-Ламберта-Бера, його математичний запис.

Фотоелектроколориметрія. Основні сучасні прилади фотоелектро-колориметрії. Схема будови фотоелектроколориметра.

Методи визначення концентрації речовини в інструментальному фотометричному аналізі (метод градувального графіка, метод добавок, метод фотометричного титрування, метод диференційованої фотометрії).

Використання фотоелектроколориметрії. Визначення вмісту ферум(III)-іонів у вигляді тіоціанатного комплексу у ґрунтах.

**ЗМІСТ ТА МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ  
З КУРСУ „ХІМІЯ АНАЛІТИЧНА”  
(заочна форма навчання)**

Обмежений час, який за навчальним планом відводиться на вивчення великого за обсягом університетського курсу аналітичної хімії, вимагає від студентів значну частину матеріалу опрацювати самостійно.

Мета цих методичних вказівок та завдань допомогти студентам в організації роботи при самостійному вивченні навчального матеріалу.

Вказаний обсяг сторінок навчальних посібників є тим мінімумом, що рекомендується опрацювати студентам. При бажанні більш глибокого вивчення тих чи інших питань курсу необхідно користуватись додатковими джерелами.

До самостійної роботи відносяться такі види робіт:

1. Підготовка до лабораторних занять за планом (вивчення теоретичного матеріалу, оформлення практичної роботи у робочому зошиті).
2. Підготовка контрольних робіт з курсу (модуль 1, модуль 2).
3. Виконання самостійної роботи з якісного та кількісного визначення у природних водах метал-іонів.

***Методичні вказівки до самостійної роботи студентів  
(СРС)***

1. Питання лекційного матеріалу, що виносяться на самостійне опрацювання є складовими тем відповідних лекцій та лабораторних занять, а тому вивчати цей матеріал потрібно в тій послідовності, в якій він входить у програму. Виконання самостійної роботи проводять у зошитах з лекцій.

2. Якщо матеріал, що виноситься на самостійне опрацювання складний і не все зрозуміло, необхідно звертатись за роз'ясненням до викладача на консультаціях. При бажанні більш глибоко ознайомитись з матеріалом відповідного питання необхідно звертатись до інших літературних джерел.

3. Звітуватись за опанування матеріалу, що виноситься на самостійне опрацювання, необхідно систематично в дні і

години, визначені відповідним графіком контролю.

4. Виконання лабораторних занять потребує якісних знань як теоретичного матеріалу так і методики їх проведення. Перш ніж приступити до вивчення методики виконання практичної роботи, необхідно самостійно опанувати теоретичний матеріал, що знаходиться на відповідних сторінках вказаних літературних джерел. Після цього, використовуючи метод розробки до лабораторних робіт та відповідні практикуми, на які є посилання в планах лабораторних робіт, вивчити методику виконання робіт, звертаючи увагу на техніку безпеки. До виконання лабораторних занять студенти допускаються за умови виконання вище вказаних вимог.

5. Після виконання роботи, студент готує звіт і захищає роботу перед викладачем. Викладач перевіряє знання з теорії, методики виконання та практичне значення проведеної роботи.

6. Після позитивної відповіді, відповідного оформлення роботи та перевірки достовірності отриманих результатів, студенту виставляється залік та відповідна кількість балів.

7. До практичних занять студенти повинні розв'язати індивідуально відповідну кількість задач і теж прозвітуватися про їх виконання викладачу. Номери задач і літературні джерела вказані в даній методичній розробці після плану кожного лабораторного заняття. Оформлення розв'язування задач проводять у зошитах для лабораторних робіт.

8. До самостійної роботи входить виконання контрольних робіт. При виконанні контрольної роботи необхідно уважно прочитати завдання. Ознайомитися з теоретичними питаннями теми, прикладами розв'язування задач наведеними в підручнику або методичній розробці і тільки після цього приступати до виконання завдання. Оформлення контрольної роботи проводять у окремому зошиті, виконання кожного завдання починати з нової сторінки, писати акуратно та розбірливо.

9. Якщо студент за певний вид самостійної роботи не отримує заліку або відповідної кількості балів, то він може повторно звітуватися в дні додаткових занять чи під час консультацій викладача.

### ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ (IV семестр) (25 балів)

#### **Якісне та кількісне визначення у природних водах метал-йонів**

*Розробити методику якісного і кількісного визначення метал-йонів у природних водах за планом:*

1. Загальні відомості про метал-йон його будову і вплив на живі організми.
2. Форми, в яких даний йон зустрічається в природних та стічних водах.
3. Якісні реакції на йон.
4. Методи визначення метал-йону у природних водах.
5. Теоретичні положення визначення йону одним з методів.
6. Методика кількісного визначення вмісту йону у водах: обладнання; реактиви; хід визначення.

#### **Варіанти**

|                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| 1. $\text{Al}^{3+}$ | 7. $\text{Na}^{+}$   |
| 2. $\text{Fe}^{3+}$ | 8. $\text{Ni}^{2+}$  |
| 3. $\text{Cd}^{2+}$ | 9. $\text{Hg}^{2+}$  |
| 4. $\text{K}^{+}$   | 10. $\text{Pb}^{2+}$ |
| 5. $\text{Mn}^{2+}$ | 11. $\text{Zn}^{2+}$ |
| 6. $\text{Cu}^{2+}$ | 12. $\text{Cr}^{3+}$ |

#### **Література**

1. Набиванець Б.Й. Аналітична хімія природного середовища./ Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна Л.В. - К.: Либідь, 1996. - 304 с..
2. Сегеда А.С. Лабораторний практикум з аналітичної хімії. Якісний і кількісний аналіз/ Сегеда А.С. – К.:ЦУЛ, Фітосоціоцентр. – 2004. –280 с.
3. Крешков А.П. Основы аналитической химии/ Крешков А.П. – Т. 1 - 3. – М.: Химия, 1976.
4. Лурье Ю.Ю. Химический анализ производственных сточных вод/ Лурье Ю.Ю., Рыбникова А.И. –М.: Химия, 1974. - 335 с.



**Зразок виконання контрольної роботи  
з курсу «ХІМІЯ АНАЛІТИЧНА»  
для студентів заочної форми навчання  
напряму підготовки 6.040102- біологія**

**Завдання № 1.** Обчислити йонну силу в 0,02 М розчині калій нітрату(III).

**Теоретичні відомості:** У водних розчинах сильних електролітів процес дисоціації необоротний. Отже, у водних розчинах сильних електролітів немає хімічної рівноваги. До таких розчинів не можна застосувати ЗДМ. Поведінку сильних електролітів у водних розчинах пояснює теорія сильних електролітів (ТСЕ). Основні положення ТСЕ: **1)** сильні електроліти у водних розчинах дисоціюють повністю, тобто на 100 %; **2)** у розчинах сильних електролітів між йонами є електролітична взаємодія. Рівняння дисоціації сильних електролітів записують таким чином :



У водних розчинах сильних електролітів навколо кожного йона існує йонна атмосфера, наявність якої гальмує рух йонів, зменшує їх активність. Таким чином, у розчинах сильних електролітів здатність йона до взаємодії визначається молярною концентрацією йона і ступенем зв'язування йона внаслідок існування навколо нього йонної атмосфери. Для кількісного врахування цього введено поняття “активність” :  $a(x) = c(x) \cdot f(x)$ , де  $a(x)$  – ефективно діюча молярна концентрація йона  $x$ , моль/л;  $c(x)$  – молярна концентрація йона;  $f(x)$  – коефіцієнт активності йона, який залежить від ступеня окиснення йона, його природи, концентрації та йонної сили розчину.

Йонна сила розчину  $\mu$  є мірою електростатичної взаємодії між йонами у розчині і дорівнює напівсумі добутків молярної концентрації йонів, наявних у розчині, на квадрат їх зарядів :

$$\mu = \frac{1}{2} \sum c(x_i) \cdot Z^2(x_i)$$

Таблиця 1

Зв'язок коефіцієнтів активності йонів ( $f$ ) з йонною силоюрозчину( $\mu$ )Коефіцієнти активності  $f$ 

| Йонна<br>сила $\mu$ | Одно<br>зарядні<br>йони | Двозаряд-<br>ні йони | Тризаря-<br>дні йони | Чотири<br>зарядні<br>йони |
|---------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|
| $1 \cdot 10^{-4}$   | 0,99                    | 0,95                 | 0,90                 | 0,83                      |
| $2 \cdot 10^{-4}$   | 0,98                    | 0,94                 | 0,87                 | 0,77                      |
| $5 \cdot 10^{-4}$   | 0,97                    | 0,90                 | 0,80                 | 0,67                      |
| $1 \cdot 10^{-3}$   | 0,96                    | 0,86                 | 0,73                 | 0,56                      |
| $2 \cdot 10^{-3}$   | 0,95                    | 0,81                 | 0,64                 | 0,45                      |
| $5 \cdot 10^{-3}$   | 0,92                    | 0,72                 | 0,51                 | 0,30                      |
| $1 \cdot 10^{-2}$   | 0,89                    | 0,63                 | 0,39                 | 0,19                      |
| $2 \cdot 10^{-2}$   | 0,87                    | 0,57                 | 0,28                 | 0,12                      |
| $5 \cdot 10^{-2}$   | 0,81                    | 0,44                 | 0,15                 | 0,04                      |
| $1 \cdot 10^{-1}$   | 0,78                    | 0,33                 | 0,08                 | 0,01                      |
| $2 \cdot 10^{-1}$   | 0,70                    | 0,24                 | 0,04                 | 0,03                      |
| $3 \cdot 10^{-1}$   | 0,66                    | —                    | —                    | —                         |
| $5 \cdot 10^{-1}$   | 0,62                    | —                    | —                    | —                         |

**Розв'язок :**

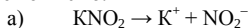
Дано :

$$c(\text{KNO}_3) = 0,02 \text{ моль/дм}^3$$

 $\mu$  - ?

1. Яка йонна сила в розчині калій нітрату(III) з молярною концентрацією речовини  $\text{KNO}_3$  0,02 моль/дм<sup>3</sup>?

Калій нітрат(III) є сильним електролітом, тому у розчині вважаємо дисоціює повністю.



за р. р.                      1 моль      1 моль      1 моль  
за у. з (моль/дм<sup>3</sup>)            0,02          0,02          0,02

$$\mu = \frac{1}{2} [c(\text{K}^+) \cdot z^2 + c(\text{NO}_3^-) \cdot z^2] = \frac{1}{2} (0,02 \cdot 1^2 + 0,02 \cdot 1^2) = 0,02 \text{ моль/дм}^3$$

Оскільки калій нітрат(III) бінарний сильний електроліт, тобто складається з двох іонів, то йонна сила дорівнює концентрації цього розчину.

$$\text{б) } \mu = c(\text{KNO}_3) \quad \mu = 0,02 \text{ моль/дм}^3.$$

**Відповідь:** 0,02 моль/дм<sup>3</sup>.

**Завдання № 2** Обчислити активність кожного йона в 0,0005 М розчині калій нітрату(III) (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,97).

**Теоретичні відомості:** Під **активністю йона** в розчині розуміють ту ефективну, умовну концентрацію його, згідно якої він діє при хімічних реакціях. **Активність йона(a)** рівна добутку концентрації йона *c* та коефіцієнта активності *f* :

$$a = f \cdot c$$

**Розв'язок :**

**Дано :**

$$f=0,97$$

$$c(\text{KNO}_2)=0,0005 \text{ моль/дм}^3$$

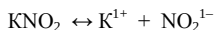
$$a(\text{K}^+)-?$$

$$a(\text{NO}_2^-)-?$$

1. Яка молярна концентрація речовини кожного йона у розчині?

**Молярна концентрація** – відношення кількості розчиненої речовини до об'єму розчину.

Калій нітрат(III) є сильним електролітом, тому вважаємо в розчині він дисоціює повністю.



$$\begin{array}{cccc} \text{за р.р. п} & 1 \text{ моль} & 1 \text{ моль} & 1 \text{ моль} \\ \text{за у.з. с (моль/дм}^3 \text{)} & 0,0005 & 0,0005 & 0,0005 \end{array}$$

2. Яка йонна сила у розчині калій нітрату (III) ?

**Йонна сила  $\mu$**  – це півсума добутків концентрацій всіх йонів, які знаходяться в розчині, на квадрат їх заряду.

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{1}{2} [c(\text{K}^+) \cdot z^2(\text{K}^+) + c(\text{NO}_2^-) \cdot z^2(\text{NO}_2^-)] = \\ &= \frac{1}{2} (0,0005 \cdot 1^2 + 0,0005 \cdot 1^2) = 0,0005 \end{aligned}$$

3. Який коефіцієнт активності  $\text{K}^{1+}$  - і  $\text{NO}_2^{1-}$  - іонів в розчині при цій йонній силі ?

**Коефіцієнт активності :**  $f(\text{K}^{1+})=f(\text{NO}_2^{1-})=0,97$  (за таблицею)

4. Яка активність  $\text{K}^+$  - і  $\text{NO}_2^-$  - іонів у розчині?

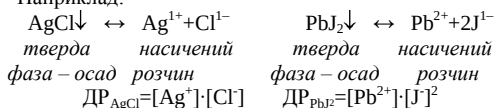
$$\begin{aligned} a(\text{K}^+) &= a(\text{NO}_2^-) = c(\text{KNO}_2) \cdot f \\ a(\text{K}^+) &= a(\text{NO}_2^-) = 0,0005 \cdot 0,97 = 4,85 \cdot 10^{-4} \text{ (моль/дм}^3 \text{)} \end{aligned}$$

**Відповідь :**  $a(\text{K}^+) = a(\text{NO}_2^-) = 4,85 \cdot 10^{-4} \text{ (моль/дм}^3 \text{)}$

**Завдання № 3.** Чи випадє осад, якщо до 0,02М розчину натрій(І) нітрату( $\text{TiNO}_3$ ) додати рівний об'єм 0,02М розчину натрій хлориду ( $\text{NaCl}$ )? Назвати речовину осаду ( $\text{ДР}_{\text{TiCl}} = 1,7 \cdot 10^{-4}$ ).

**Теоретичні відомості:** При утворенні осаду важкорозчинної речовини між осадом і розчином встановлюється динамічна рівновага. Застосування ЗДМ до таких процесів дає константу, яка називається **добутком розчинності (ДР)**. ДР – це добуток молярних концентрацій йонів у насиченому розчині важкорозчинної речовини при постійній температурі і тиску. Дана величина є сталою при постійній температурі і тиску насиченого розчину.

Наприклад:



**Фізичний зміст рівняння ДР:** незалежно від зміни концентрації окремих іонів добуток розчинності йонів у розчині завжди залишається сталим при сталій температурі; ДР характеризує розчинність речовини; чим більший ДР, тим більша розчинність речовини.

#### **Значення правила ДР:**

1. дозволяє зрозуміти процес утворення і розчинення осадів. Наприклад,  $\text{ДР}_{\text{AgCl}} > [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-]$ ,  $\text{ДР}_{\text{PbJ}_2} > [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{J}^-]^2$  - розчини ненасичені, процес розчинення переважає над процесом осадження.  $\text{ДР}_{\text{AgCl}} = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-]$ ,  $\text{ДР}_{\text{PbJ}_2} = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{J}^-]^2$  – розчини насичені, тобто встановилася динамічна рівновага між осадом і розчином.  $\text{ДР}_{\text{AgCl}} < [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-]$ ,  $\text{ДР}_{\text{PbJ}_2} < [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{J}^-]^2$  – розчини пересичені, тобто переважає процес осадження, виділення речовини з розчину в осад;
2. дає змогу розібратися в процесах дробного осадження, в перетвореннях одних важкорозчинних речовин в інші;
3. дозволяє зрозуміти суть сольового ефекту;

4. можна розрахувати повноту осадження іонів, а також найменшу концентрацію іона, необхідну для утворення осаду.

**Розв'язок :**

**Дано:**

$$c(\text{TiNO}_3)=0,02 \text{ моль/дм}^3$$

$$c(\text{NaCl})=0,02 \text{ моль/дм}^3$$

$$V(\text{TiNO}_3)=V(\text{NaCl})$$



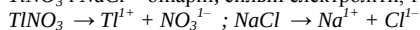
1. Які молярні концентрації кожної речовини у розчині після змішування розчинів?

При зливанні 2-х рівних об'ємів розчинів молярна концентрація речовини у розчині зменшиться у два рази.

$$c(\text{TiNO}_3) = c(\text{NaCl}) = 0,02 / 2 = 0,01 \text{ моль/дм}^3$$

2. Які молярні концентрації речовин  $\text{Ti}^{1+}$  - і  $\text{Cl}^{1-}$  - іонів у розчині ?

$\text{TiNO}_3$  і  $\text{NaCl}$  – бінарні, сильні електроліти, тому



$$c(\text{Ti}^{1+}) = c(\text{TiNO}_3) = 0,01 \text{ моль/дм}^3$$

$$c(\text{Cl}^{1-}) = c(\text{NaCl}) = 0,01 \text{ моль/дм}^3$$

3. Який добуток рівноважних молярних концентрацій речовин  $\text{Ti}^{1+}$  - і  $\text{Cl}^{1-}$  – іонів у розчині ?

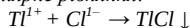
$$[\text{Ti}^{1+}] \cdot [\text{Cl}^{1-}] = 0,01 \cdot 0,01 = 0,0001 = 1,0 \cdot 10^{-4}$$

Запис рівняння реакції:

Повне молекулярне рівняння:



Скорочене йонно-молекулярне рівняння:



4. Порівнюємо добуток рівноважних молярних концентрацій речовин, що одержали з  $DP_{\text{TiCl}}$  табличним.

$$[\text{Ti}^{1+}] \cdot [\text{Cl}^{1-}] < DP_{\text{TiCl}}$$

$$1,0 \cdot 10^{-4} < 1,7 \cdot 10^{-4}$$

Отже, при зливанні рівних об'ємів утворюється ненасичений розчин, тому осад талій хлориду не випадає.

**Відповідь :**  $\text{TiCl}$  не випадає в осад.

**Завдання № 4.** Вказати аналітичну групу катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реактив та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіона. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, заважаючі іони. Охарактеризувати аналітичні ознаки, тип реакцій, одержаних сполук:

1). агрегатний стан; 2). забарвлення; 3). розчинність у воді, кислотах, лугах; 4). сила електроліту; 5). окисно-відновні властивості; 6). амфотерні властивості; 7). здатність до гідролізу.

Записати формули всіх відомих нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних сполук, до яких належать речовини, формули яких ви написали.

### **Теоретичні відомості :**

***Якісний хімічний аналіз та його методи.***

***Катіони I–VI аналітичних груп за кислотно-основною класифікацією. Аніони.***

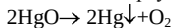
***Методи якісного аналізу***

Аналітична хімія має два розділи: якісний та кількісний аналіз. Методами якісного аналізу виявляють складові частини хімічної сполуки або суміші різних хімічних сполук. Хімічні властивості йонів зумовлені зарядом ядра і електронною конфігурацією йона. Тому часто до однієї аналітичної групи катіонів належать йони, які утворюють хімічні елементи різних груп періодичної системи Д. І. Менделєєва. Будова атома і відповідно положення елемента в періодичній системі хімічних елементів Д. І. Менделєєва дозволяють передбачити хіміко-аналітичні властивості простих і складних йонів, допомагають помітити закономірності зміни їх властивостей і систематизувати різноманітні аналітичні реакції йонів.

*Методи хімічного аналізу: коротке визначення принципів, покладених в основу аналізу.*

Відповідно до агрегатного стану речовини, що аналізують, розрізняють аналіз сухим способом – ***метод сухої хімії*** і мокрим – ***метод мокрої хімії***.

**Метод сухої хімії** зводиться або до випробування здатності речовини забарвлювати полум'я пальника у різний колір (Na<sup>1+</sup>-катіон забарвлює полум'я у **жовтий** колір, K<sup>1+</sup>-катіон – у **фіолетовий**, Ca<sup>2+</sup>-катіон – у цегляно-червоний, тощо), або до розкладу речовини при нагріванні. Наприклад при розкладі гідраргіуму(II)оксиду на стінках пробірки утворюється металічна ртуть та виділяється кисень:



В якісному аналізі більш використовуються реакції, які відбуваються у розчинах (**метод мокрої хімії**). Для цього досліджувану речовину переводять у розчинний стан за допомогою будь-якого розчинника (дистильована вода, спирт, мінеральні кислоти тощо). При цьому речовина переходить у розчинний стан і знаходиться у розчині у вигляді окремих іонів або молекул.



В якісному аналізі розрізняють методи ідентифікації, розділення та методи визначення.

**Методи ідентифікації** – встановлення тотожності невідомої сполуки з іншою відомою на основі спостережень фізичних і хімічних властивостей або на основі зіставлення із довідковими даними.

**Методи розділення** – допоміжні методи, які використовуються для розділення йонів або речовин, якщо не можна відразу провести визначення.

**Методи визначення** – в залежності від властивостей, що спостерігаються, і від того, які процеси лежать в їх основі, розрізняють:

1. **фізичні методи** – засновані на спостереженні фізичних властивостей (електричні, магнітні, теплові і т.д.)
2. **хімічні** (класичні) – засновані на утворенні в результаті хімічних реакцій сполук з добре вираженими зовнішніми ознаками (осад, газ, колір розчину тощо)
3. **фізико-хімічні** – засновані на вивченні фізичних явищ, які відбуваються при проведенні хімічних реакцій (електрохімічні методи, фотометрія, спектрофотометрія тощо)
4. **біологічні** методи (метод біоіндикації).

### Аналітичні реакції та вимоги до них

**Аналітичними реакціями** називаються такі хімічні реакції, які використовуються для ідентифікації, розділення та кількісного визначення йонів, молекул.

Для запису хімічних реакцій в аналітичній хімії використовують:

- **йонно-молекулярні рівняння;**  
$$\text{Ag}^{1+} + \text{Cl}^{1-} = \text{AgCl}_\downarrow$$
- **молекулярні рівняння;**  
$$\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \text{AgCl}_\downarrow + \text{HNO}_3$$
- **йонно-електронні рівняння.**  
$$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$$

Формули речовин слабких електролітів, газів, осадів записуються в молекулярній формі (для йонно-молекулярних рівнянь).

**Вимоги до аналітичних реакцій:** відносно велика швидкість, стехіометричність, стійкість до зовнішніх факторів; зовнішній ефект; специфічність; вибірковість або селективність; чутливість.

Аналітичні реакції розрізняють:

1. за застосуванням:
  - a) реакції виявлення;
  - b) реакції розділення;
  - c) реакції кількісного визначення.
2. за характером хімічної взаємодії:
  - d) кислотно-основні реакції;
  - e) реакції осадження;
  - f) реакції комплексоутворення;
  - g) окисно-відновні реакції.

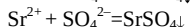
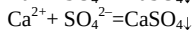
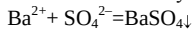
Речовини (хімічні препарати), які використовуються в хімічному аналізі для того, щоб викликати хімічне перетворення, називаються **аналітичними реагентами** (реактивами).

Аналітичні реакції, які властиві даній речовині або йону, називаються **характерними аналітичними реакціями**.

Відповідно, аналітичні реагенти на даний йон або речовину називаються **характерними аналітичними реагентами**.



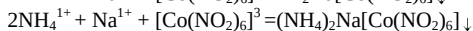
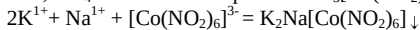
Наприклад, характерним аналітичним реагентом на запропоновані катіони є сульфат- йон:



**Селективними (вибірковими) аналітичними реакціями** називаються такі хімічні реакції, які за певних умов одночасно проходять тільки з деякітькома йонами (*селективний реагент*).

Наприклад:

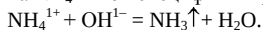
на  $\text{K}^{1+}$ ,  $\text{NH}_4^{1+}$  селективний реагент  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ :



**Специфічними** називаються такі реакції, які дозволяють відкрити йон в присутності всіх інших йонів (*специфічний реагент*).

Наприклад:

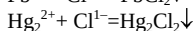
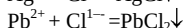
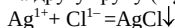
на  $\text{NH}_4^{1+}$  – йон специфічний реагент – луг.



**Груповими аналітичними реакціями** називаються реакції, в результаті яких із суміші йонів виділяють певну групу йонів (груповий реагент)

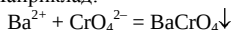
Наприклад:

на другу групу ( $\text{Ag}^{1+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ) груповий реагент  $\text{HCl}$



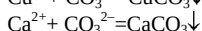
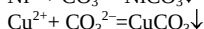
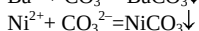
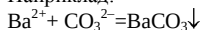
**Окремими** називаються характерні реакції на даний йон (*окремі аналітичні реагенти*).

Наприклад:



**Загальні аналітичні реакції** — реакції, при проведенні яких, більша частина йонів із розчину взаємодіє з реагентом (*загальні аналітичні реагенти*).

Наприклад:



### Класифікація катіонів :

1. сульфідна (в основі поділу катіонів на групи полягає відношення катіонів до карбонат-, сульфід-, і хлорид –іонів);

2. кислотно-лужна (в основі класифікації – відношення катіонів до хлоридної і сульфатної кислот, до сильних основ (NaOH, KOH), амфотерність і комплексоутворення);

3. амоніаочно-фосфатна (заснована на відношенні катіонів до  $(NH_4)_2HPO_4$  і розчинності фосфатів у  $CH_3COOH$  та амоніаку; до нітратної і хлоридної кислот).

Таблиця 2

### Кислотно-лужна класифікація катіонів

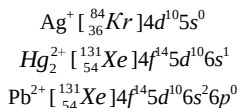
| № групи | Катіони                                                              | Груповий реактив                |
|---------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1       | $K^+, NH_4^+, Na^+$                                                  | –                               |
| 2       | $Ag^+, Hg_2^{2+}, Pb^{2+}$                                           | HCl (розведена)                 |
| 3       | $Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}$                                          | $H_2SO_4$<br>(розведена)        |
| 4       | $Al^{3+}, Cr^{3+}, Zn^{2+}, As^{3+}, As^{5+},$<br>$Sn^{2+}, Sn^{4+}$ | KOH або NaOH<br>(надлишок)      |
| 5       | $Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mg^{2+}, Mn^{2+}, Bi^{3+},$<br>$Sb^{3+}, Sb^{5+}$ | KOH або NaOH                    |
| 6       | $Cu^{2+}, Co^{2+}, Cd^{2+}, Hg^{2+}, Ni^{2+}$                        | $NH_3 \cdot H_2O$<br>(надлишок) |

### Відповідь :

За кислотно-основною системою класифікації катіонів плумбум(II)-іон відноситься до 2-ї аналітичної групи, груповим реактивом якої є хлоридна кислота (HCl).

### Загальна характеристика II-аналітичної групи

До 2-ї аналітичної групи відносяться  $Ag^{1+}$ ,  $Hg_2^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ -катіони. Атоми їх мають близькі невеликі радіуси і великі енергетичні характеристики. Тому це металічні атоми, елементи – метали, близькі за властивостями, слабкі відновники.



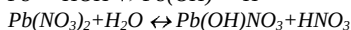
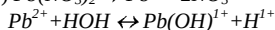
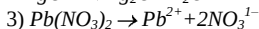
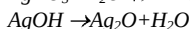
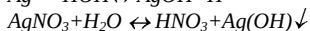
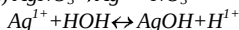
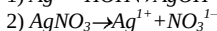
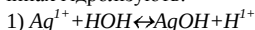
В періодичній таблиці Д. І. Менделєєва вони розташовані в I ( $Ag^{1+}$ ), II ( $Hg_2^{2+}$ ) групах (побічна підгрупа) і в IV ( $Pb^{2+}$ ) групі (головна підгрупа). Їх атоми мають зовнішній електронний шар з  $18\bar{e}$  або ( $18\bar{e} + 2\bar{e}$ ) у двох зовнішніх електронних шарах. Для них характерна валентність **I** – для  $Ag^{1+}$ , і **II** – для  $Hg_2^{2+}$  та  $Pb^{2+}$ , ступінь окислення +1 і +2, відповідно і заряд іонів такої ж величини.

Ці елементи утворюють оксиди:  $Ag_2O$ ,  $HgO$ ,  $Pb_2O$ ,  $Hg_2O$ , які є осадженими. Гідроксиди  $AgOH$ ,  $Hg_2(OH)_2$  – нестійкі і легко розпадаються на метал-оксид і воду:

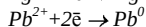
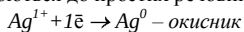


$Pb(OH)_2$  – стійкий за звичайних умов.

Більшість солей елементів цієї групи нерозчинні у воді, розчиняються тільки фториди, нітрати, перхлорати, хлорати і перманганати. Розчинні солі  $Hg_2^{2+}$  та  $Pb^{2+}$ -іонів у водних розчинах гідролізують:

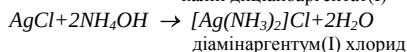
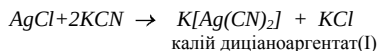


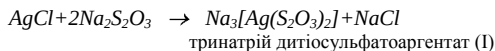
$Ag^{1+}$ - та  $Hg_2^{2+}$ -іони є сильними окисниками і відновлюються до простих речовин:



Схожа електронна будова  $Ag^{1+}$ -,  $Hg_2^{2+}$ - та  $Pb^{2+}$ -іонів обумовлює однакове відношення їх до всіх мінеральних кислот, їх розчинних солей та лугів.

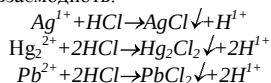
Всі катіони II-ї аналітичної групи мають вільні АО, тому вони є комплексоутворювачами з неорганічними і органічними лігандами.





Катіони ІІ-ї аналітичної групи утворюють осад з усіма мінеральними кислотами (крім  $HNO_3$ ,  $HNO_2$  і частково  $H_2SO_4$ ) їх розчинними солями і лугами. Тому всі реакції цих катіонів із вказаними кислотами і лугами є загально аналітичними, отже можуть бути і груповими.

Характерним груповим реактивом на катіони цієї групи є хлоридна кислота ( $HCl$ ), яка утворює мало – або важко розчинні осад з ними, тоді як з катіонами інших груп хлорид-йони хімічно не взаємодіють.

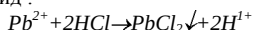


#### Умови реакцій :

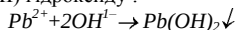
1. розбавлена хлоридна кислота;
2. стехіометрична кількість хлоридної кислоти;
3. понижена температура.

#### Характерні реакції $Pb^{2+}$ -іона :

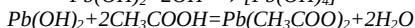
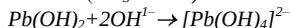
1.  $HCl$  з  $Pb^{2+}$ -іоном утворює білий осад  $PbCl_2$  – плумбум(ІІ) хлорид :



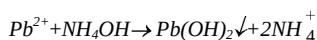
2.  $NaOH$  або  $KOH$  з  $Pb^{2+}$ -іоном утворюють білий осад  $Pb(OH)_2$  плумбум(ІІ) гідроксиду :



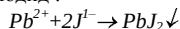
$Pb(OH)_2$  – амфотерний, розчиняється в лугах, нітратній кислоті ( $HNO_3$ ) і оцтовій кислоті ( $CH_3COOH$ ) :



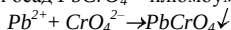
3.  $NH_4OH$  з  $Pb^{2+}$ -іоном утворює осад, який не розчиняється в надлишку реактиву:



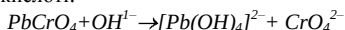
4.  $KJ$  з  $Pb^{2+}$ -іоном утворює жовтий кристалічний осад  $PbJ_2$  – плумбум(ІІ) йодид :



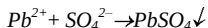
5.  $K_2CrO_4$  і  $K_2Cr_2O_7$  з  $Pb^{2+}$ -іоном утворюють жовтий дрібнокристалічний осад  $PbCrO_4$  – плюмбум(II) хромат:



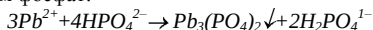
Цей осад розчиняється в лугах і практично не розчиняється в амоніаку, амоній ацетаті, ацетатній кислоті, є мало розчинним в нітратній(V) кислоті:



6.  $H_2SO_4$  та **сульфати лужних металів** з  $Pb^{2+}$ -іоном утворюють білий кристалічний осад  $PbSO_4$  – плюмбум(II) сульфат:

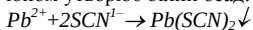


7.  $Na_2HPO_4$  з  $Pb^{2+}$ -іоном утворює білий осад  $Pb_3(PO_4)_2$  – триплюмбум фосфат:



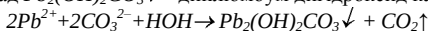
осад розчиняється в  $HNO_{3(розв.)}$ , в  $NaOH$  і  $KOH$

8.  $KSCN$  (калій тіоціанат) або  $NH_4SCN$  (амоній тіоціанат) з  $Pb^{2+}$ -іоном утворює білий осад:

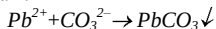


9.  $H_2Dz$  (дитизон) з  $Pb^{2+}$ -іоном утворює забарвлену в червоний колір сполуку ( $PbDz$ ) – плюмбум(II) дитизонат;

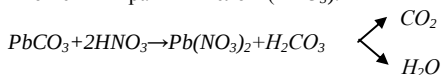
10.  $(NH_4)_2CO_3$  (діамоній карбонат) з  $Pb^{2+}$ -іоном утворює білий осад  $Pb_2(OH)_2CO_3 \downarrow$  – диплюмбум дигідроксид карбонат :



11.  $Na_2CO_3$  з  $Pb^{2+}$ -іоном утворює білий осад  $PbCO_3$  – плюмбум(II) карбонат :



Цей осад розчиняється в нітратній кислоті ( $HNO_3$ ).



**Розчинні солі плюмбум(II) катіону :**

$Pb(NO_3)_2$  – плюмбум(II) нітрат;

$Pb(CH_3COO)_2$  – плюмбум(II) ацетат.

**Нерозчинні солі плюмбум(II) катіону :**

$PbJ_2$  – плюмбум(II) йодид;

$PbS$  – плюмбум(II) сульфід;

$PbSO_3$  – плюмбум(II) сульфат (IV);

$PbSO_4$  – плюмбум(II) сульфат (VI);  
 $Pb_3(PO_4)_2$  – плюмбум(II) фосфат;  
 $PbCO_3$  – плюмбум(II) карбонат;  
 $PbSiO_3$  – плюмбум(II) силікат.

#### Інші речовини :

$Ag_2O$  – аргентум(I) оксид;  $AgOH$  – аргентум(I) гідроксид;  
 $PbO$  – плюмбум(II) оксид;  $Pb(OH)_2$  – плюмбум(II) гідроксид;  
 $Ag_2CO_3$  – аргентум(I) карбонат;  $PbBr_2$  – плюмбум(II) бромід;  
 $K_2CrO_4$  – калій хромат;  $K_2Cr_2O_7$  – калій дихромат;  
 $PbCrO_4$  – плюмбум(II) хромат.

**Завдання № 5.** Написати рівняння характерних реакцій аніона. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, заважаючі іони. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук: 1) агрегатний стан; 2) забарвлення; 3) розчинність у воді; 4) сила електроліту; 5) окисно-відновні властивості; 6) амфотерні властивості; 7) здатність до гідролізу.

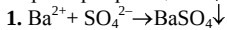
#### Теоретичні відомості :

Таблиця 3

| Класифікація аніонів |                                                                                                                                    |                                                               |                                                                                                                     |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| № групи              | Аніони                                                                                                                             | Груповий реактив                                              | Загальна характеристика групи                                                                                       |
| I                    | $SO_4^{2-}$ , $PO_4^{3-}$ ,<br>$CrO_4^{2-}$ , $CO_3^{2-}$ ,<br>$SiO_3^{2-}$ ,<br>$S_2O_3^{2-}$ , $CrO_4^{2-}$<br>та інші           | Розчин $BaCl_2$ (в нейтральному або слабколужному середовищі) | Барієві солі мало розчинні у воді, але розчинні в розбавлених кислотах (за винятком $BaSO_4$ )                      |
| II                   | $Cl^{1-}$ , $Br^{1-}$ , $I^{1-}$ , $CN^{1-}$ ,<br>$S^{2-}$ , $SCN^{1-}$ , $ClO^{1-}$ ,<br>$[Fe(CN)_6]^{3-}$ ,<br>$[Fe(CN)_6]^{4-}$ | $AgNO_3$ (в присутності розбавленої $HNO_3$ )                 | Солі срібла мало розчинні у воді і в розведених $HNO_3$ (крім: аргентум сульфід розчинний в $HNO_3$ при нагріванні) |
| III                  | $NO_3^{1-}$ , $NO_2^{1-}$ ,<br>$MnO_4^{1-}$ , $CH_3COO^{1-}$<br>та інші                                                            | Групового реагента немає                                      | Аніони не утворюють з солями $Ba$ та $Ag$ мало розчинних сполук                                                     |

**Відповідь :**  $\text{SO}_4^{2-}$  – сульфат(VI) -аніон відноситься за кислотно-основною системою класифікації аніонів до I групи.

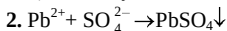
Характерні реакції  $\text{SO}_4^{2-}$ -іона:



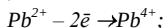
1) осад; 2) білий колір; 3) малорозчинний у воді і практично не розчиняється в 2М розчині  $\text{HNO}_3$ ; 4) слабкий електроліт; 5) окисно-відновні властивості не проявляє; 6) амфотерні властивості не проявляє; 7) не гідролізує.

Середовище: нейтральне або лужне.

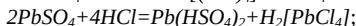
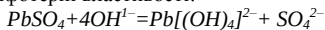
Тип реакції: обміну, осадження.



1) осад; 2) білий колір; 3) нерозчинний у воді, але розчиняється в  $\text{KOH}_{(\text{конц.})}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$ ,  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ; 4) слабкий електроліт; 5) проявляє окисно-відновні властивості, може виступати відновником:



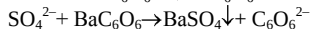
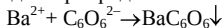
6) проявляє амфотерні властивості:



7) не гідролізує.

Тип реакції: обміну, осадження.

3.  $\text{SO}_4^{2-}$  - аніон розкладає і знебарвлює осад червоного кольору барій-іона з динатрій родизонатом ( $\text{Na}_2\text{C}_6\text{O}_6$ ):



1) осад  $\text{BaC}_6\text{O}_6 \downarrow$  та осад  $\text{BaSO}_4 \downarrow$ ; 2) знебарвлення осаду червоного кольору і утворення осаду білого кольору; 3) осад нерозчинні у воді; 4) слабкі електроліти; 5) не проявляють окисно-відновні властивості; 6) обидва осад не проявляють амфотерні властивості; 7) не гідролізують.

Тип реакції: обміну, осадження.

**Завдання № 6.** Є суміш двох аніонів. Запропонувати схему розділення цих аніонів, записати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, заважаючі іони. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук: 1) агрегатний стан; 2) забарвлення; 3) розчинність у воді; 4) розчинність у кислотах, лугах; 5) сила електроліту; 6) окисно-

відновні властивості; 7) амфотерні властивості; 8) здатність до гідролізу (для солей)).

1. Для розділення і визначення іонів необхідно з'ясувати до яких груп ці іони відносяться.

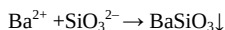
Таблиця 3

**Групи аніонів**

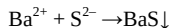
| Група аніонів | Представники                                                                                | Груповий реагент                                            |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| I             | $\text{SO}_4^{2-}, \text{SO}_3^{2-}, \text{CO}_3^{2-}, \text{PO}_4^{3-}, \text{SiO}_3^{2-}$ | $\text{BaCl}_2$ (в нейтральному або слабколужному розчині). |
| II            | $\text{Cl}^{1-}, \text{Br}^{1-}, \text{I}^{1-}, \text{S}^{2-}$                              | $\text{AgNO}_3$ (в присутності $\text{HNO}_3$ ).            |
| III           | $\text{NO}_3^{1-}, \text{NO}_2^{1-}, \text{CH}_3\text{COO}^{1-}$                            | Групового реагента немає.                                   |

За **таблицею 3**  $\text{SiO}_3^{2-}$ -іон відноситься до 1-ї групи аніонів;  $\text{S}^{2-}$ -іон відноситься до 2-ї групи аніонів.

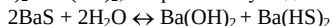
2. При додаванні до суміші групового реагенту (1 група –  $\text{BaCl}_2$ )  $\text{Ba}^{2+}$ -іони взаємодіють з  $\text{SiO}_3^{2-}$ -іоном з утворенням білого осаду:



При взаємодії  $\text{Ba}^{2+}$ -іонів з  $\text{S}^{2-}$ -іонами мають місце такі процеси:

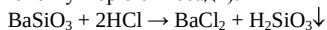


Внаслідок гідролізу  $\text{BaS}$  у водному розчині утворюються  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  і  $\text{Ba}(\text{HS})_2$ , які розчинні у воді:



3. Одержаний осад ( $\text{BaSiO}_3$ ) відфільтровують; у фільтраті знаходяться  $\text{S}^{2-}$ -аніони.

4. Осад на фільтрі ( $\text{BaSiO}_3$ ) розчинити в кислоті (крім кислот, які з  $\text{Ba}^{2+}$ -іоном утворюють осад).



Умови: достатня концентрація кислоти;

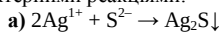
Ознаки: утворюється желеподібна речовина;

Тип реакції: обміну, осадження.

Заважаючі іони: немає.



5. Фільтрат містить сульфід-іон, який можна виявити характерними реакціями:

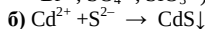


*Умови:* вихідні речовини є розчинними, відсутність заважаючих іонів;

*Ознаки:* випадає чорний осад;

*Тип реакції:* обміну, осадження.

*Заважаючи іони:* всі що утворюють з  $\text{Ag}^{1+}$  осад ( $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ );

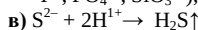


*Умови:* вихідні речовини є розчинними;

*Ознаки:* випадає жовтий осад;

*Тип реакції:* обміну, осадження.

*Заважаючи іони:* всі що утворюють з  $\text{Cd}^{2+}$  осад ( $\text{OH}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ );



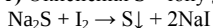
*Умови:* вихідні речовини є розчинними;

*Ознаки:* виділяється безбарвний газ з різким запахом;

*Тип реакції:* обміну;

*Заважаючи іони:* всі що утворюють з  $\text{S}^{2-}$  осад ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ );

**г)** Окиснення  $\text{S}^{2-}$ -іону до вільної сірки йодною водою:



*Умови:* вихідні речовини розчинні;

*Ознаки:* знебарвлення кольору окисника, випадання осаду (вільна сірка)

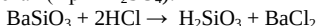
*Тип реакції:* OBR.

*Заважаючи іони:* немає.

*Аналітичні ознаки одержаних сполук:*

**BaSiO<sub>3</sub>**— барій силікат (IV):

1) осад; 2) білого кольору; 3) нерозчинний у воді; 4) розчинний у кислотах (крім  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ):

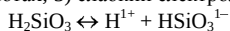


5) сильний електроліт;

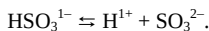
6) окисно-відновних властивостей не проявляє; 7) не амфотерний; 8) не гідролізує.

**H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>**– гідроген триоксисилікат(IV):

- 1) гель; 2) прозорий; 3) нерозчинний у воді;  
4) нерозчинний у кислотах; 5) слабкий електроліт:



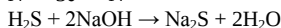
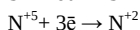
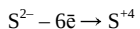
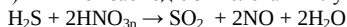
$$K_{\text{дис.}} = \frac{c(\text{H}^{1+}) * c(\text{HSiO}_3^{1-})}{c(\text{H}_2\text{SiO}_3)} = 1,6 \cdot 10^{-2}.$$



- 6) не проявляє окисно-відновних властивостей; 7) не проявляє;  
8) –.

**H<sub>2</sub>S**– дигідроген сульфід:

- 1) газ з різким запахом; 2) безбарвний; 3) розчинний у воді;  
4) хімічно взаємодіє з кислотами і лугами:

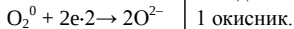
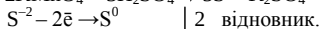
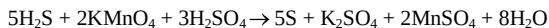
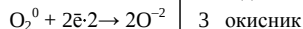
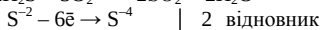
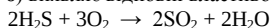


5) слабкий електроліт:



$$K_{\text{дис.}} = \frac{c(\text{H}^{1+})^2 * c(\text{S}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{S})} = 2,5 \cdot 10^{-20}$$

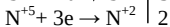
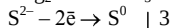
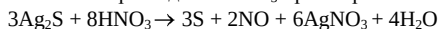
6) виявляє відновні властивості:



7) не амфотерний; 8) –.

**Ag<sub>2</sub>S**– аргентум сульфід:

- 1) осад; 2) чорного кольору; 3) не розчиняється у воді;  
4) розчиняється в розведеній HNO<sub>3</sub> при нагріванні:



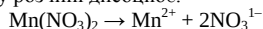
5) сильний електроліт; 6) відновник; 7) не амфотерний.

8) не гідролізує, це осад.

**Питання № 7.** Є суха речовина. Запропонувати схему аналізу цієї речовини (визначення катіона і аніона), записати умови реакцій; вказати умови, ознаки, тип реакцій, заважаючи іони. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук: 1) агрегатний стан; 2) забарвлення; 3) розчинність у воді; 4) розчинність у кислотах, лугах; 5) сила електроліту; 6) окисно-відновні властивості; 7) амфотерні властивості; 8) здатність до гідролізу (для солей)).

1. Дану суху речовину розчинити у воді.

Сіль у водному розчині дисоціює:



2. Визначити до яких груп належать даний катіон і аніон.

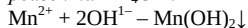
Дані іони належать:

$\text{Mn}^{2+}$  – до V аналітичної групи катіонів;

$\text{NO}_3^{1-}$  – до III аналітичної групи аніонів.

3. Для ідентифікації у розчині  $\text{Mn}^{2+}$ -іона можна провести такі реакції:

а) дія групового реагента  $\text{NH}_4\text{OH}$ :



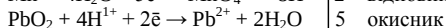
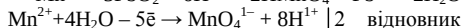
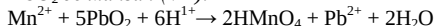
Умови: вихідні речовини розчинні;

Ознаки: білий осад;

Тип реакції: осадження, обміну.

Заважаючи іони: всі, що утворюють осади з  $\text{Mn}^{2+}$  ( $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ).

б) Окиснення манган(II)-катіона плюмбум(IV) оксидом  $\text{PbO}_2$  до манган(VII):



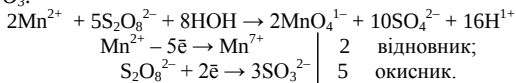
Умови: 1) дуже мала кількість  $\text{Mn}^{2+}$ -іону; 2) відсутність інших відновників ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ , тощо); 3) нагрівання; 4) кисле середовище створюють додаванням  $\text{HNO}_3$ ;

Ознаки: поява малинового забарвлення, характерного для  $\text{MnO}_4^{1-}$ -аніону;

Тип реакції: ОВР міжмолекулярна.

Заважаючи іони: аніони-відновники  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$  та ін.

**в) окиснення  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  в присутності каталізатора  $\text{AgNO}_3$ :**



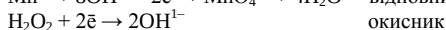
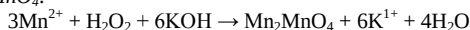
*Умови:* 1) наявність каталізатора  $\text{AgNO}_3$ ; 2) відсутність надлишку  $\text{Mn}^{2+}$ -іону; 3) кисле середовище; 4) відсутність інших відновників та  $\text{Cl}^{1-}$ -іону;

*Ознаки:* поява малинового забарвлення характерного для  $\text{MnO}_4^{1-}$ -іону;

*Тип реакції:* ОВР міжмолекулярна.

*Заважаючи іони:* аніони-відновники  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$  та ін.

**г) Окиснення дигідроген пероксидом ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) до  $\text{MnO}_4^{1-}$ -іона, який з надлишком  $\text{Mn}^{2+}$ -іона утворює темно-бурий осад  $\text{Mn}_2\text{MnO}_4$ :**



*Умови:* 1) pH більше 7; 2) відсутність  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Ag}^{1+}$ ;

*Ознаки:* випадання осаду;

*Тип реакції:* ОВР міжмолекулярна, осадження.

*Заважаючи іони:* аніони-відновники  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$  та ін.

**4. Для доведення наявності в розчині  $\text{NO}_3^{1-}$ -іону можливе проведення таких якісних реакцій:**

**а) Дифеніламін** з  $\text{NO}_3^{1-}$ -іоном утворює сполуку інтенсивно-синього кольору.

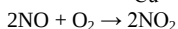
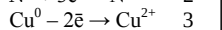
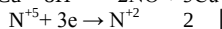
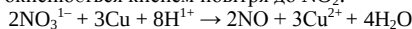
*Умови:* 1) відсутність окисників ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{MnO}_4^{1-}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , тощо; 2) відсутність відновників ( $\text{I}^{1-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ); 3) відсутність  $\text{NO}_2^{1-}$ -іона;

*Ознаки:* утворення сполуки інтенсивно-синього кольору;

*Тип реакції:* ОВР.

*Заважаючи іони:* див. умови.

**б) Мідь** у присутності  $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц. відновлює  $\text{NO}_3^{1-}$ -аніон до NO, який окиснюється киснем повітря до  $\text{NO}_2$ :



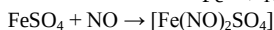
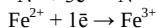
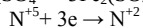
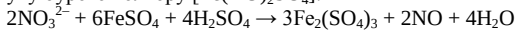
*Умови:* 1) пластинки міді знежирені і чисті; 2) відсутність  $\text{NO}_2^{1-}$ -іона;

*Ознаки:* поява бурого газу над поверхнею рідини;

*Тип реакції:* ОВР міжмолекулярна;

*Заважаючи іони:* аніони-окисники  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{IO}_3^{1-}$ ,  $\text{MnO}_4^{1-}$  та ін.

**в) ферум(II) сульфат** ( $\text{FeSO}_4$ ) з  $\text{NO}_3^{1-}$ -іоном в сірчанокислотному середовищі ( $\text{H}_2\text{SO}_{4\text{конц.}}$ ) утворює комплексну сполуку бурого кольору  $[\text{Fe}(\text{NO})_2\text{SO}_4]$ :



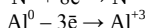
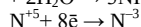
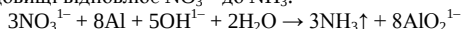
*Умови:* 1) відсутність йодид- та бромід-іонів; 2) відсутність  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{MnO}_4^{1-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ -іонів; 3) відсутність  $\text{NO}_2^{1-}$ -іону;

*Ознаки:* комплексна сполука бурого кольору;

*Тип реакції:* ОВР з виділенням газу ( $\text{NO}$ ) і утворенням комплексної сполуки ( $[\text{Fe}(\text{NO})_2\text{SO}_4]$ );

*Заважаючи іони:* див. умови.

**г) Металічний алюміній або цинк** у сильно лужному середовищі відновлює  $\text{NO}_3^{1-}$  до  $\text{NH}_3$ :



*Умови:* відсутність  $\text{NO}_2^{1-}$ -іону;

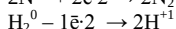
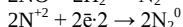
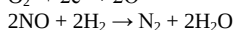
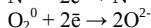
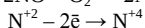
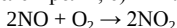
*Ознаки:* поява характерного запаху амоніаку ( $\text{NH}_3$ );

*Тип реакції:* ОВР з виділенням газу ( $\text{NH}_3$ ).

*Заважаючи іони:* див. умови.

#### *Аналітичні ознаки одержаних сполук:*

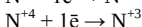
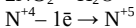
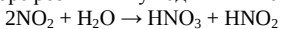
**NO** –нітроген(II) оксид: 1) газ; 2) безбарвний; 3) погано розчинний у воді; 4) нерозчинний у кислотах і лугах; 5) неелектроліт; 6) виявляє окисно-відновну двоїстість:



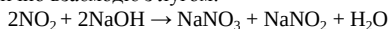
7) не амфотерний; 8) –.

$\text{NO}_2$ –нітроген(IV) оксид: 1) газ; 2) бурого кольору;

3) добре розчинний у воді і хімічно взаємодіє з нею:

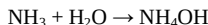


4) хімічно взаємодіє з лугом:

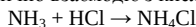


5) неелектроліт; 6) сильний окисник і відновник; 7) не амфотерний; 8) –.

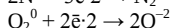
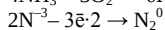
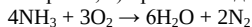
$\text{NH}_3$ –амоніак: 1) газ; 2) безбарвний; 3) добре розчинний у воді:



4) хімічно взаємодіє з кислотами:

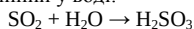


5) неелектроліт; 6) проявляє відновні властивості:

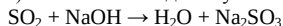


7) не амфотерний; 8) –.

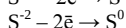
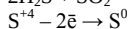
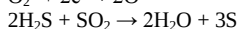
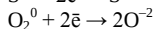
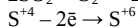
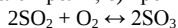
$\text{SO}_2$ –сульфур(IV) оксид: 1) газ; 2) безбарвний; 3) добре розчинний у воді:



4) хімічно взаємодіє з лугами:



5) неелектроліт; 6) проявляє властивості окисника і відновника:



7) не амфотерний; 8) –.

**Завдання № 8:** Провести якісний аналіз металу.

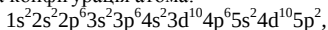
Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакції. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (1. агрегатний стан; 2. забарвлення; 3. розчинність у

воді; 4. розчинність у кислотах, лугах; 5. сила електроліта; 6. окисно-відновні властивості; 7. амфотерні властивості; 8. здатність до гідролізу (для солей).

Дано метал **олово**.

**I. Описати метал:** його електронну будову, фізичні та хімічні властивості:

Електронна конфігурація атома:



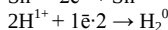
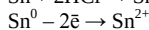
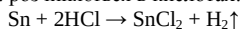
тобто це *p* - елемент.

В сполуках олово виявляє ступені окиснення: +4, +2.

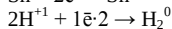
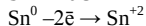
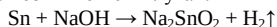
**Sn:** сріблясто-білий м'який метал, прокатується в тонкі листи.

*Хімічні властивості:*

1. з водою не взаємодіє;
2. розчиняється в кислотах:

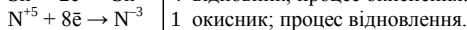
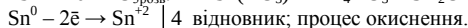
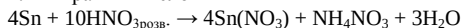


3. Розчиняється в лугах:



**II. Розчинити метал:**

1. в нітратній кислоті



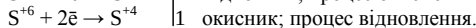
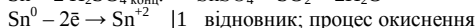
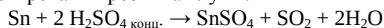
Умови: 1)  $\text{HNO}_3$  розведена; 2) реакція проводиться на холоді;

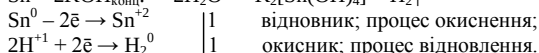
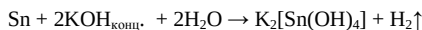
*Ознаки:* розчинення металу;

*Тип реакції:* ОВР.

*Заважаючі іони:* всі що утворюють осаді з  $\text{Sn}^{2+}$ :  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ; аніони-окисники  $\text{MnO}_4^{1-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ .

2. метал можна розчинити в сульфатній кислоті і в концентрованих розчинах лугів:





Умови: розчин  $\text{H}_2\text{SO}_{4\text{конц.}}$ ; або розчин  $\text{KOH}_{\text{конц.}}$ ;

Ознаки: виділення безбарвного газу;

Тип реакції: ОВР з утворенням газуватої речовини ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ).

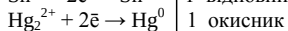
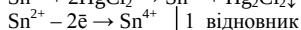
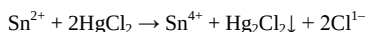
Заважаючі іони: всі що утворюють осаді з  $\text{Sn}^{2+}$  ( $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ).

**III. Визначити аналітичну групу даного іона металу та якісно визначити його в розчині.**

Іон  $\text{Sn}^{2+}$  відноситься до IV аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією катіонів.

З одержаним розчином солі  $\text{Sn}^{2+}$ -іону (наприклад, станум(II) сульфатом ( $\text{SnSO}_4$ )) можна провести такі якісні аналітичні реакції:

1. *гідраргірум(II) хлорид* ( $\text{HgCl}_2$ ) окиснює  $\text{Sn}^{2+}$ -іон до  $\text{Sn}^{4+}$ -іона; реакція протікає з утворенням білого осаду  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ , який поступово чорніє внаслідок подальшого відновлення  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  до вільного металу:



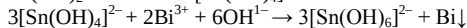
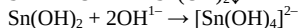
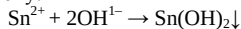
Умови: 1) свіжеприготований розчин  $\text{Sn}^{2+}$ -іону;  
2) сильнолужне середовище.

Ознаки: випадання білого осаду, який з часом переходить у темно-сірий (колір вільної ртуті);

Тип реакції: ОВР.

Заважаючі іони: всі що утворюють осаді з  $\text{Sn}^{2+}$  ( $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ).

2.  **$\text{Bi}^{3+}$ -іон** в лужному середовищі окиснює  $\text{Sn}^{2+}$ -іон до  $\text{Sn}^{4+}$ -іону:



Умови: 1) свіжеприготований розчин  $\text{Sn}^{2+}$ -іону;  
2) сильнолужне середовище; 3) нагрівання; 4) відсутність інших відновників;

Ознаки: поява оксамитово-чорного кольору за рахунок утворення вільного металічного бісмуту;

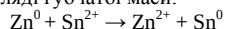
Отформатировано: Шрифт: 11 пт,  
курсив, русский



*Тип реакції:* ОВР.

*Заважаючі іони:* аніони-відновники  $\text{Cl}^{1-}$ ,  $\text{Br}^{1-}$ ,  $\text{I}^{1-}$  та ін.

**3. Металічний цинк** відновлює  $\text{Sn}^{2+}$ -іон до вільного олова у вигляді губчастої маси:



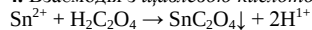
*Умови:* слабкокисла реакція розчину;

*Ознаки:* поява темної губчастої маси олова;

*Тип реакції:* ОВР.

*Заважаючі іони:* всі що утворюють осад з  $\text{Sn}^{2+}(\text{S}^{2-}, \text{PO}_4^{3-})$  та з  $\text{Zn}^{2+}(\text{SO}_3^{2-}, \text{CO}_3^{2-}, \text{SiO}_3^{2-})$ .

**4. Взаємодія з щавлевою кислотою**  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ :



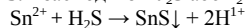
*Умови* :1) відсутність  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ; 2) відсутність надлишку реактиву; 3)  $\text{pH} = 6-7$ .

*Ознаки:* поява осаду білого кольору;

*Тип реакції:* обміну, осадження.

*Заважаючі іони:* всі, що утворюють осад з  $\text{Sn}^{2+}(\text{S}^{2-}, \text{PO}_4^{3-})$ .

**5. Взаємодія з  $\text{Na}_2\text{S}$  або  $\text{H}_2\text{S}$ :**



*Умови:* вихідні речовини розчинні у воді;

*Ознаки:* випадання темно-коричневого осаду, який не розчиняється в надлишку реактиву, а розчиняється в  $\text{HCl}_{\text{конц.}}$ .

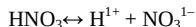
*Тип реакції:* обміну, осадження.

*Заважаючі іони:*

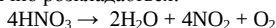
всі що утворюють осад з  $\text{Sn}^{2+}(\text{S}^{2-}, \text{PO}_4^{3-})$ .

**Властивості нітратної(V) кислоти як розчинника:**

**а)  $\text{HNO}_3$**  є сильною кислотою і дисоціює в розчині майже на 100 %:



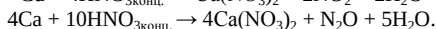
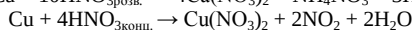
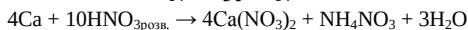
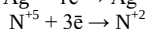
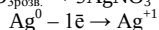
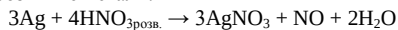
**б)  $\text{HNO}_3$**  термічно розкладається:



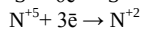
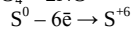
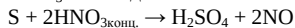
**в) Нітратна(V) кислота  $\text{HNO}_3$**  хімічно активна – вона є енергійним окисником за рахунок атома нітрогену, взаємодіє майже з усіма металами (концентрована  $\text{HNO}_3$  не взаємодіє з Fe, Cr, Al, Pt, Au, Ir, Ta) з утворенням солі металу, води, нітрогенвмісного продукту, склад якого залежить від природи металу, концентрації кислоти та умов проведення реакції: чим вища концентрація  $\text{HNO}_3$ , тим менш глибоко вона відновлюється.

Наприклад:

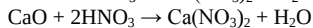
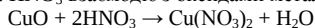
1.  $\text{HNO}_3$  розчиняє метали:



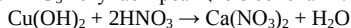
2.  $\text{HNO}_3$  взаємодіє з неметалами:



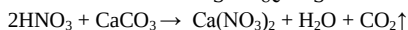
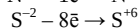
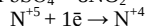
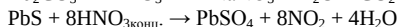
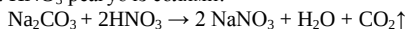
3.  $\text{HNO}_3$  взаємодіє з оксидами металів:



4.  $\text{HNO}_3$  вступає в реакцію з основами:



5.  $\text{HNO}_3$  реагує із солями:

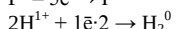
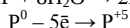
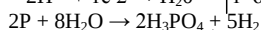
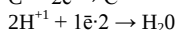
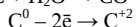
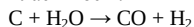


**Аналітичні ознаки одержаних сполук:**

**$\text{H}_2\text{O}$ :** 1) рідина (за н.у.); 2) безбарвна; 3) – ; 4) розчиняє кислоти і луги; 5) слабкий електроліт:  $2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^{1+} + \text{OH}^{1-}$ ;

6) виявляє окисно-відновні властивості:

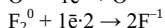
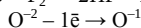
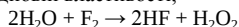
а) окисні властивості:



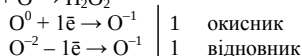
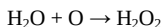
|   |           |
|---|-----------|
| 1 | відновник |
| 1 | окисник   |

|   |           |
|---|-----------|
| 2 | відновник |
| 5 | окисник   |

б) відновні властивості;

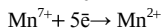
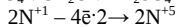
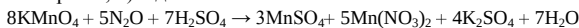


|   |           |
|---|-----------|
| 2 | відновник |
| 1 | окисник   |



7) виявляє амфотерні властивості; 8) –.

**N<sub>2</sub>O** – нітроген(I) оксид: 1) газ; 2) безкольоровий; 3) не взаємодіє з водою; 4) не взаємодіє з кислотами і з лугами; 5) не електроліт; 6) відновні властивості:



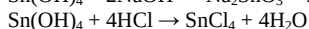
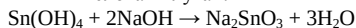
7) не амфотерний; 8) –.

**SnS** – станум(II) сульфід:

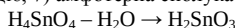
1) осад; 2) темно-бурий; 3) нерозчинний у воді; 4) розчинний у концентрованих кислотах; 5) слабкий електроліт; 6) сильний відновник; 7) –; 8) не гідролізує.

**Sn(OH)<sub>4</sub>** – станум(IV) гідроксид:

1) драглистий осад; 2) білий; 3) нерозчинний у воді; 4) розчинний в кислотах і лугах:



5) слабкий електроліт; 6) окисно-відновними властивостями не володіє; 7) амфотерна сполука  $\text{Sn}(\text{OH})_4 \sim \text{H}_4\text{SnO}_4$ :



α – олов'яна кислота.

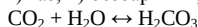
8) –.

**Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>** – гідраргірум(I) хлорид:

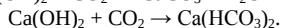
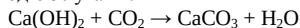
1) порошок; 2) білий; 3) нерозчинний у воді; 4) не розчиняється у кислотах і лугах; 5) сильний електроліт; 6) відновник; 7) не амфотерний; 8) не гідролізує.

**CO<sub>2</sub>** – карбон(IV) оксид:

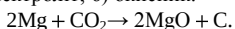
1) газ; 2) безбарвний; 3) розчиняється у воді:



4) хімічно взаємодіє з лугами:



5) неелектроліт; 6) окисник:

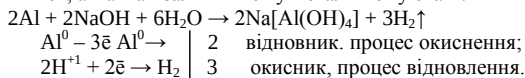


7) не амфотерний; 8) –.

**Завдання № 9.** Провести якісний аналіз сплаву з двох металів. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук: 1) агрегатний стан; 2) забарвлення; 3) розчинність у воді; 4) розчинність у кислотах, лугах; 5) сила електроліту; 6) окисно-відновні властивості; 7) амфотерні властивості; 8) здатність до гідролізу (для солей)).

### 1. Розчинення сплаву алюмінію та мангану:

Даний сплав, що складається з алюмінію та мангану, обробити концентрованим розчином лугу. При цьому алюміній розчиниться, а манган залишиться у металічному стані:

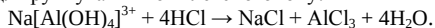


### 2. Розділення металів:

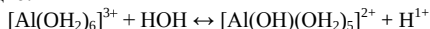
Одержана комплексна сполука натрій тетрагідроксоалюмінат розчинна у воді, тому металічний манган відділяємо фільтруванням. Манган залишиться на фільтрувальному папері, а в фільтраті комплексна сполука  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ .

### 3. Визначення розчиненої сполуки:

До фільтрату, який містить комплексну сполуку натрій тетрагідроксоалюмінат  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  додаємо хлоридну кислоту  $\text{HCl}$  для руйнування комплексного іону:

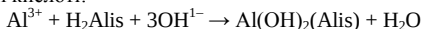


$\text{Al}^{3+}$ -іон у водному розчині утворює гідратований октаедричний комплексний іон  $[\text{Al}(\text{OH}_2)_6]^{3+}$ . Водні розчини солей амонію внаслідок процесу гідролізу мають кислу реакцію:



#### Характерні реакції $\text{Al}^{3+}$ -іону:

1) Характерний реагент **алізарин**  $\text{H}_2\text{Alis}$  з  $\text{Al}^{3+}$ -іоном утворює червоний “алюмінієвий лак” який не розчиняється в ацетатній кислоті:



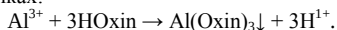
Умови: 1) свіжеприготований розчин алізарину;  
2) відсутність катіонів III – V аналітичних груп;

*Ознаки:* поява характерного червоного кольору;

*Тип реакції:* обміну;

*Заважаючі іони:* всі, що утворюють з  $\text{Al}^{3+}$  осад ( $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ).

2) **О-оксикінолін  $\text{HOxin}$**  з  $\text{Al}^{3+}$ -іоном утворює осад зеленувато-жовтого кольору, добре розчинний в органічних розчинниках:



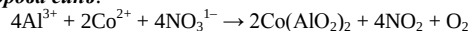
*Умови:* 1) слабкокисло середовище; 2)  $\omega(\%)(\text{HOxin}) = 5$  у 2М розчині  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; 3) відсутність  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{F}^{-}$ ;

*Ознаки:* поява солом'яно-жовтого осаду оксикіноляту;

*Тип реакції:* обміну, осадження;

*Заважаючі іони:* всі, що утворюють з  $\text{Al}^{3+}$  осад ( $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ).

3. **Розбавлений розчин  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$**  з  $\text{Al}^{3+}$ -іоном утворює кобальт(II) діоксоалюмінат синього кольору, який називається **тенорова синь**:



*Умови:* наявність  $\text{HNO}_3$ ;

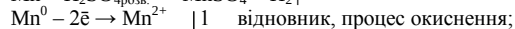
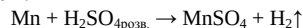
*Ознаки:* поява в розчині речовини синього кольору;

*Тип реакції:* ОВР;

*Заважаючі іони:* всі, що утворюють з  $\text{Al}^{3+}$  осад:  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ .

#### **4. Розчинення іншого металу:**

Металічний манган можна розчинити у сульфатній(VI) кислоті:



*Умови:*  $\text{H}_2\text{SO}_4$  розведений розчин;

*Ознаки:* виділення безбарвного газу;

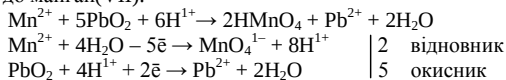
*Тип реакції:* ОВР, реакція заміщення;

*Заважаючі іони:* всі, що утворюють з  $\text{Mn}^{2+}$  осад ( $\text{OH}^{-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ).

#### **5. Визначення метал-іону за допомогою якісних реакцій:**

На одержаний розчин солі  $\text{Mn}^{2+}$ -іону провести характерні реакції:

1) окиснення манган(II)-катиону пліомбум(IV) оксидом PbO<sub>2</sub> до манган(VII):



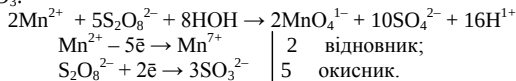
Умови: 1) дуже мала кількість Mn<sup>2+</sup>-іону; 2) відсутність інших відновників (Fe<sup>2+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, тощо); 3) нагрівання; 4) кисле середовище створюють додаванням HNO<sub>3</sub>;

Ознаки: поява малинового забарвлення, характерного для MnO<sub>4</sub><sup>1-</sup>-аніону;

Тип реакції: ОВР міжмолекулярна.

Заважаючі іони: аніони-відновники Cl<sup>1-</sup>, Br<sup>1-</sup>, I<sup>1-</sup> та ін.

2) окиснення (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> в присутності каталізатора AgNO<sub>3</sub>:



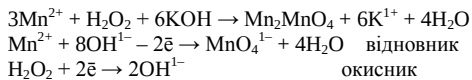
Умови: 1) наявність каталізатора AgNO<sub>3</sub>; 2) відсутність надлишку Mn<sup>2+</sup>-іону; 3) кисле середовище; 4) відсутність інших відновників та Cl<sup>1-</sup>-іону;

Ознаки: поява малинового забарвлення характерного для MnO<sub>4</sub><sup>1-</sup>-іону;

Тип реакції: ОВР міжмолекулярна.

Заважаючі іони: аніони-відновники Cl<sup>1-</sup>, Br<sup>1-</sup>, I<sup>1-</sup> та ін.

3) окиснення дигідроген пероксидом (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) до MnO<sub>4</sub><sup>1-</sup>-іона, який з надлишком Mn<sup>2+</sup>-іона утворює темно-бурий осад Mn<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub>:



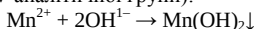
Умови: 1) рН більше 7; 2) відсутність Cu<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>, Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup>, Ag<sup>1+</sup>.

Ознаки: випадання осаду.

Тип реакції: ОВР міжмолекулярна, осадження.

Заважаючі іони: аніони-відновники Cl<sup>1-</sup>, Br<sup>1-</sup>, I<sup>1-</sup> та ін.

4) Взаємодія з NaOH чи KOH (груповим реагентом на катіони V аналітичної групи):



*Умови:* вихідні речовини розчинні;

*Ознаки:* випадання білуватого осаду;

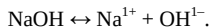
*Тип реакції:* обміну, осадження;

*Заваждаючі іони:* всі, що утворюють з  $Mn^{2+}$  осад ( $OH^{1-}$ ,  $S^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $SiO_3^{2-}$ ).

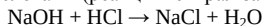
**Властивості NaOH як розчинника:**

1) сила електроліту, дисоціація:

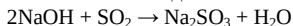
NaOH сильний електроліт; у водних розчинах повністю дисоціює:



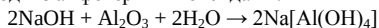
2) взаємодія з кислотами (реакція нейтралізації):



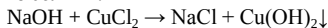
3) взаємодія з кислотними оксидами:



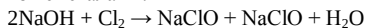
4) взаємодія з амфотерними оксидами:



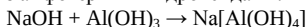
5) взаємодія з солями:



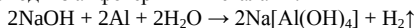
6) взаємодія з неметалами:



7) взаємодія з амфотерними гідроксидами:



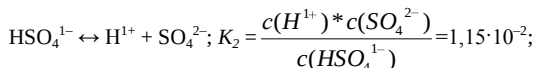
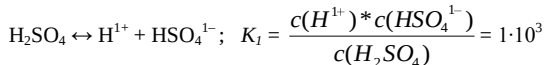
8) взаємодія з амфотерними металами:



**Властивості  $H_2SO_4$  як розчинника:**

1) сила електроліту:

$H_2SO_4$  – сильний електроліт. У водних розчинах сульфатна(VI) кислота дисоціює ступінчасто:

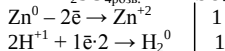
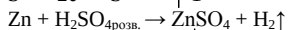
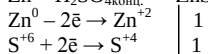
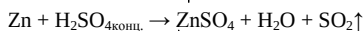
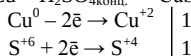
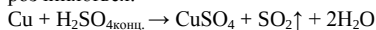


дисоціація за другим ступенем дуже мала.

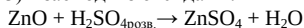
2) Взаємодія з металами ( $H_2SO_{4розв.}$ ):



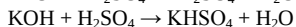
Мідь в ряду стандартних електродних потенціалів стоїть за Гідрогеном, і тому у розведених кислотах не розчиняється.



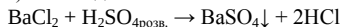
3) Взаємодія з оксидами:



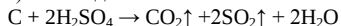
4) Взаємодія з гідроксидами (реакція нейтралізації):



5) Взаємодія з солями:



5) Взаємодія з неметалами:



Аналітичні властивості визначаються  $\text{SO}_4^{2-}$ -іоном.

Характерні реакції вказані в завданні № 5.

**Завдання № 10.** Обчислити наважку речовини  $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  для визначення в ній кристалізаційної води.

### Предмет і методи кількісного аналізу

Предметом кількісного аналізу є вивчення методів визначення кількісного складу речовини.

За допомогою кількісного аналізу встановлюють склад і будову речовин, швидкість і механізми хімічних реакцій.

У кількісному аналізі використовуються **хімічні методи** (засновані на хімічних аналітичних реакціях), **фізичні** та **фізико-хімічні** методи (вимірюють фізичні властивості речовин або продуктів їх хімічних реакцій).

До хімічних відносяться **гравіметричний** (ваговий), **титриметричний** (об'ємний) та **газовий** методи.



### ***Гравіметричний аналіз. Класифікація методів гравіметричного аналізу. Область застосування.***

Класичним методом кількісного аналізу є **гравіметричний** (ваговий), заснований на точному вимірюванні маси визначуваної речовини або її складових частин, виділених у хімічно чистому стані або у вигляді відповідних сполук. Це може бути маса компоненту, який виділяється в елементарному вигляді або у вигляді малорозчинної сполуки, або маса залишку після виділення компоненту, що визначається. За допомогою гравіметричного аналізу визначають масу або концентрацію багатьох речовин, металів, неметалів, складових часток сплавів, руд, природних і промислових об'єктів. Гравіметричний метод аналізу дозволяє визначити вміст речовини з точністю до 0,01-0,005%, але цей метод потребує багато часу і праці.

Гравіметричний аналіз ґрунтується на законах:

- 1) збереження маси;
- 2) сталості складу речовини;
- 3) еквівалентів;
- 4) періодичний закон Д.І. Менделєєва.

Гравіметричні методи аналізу діляться на три групи:

#### ***методи виділення, відгонки і осадження.***

У методах виділення компонент, який визначають, виділяють у вільному стані і зважують на аналітичних терезах.

У методах відгонки елемент або компонент, який визначають, переводять за допомогою будь-якого реактиву у летку речовину, потім її відганяють і поглинають. По збільшенню маси поглинача визначають кількість компонента, що визначається. Це прямий метод відгонки.

У непрямих методах відгонки компонент, що визначають, відганяють, а його масу знаходять як різницю між масами речовини до і після відгонки.

У методах осадження наважку речовини, яку аналізують, переводять у розчин, потім елемент, що визначають, осаджують у вигляді малорозчинної сполуки. Осад відокремлюють від розчину фільтруванням, потім його промивають, висушують, прожарюють, охолоджують і зважують. Виходячи з маси осаду, що одержали після

прожарювання, обчислюють масу елемента, який визначають, і його масову частку у речовині, що аналізували.

З усіх перерахованих операцій найбільш важливою є операція осадження. Для осадження кристалічних ліофобних і аморфних ліофільних осадів рекомендують брати полуторний надлишок осаджувача і створювати умови, за яких буде досягнуте повне осадження компонента, що визначається. Залишкова концентрація компонента, що визначається, у розчині не повинна перевищувати  $10^{-6}$  моль/л або  $10^{-4}$  г/л (межа чутливості аналітичних терезів). Найкращим осаджувачем є такий, який утворює найменш розчинну сполуку. Бажано, щоб він був легкою речовиною, тоді домішки його в осаді будуть видалятися при прожарюванні. Окрім того осаджувач повинен реагувати тільки з йонами, які осаджують, і не реагувати з іншими, тобто бути специфічним. Специфічність реакції досягають умовами проведення цієї реакції: певною кислотністю та введенням маскуючих речовин, які зв'язують йони, що заважають визначенню.

У гравіметричному аналізі розрізняють *осаджувану* та *гравіметричну* форми осаду. Та форма, у вигляді якої переводять компонент, що визначають, в осад, називається осаджуваною, а форма сполуки, яку отримують після прожарювання осаду – гравіметричною.

Осаджувана і гравіметрична форми повинні задовольняти ряд вимог:

- Сполука, що є осаджуваною формою, повинна бути малорозчинною, що необхідно для повного осадження елемента, що визначається. Бажано, щоб структура осаду давала можливість з достатньою швидкістю вести фільтрування і відмивання його від домішків. Цій вимозі відповідають крупнокристалічні осад. При прожарюванні форма осадження повинна легко і повністю перетворюватись у гравіметричну форму.

- Гравіметрична форма повинна задовольняти такі вимоги: склад її повинен відповідати певній хімічній формулі; вона повинна бути стійкою до зовнішнього середовища; не реагувати і не адсорбувати вологи та діоксиду вуглецю з повітря. Бажано, щоб частка компоненту, що визначають, у

гравіметричній формі була якомога меншою. При цьому помилка визначення буде також меншою.

Важливим параметром гравіметричного аналізу є маса наважки речовини, яку аналізують. Її маса залежить від методу аналізу і характеру осаду. Вона не може бути дуже великою або малою. У першому випадку буде велика кількість осаду, промити його буде дуже важко. Якщо ж наважка занадто мала, то буде велика помилка при зважуванні і при виконанні інших операцій аналізу.

Дослідним шляхом визначили, що раціональною наважкою речовини, що аналізують, буде така, з якої отримують приблизно 0,5 г гравіметричної форми, якщо форма осадження є кристалічним ліофобним осадом і 0,1-0,3г гравіметричної форми, якщо форма осадження є аморфним ліофільним осадом. Обчислити масу наважки речовини, що аналізують, можна, користуючись наступними формулами:

– форма осадження є кристалічним осадом

$$m_{нав.} = \frac{0,5 \cdot m M_{визр.}}{n M_{гр.ф.}} ;$$

– форма осадження є аморфним осадом

$$m_{нав.} = \frac{0,1 \cdot m M_{визр.}}{n M_{гр.ф.}} ,$$

де  $M_{визр.}$  - молярна маса речовини, яку визначають, г/моль;

$M_{гр.ф.}$  - молярна маса гравіметричної форми, г/моль;  $m$  і  $n$  - коефіцієнти, г; 0,5 і 0,1 – раціональні наважки речовини, залежно від характеру осаду форми осадження.

Основні методи – **відгонка** та **осадження**.

Методи **відгонки** можуть бути **прямими** і **непрямими**. Методи **відгонки** не є універсальними і можуть використовуватися тоді, коли проба містить леткий компонент або коли компонент можна перевести в летку речовину.

Прикладом **прямого методу відгонки** є метод виявлення карбон (IV) оксиду в карбонатних породах: із наважки карбонату дією хлоридної кислоти виділяють карбон(IV) оксид, який відганяють в попередньо зважений приймач з поглиначем

(в даному випадку суміш  $\text{CaO}$  з  $\text{NaOH}$ ). За зміною маси приймача розраховують кількість  $\text{CO}_2$ .

В *непрямих методах відгонки* леткий компонент відганяють із наважки досліджуваної речовини. По зменшенню її маси роблять висновок про вміст леткого компонента. Так, наприклад, визначають кількість кристалізаційної води в солях, висушуючи наважку солі за певної температури.

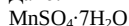
Більш важливим є метод осадження.

**Наважка аналітична** – певна (точно зважена) частина проби, яку використовують для проведення аналітичного визначення.

Кристалічні речовини, до складу яких входить певне число молекул води (*кристалізаційна вода*), називають **кристалогідратами**.

**Відносна молекулярна маса речовини** – це відносна фізична величина, яка рівна відношенню середньої маси молекули природного ізотопного складу речовини до  $1/12$  маси атома нукліду Карбону  $^{12}\text{C}$ ;  $M_r(\text{X})$  – величина безрозмірна.

Дано:



$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,1 \text{ г}$$

$$M(\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 277 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}.$$

$$m(\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = ?$$

**Розв'язок:**

1) Яка маса наважки  $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ?

1 моль  $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  містить 7 моль  $\text{H}_2\text{O}$ . За літературними даними відомо, що у гравіметричному аналізі найбільш точні результати аналізу речовини одержують, якщо маса визначуваної вагової форми виділеної речовини близькі до 0,1 г

|           |   |                                                                           |           |
|-----------|---|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
|           |   | $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow 7\text{H}_2\text{O}$ |           |
| за р. р.: | n | 1 моль                                                                    | 7 моль    |
|           | M | 277 г/моль                                                                | 18 г/моль |
| за у. з.: | m | 277 г                                                                     | 126 г     |
|           | x |                                                                           | 0,1 г.    |

$$x = \frac{277 \cdot 0,1}{126} = 0,2198(\text{г}).$$

Відповідь:  $m(\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,2198\text{г}.$

### Завдання № 11

Розрахуйте фактори перерахунку для визначення: а)  $\text{Mg}$  у вигляді гравіметричної форми  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ; б)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  у вигляді гравіметричної форми  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; в)  $\text{S}$  у вигляді гравіметричної форми  $\text{BaSO}_4$ ; г)  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  у вигляді гравіметричної форми  $\text{SiO}_2$ .

Рівняння для обчислення вмісту речовини, що визначається, мають такий вигляд

$$m, \text{г} = F \cdot m_{\text{нав.}},$$

$$w, \% = \frac{m_{\text{гпф.}} \cdot F \cdot 100}{m_{\text{нав.}}},$$

де  $m_{\text{гпф.}}$  - маса гравіметричної форми, г;  $m_{\text{нав.}}$  - маса наважки, г;  $F$  - аналітичний множник (фактор перерахунку).

Аналітичний множник або фактор перерахунку – це відношення молярної (атомної) маси речовини, що визначають, до молярної маси сполуки, яка є гравіметричною формою. Молярні (атомні) маси речовин беруться з такими коефіцієнтами, щоб вони були еквівалентні одна одній, тобто, щоб вони містили однакову кількість атомів одного елемента.

$$F = \frac{mM_{\text{визр.}}}{nM_{\text{гпф.}}}$$

де  $M_{\text{визр.}}$  - молярна маса речовини, яку визначають, г/моль;

$M_{\text{гпф.}}$  - молярна маса гравіметричної форми, г/моль;  $m$  і  $n$  - відповідні коефіцієнти.

Розв'язок:.

Визначимо фактор перерахунку за рівнянням

$$\text{а) } F = \frac{2A_{\text{Mg}}}{M_{\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7}} = \frac{2 \cdot 24}{222} = 0,2164;$$

$$\text{б) } F = \frac{2M_{\text{Fe}_3\text{O}_4}}{3M_{\text{Fe}_2\text{O}_3}} = \frac{2 \cdot 232}{3 \cdot 160} = 0,9667 ;$$

$$\text{в) } F = \frac{A_{\text{S}}}{M_{\text{BaSO}_4}} = \frac{32}{233} = 0,1373 ;$$

$$\text{г) } F = \frac{M_{\text{KAlSi}_3\text{O}_8}}{3 \cdot M_{\text{SiO}_2}} = \frac{278}{3 \cdot 60} = 1,5444 .$$

**Завдання № 12.** Знайти молярну концентрацію речовини натрій гідроксиду NaOH у розчині, в  $1\text{дм}^3$  якого міститься речовина масою 100г.

**Молярна концентрація речовини ( $c(X)$ )** – це відношення кількості речовини  $X$  у розчині до об'єму цього розчину:

$$c(X) = \frac{n(X)}{V(X * \text{водн})}, \text{ моль/дм}^3 \text{ або моль/л.}$$

Розчин з молярною концентрацією молекул, іонів називають **молярними**.

Наприклад, молярна концентрація HCl дорівнює 0,1моль/л. Можливі такі форми запису: а)  $c(\text{HCl}) = 0,1\text{моль/л}$ ; б) 0,1М розчин HCl; в) 0,1М HCl.

**Дано:**

$$V(\text{NaOH})_{\text{водн.}} = 1 \text{ дм}^3$$

$$m(\text{NaOH}) = 100 \text{ г}$$

$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль}$$

$$c(\text{NaOH}) = ?$$

**Розв'язок:**

1) Яка молярна концентрація речовини NaOH у розчині ?

$$c(X) = \frac{m(X)}{M(X) * V(X * \text{водн})}$$

$$c(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH}) * V(\text{NaOH} * \text{водн.})}$$

Підставляємо у формулу значення відомих величин:

$$c(\text{NaOH}) = \frac{100\text{г}}{40\text{г/моль} * 1\text{дм}^3} = 2,5 \text{ моль/дм}^3.$$

Відповідь:  $c(\text{NaOH}) = 2,5 \text{ моль/дм}^3$ .

**Завдання № 12.** Знайти молярну концентрацію речовини еквівалента тригідроген тетраоксофосфату ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) в розчині, 1дм<sup>3</sup> якого містить речовину масою 0,9798г ( $f_{\text{екв.}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1/3$ ).

**Молярна концентрація речовини еквівалента** –  $c(f_{\text{екв.}}(X)X)$  - це відношення кількості речовини еквівалента у розчині до об'єму цього розчину.

$$c(f_{\text{екв.}}(X)X) = \frac{n(f_{\text{екв.}}(X)X)}{V(X * \text{водн})}$$

Розчин з молярною концентрацією еквівалента речовини називають **нормальними**. Наприклад, молярна концентрація еквівалента сульфатної кислоти у розчині дорівнює 1моль/л. Можливі такі форми запису:

- а)  $c(1/2\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ моль/л}$ ;
- б) 1н. розчин  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;
- в) 1N розчин  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;
- г) 1н.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;
- д) 1N  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Співвідношення між молярною та нормальною концентраціями:

$$c(X) = f_{\text{екв.}}(X) * c(f_{\text{екв.}}(X)X)$$

$$c(f_{\text{екв.}}(X)X) = \frac{c(X)}{f_{\text{екв.}}(X)}, \text{ тобто нормальна концентрація}$$

розчину завжди більша або рівна молярній, тому що  $f_{\text{екв.}}(X) \leq 1$ .

**Дано:**

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,9798\text{г}$$

$$V(\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot \text{водн.}) = 1\text{дм}^3$$

$$f_{\text{екв.}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1/3$$

$$M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98 \text{ г/моль}$$

$$c(f_{\text{екв.}}(\text{H}_3\text{PO}_4) \text{ H}_3\text{PO}_4) - ?$$

**Розв'язок:**

- 1) Яка молярна маса речовини еквівалента
- $\text{H}_3\text{PO}_4$
- ?

$$M(f_{\text{екв.}}(\text{H}_3\text{PO}_4) \text{H}_3\text{PO}_4) = M(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot f_{\text{екв.}}(\text{H}_3\text{PO}_4);$$

$$M(\frac{1}{3}\text{H}_3\text{PO}_4) = M(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot \frac{1}{3} = 98 \text{ г/моль} \cdot \frac{1}{3} = 32,6 \text{ г/моль}$$

- 2). Яка молярна концентрація речовини еквівалента
- $\text{H}_3\text{PO}_4$
- ?

$$a) c(f_{\text{екв.}}(X)X) = \frac{m(X)}{M(X) \cdot f_{\text{екв.}}(X) \cdot V(X \cdot \text{водн.})}.$$

$$б) (f_{\text{екв.}}(\text{H}_3\text{PO}_4)\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m(\text{H}_3\text{PO}_4)}{M(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot f_{\text{екв.}}(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot V(\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot \text{водн.})}.$$

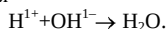
$$в) c(\frac{1}{3}\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{0,9798 \text{ г}}{32,6 \text{ г/моль} \cdot 1 \text{ дм}^3} = 0,03 \text{ моль/дм}^3.$$

Відповідь:  $c(\frac{1}{3}\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,03 \text{ моль/дм}^3$ .

**Завдання № 13.** На титрування  $25 \text{ см}^3$  розчину натрій гідроксиду  $\text{NaOH}$  витрачено  $20 \text{ см}^3$   $0,1250 \text{ М}$  розчину хлоридної кислоти. Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента  $\text{NaOH}$  у розчині.

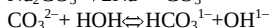
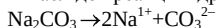
**Метод кислотно-основного титрування**

**Сутність методу:** до методу відносять всі визначення, в основі яких лежить реакція



При цьому методі, використовуючи розчин кислоти, проводять кількісне визначення лугів (ацидиметрія) і, використовуючи розчин лугів, визначають кислоти.

Разом з тим можна визначати  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  та інші солі, які внаслідок реакції гідролізу, мають лужне середовище

**Основні поняття методу**

**Аналітична наважка ( $m$ )** – певна (точно зважена) частина, яку використовують для проведення аналітичного визначення.

**Аліквота (аліквотний об'єм)** – певна порція розчину, що аналізують, відбирається аліквотною піпеткою (піпетка Мора).



**Титрування** – процес визначення концентрації речовини *X* поступовим додаванням невеликих кількостей речовини *A* (у вигляді розчину точно відомої концентрації), при якому забезпечується виявлення стану, коли вся речовина *X* прореагувала. Можливий реверсивний процес – додавання порціями речовини *X* (у вигляді розчину невідомої концентрації) до розчину речовини *A*.

**Титриметричний аналіз** – аналіз, який ґрунтується на титруванні.

**Титрант** – розчин, який містить активний агент і використовується під час проведення титрування. Титрант поміщують у бюретку.

**Стандартний розчин** – розчин з точно відомою концентрацією хімічно активної речовини.

**Первинна стандартна речовина** – речовина високої чистоти, яку використовують у стехіометричних реакціях для встановлення концентрації титранта або для приготування розчинів титранта з точно відомою концентрацією.

В якості первинних стандартних речовин в кисло-тнo-основнoму титруванні використовують:  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  – динатрій гептаоксотетраборат – вода (1/10),  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – оксалатна (щавлева) кислота,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – натрій карбонат,  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  – натрій оксалат,  $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$  – янтарна кислота.

**Первинний стандартний розчин** – стандартний розчин, який готують з первинної стандартної речовини. Концентрація цього розчину розраховують, виходячи з маси первинної стандартної речовини та об'єму розчину, який приготували.

**Первинні стандартні розчини**, як правило, використовують для стандартизації розчинів і рідко – для визначення концентрації невідомої речовини (під час одиничних аналізів).

***T(A)* – титр розчину речовини A** – масова концентрація стандартного розчину, це маса речовини *A*(г), яка міститься в  $1\text{cm}^3$  (1мл) розчину. Для первинних стандартних розчинів титр розчину речовини *A* розраховують за формулою

$$T(A) = \frac{m(A)}{V}, \text{ г/см}^3 \text{ або г/мл.}$$

**Стандартизація розчину** – знаходження концентрації речовини у розчині, яка виражається кількістю речовини еквівалента, тобто молярної концентрації речовини еквівалента (нормальної концентрації) –  $c(f_{\text{екв}}(A)A)$ . Зазвичай стандартизацію проводять шляхом титрування відомої кількості стандартної речовини розчином, який стандартизують. Для стандартизованих розчинів титр розчину можна визначити за формулою:

$$T(A) = \frac{c(f_{\text{екв}}(A)A) * M(f_{\text{екв}}(A)A)}{1000}$$

**Вторинний стандартний розчин** - розчин, концентрацію якого знаходять шляхом стандартизації. За призначенням стандартні розчини поділяють на: *установочні* (для стандартизації) і *робочі* (для визначення концентрації невідомої речовини).

**Вторинні стандартні розчини** використовують, в основному, як робочі для визначення концентрації невідомої речовини і рідко для стандартизації. Наприклад, для стандартизації розчину NaOH в кисло-основному титруванні можна використовувати вторинний стандартний розчин HCl, який стандартизували за  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

**Коефіцієнт нормальності (поправочний коефіцієнт)  $K(A)$**  – відношення молярної концентрації еквівалента речовини у розчині приготовленого стандартного розчину до теоретичної молярної концентрації еквівалента речовини у цьому розчині. Наприклад, з концентрованого розчину речовини  $\text{H}_2\text{SO}_4$  готували розчин з молярною концентрацією еквівалента речовини у розчині  $0,1 \text{ моль/дм}^3$ , а в результаті стандартизації цього розчину встановили, що молярна концентрація еквівалента речовини у розчині дорівнює  $0,1187 \text{ моль/дм}^3$ , тоді

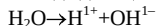
$$K(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{c(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{прат.}}}{c(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{теор.}}} = \frac{0,1187}{0,1000} = 1,187.$$

Будь-який стандартний розчин повинен мати три характеристики: молярну концентрацію еквівалента речовини у розчині ( $c(f_{\text{екв}}(A)A)$ ), титр розчину речовини ( $T(A)$ ) і поправочний коефіцієнт ( $K(A)$ ).

**Фіксанал (стандартний титр)** – ампула, яка містить 0,1 моль еквівалента речовини у вигляді розчину або у твердому стані. Фіксанал зазвичай використовують для приготування 1 дм<sup>3</sup> розчину з молярною концентрацією еквівалента речовини у розчині 0,1 моль/дм<sup>3</sup>.

Основними розчинами у методі кислотно-основного титрування є розчини кислот та лугів.

У розчинах вода дисоціює на гідроген- та гідроксид-іони:



Добуток концентрацій  $\text{H}^{1+}$  та  $\text{OH}^{1-}$  є сталою величиною, але залежить від температури:  $[\text{H}^{1+}][\text{OH}^{1-}] = 10^{-14}$

Реально в розчинах існують не  $\text{H}^{1+}$  іони, а  $\text{H}_3\text{O}^{1+}$  іони (гідроксоній-іони):  $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^{1+} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^{1+}$ , тобто основну реакцію повністю необхідно записувати:  $\text{H}_3\text{O}^{1+} + \text{OH}^{1-} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ .

У нейтральному розчині концентрація  $\text{H}^{1+}$  та  $\text{OH}^{1-}$ -іонів однакова і рівна  $10^{-7}$  моль/дм<sup>3</sup>. Добуток молярних концентрацій  $\text{H}^{1+}$  та  $\text{OH}^{1-}$ -іонів є сталою величиною ( $10^{-14}$ ). Отже, при зменшенні концентрації  $\text{H}^{1+}$ -іонів зростає концентрація  $\text{OH}^{1-}$ -іонів і навпаки, при збільшенні концентрації  $\text{H}^{1+}$ -іонів зменшується концентрація  $\text{OH}^{1-}$  іонів.

Зручно користуватися не величинами молярних концентрацій йонів, а їх від'ємним логарифмом (рН)

$$-\lg[\text{H}^{1+}] = \text{pH}, \quad -\lg[\text{OH}^{1-}] = \text{pOH}$$

$$\text{тоді } \text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$\text{pH} = 7$  – нейтральне середовище,  $\text{pH} > 7$  – лужне,  $\text{pH} < 7$  – кисле.

При взаємодії кислот та лугів проходить зміна рН середовища. Якщо титрувати кислоту лугом, то  $\text{OH}^{1-}$ -іони луку зв'язують  $\text{H}^{1+}$ -іони кислоти; коли вони будуть зв'язані повністю – досягається **точка еквівалентності**.

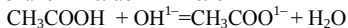
**Точка еквівалентності** – момент титрування, коли кількість речовини титранта, яку додали, хімічно еквівалентна кількості речовини, яку титрують, **в точці еквівалентності** виконується залежність: **кількості еквівалентів реагуючих речовин рівні**. Тобто:

$$n(f_{\text{екв.}}(X_1)X_1) = n(f_{\text{екв.}}(X_2)X_2), \text{ або } c(f_{\text{екв.}}(X_1)X_1) V(X_1\text{-водн.}) = c(f_{\text{екв.}}(X_2)X_2) V(X_2\text{-водн.}).$$

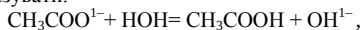
При титруванні лугу розчином кислоти гідроксид-іони зв'язуються з гідроген-іонами. рН в точці еквівалентності дорівнює 7 (нейтральне середовище) тільки при титруванні сильних кислот та сильних основ. Якщо титрувати слабку кислоту або слабку основу (або їх солі), то рН в точці еквівалентності не буде рівним 7 (нейтральним).

Наприклад:

1) Визначення слабких кислот

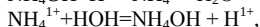
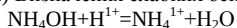


в точці еквівалентності є  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ -іони, які здатні гідролізувати:



тобто в точці еквівалентності виникає лужне середовище ( $\text{pH} > 7$ ).

2) Визначення слабких основ



тобто середовище в точці еквівалентності кисле ( $\text{pH} < 7$ ).

Відповідно підбирають індикатор для фіксування точки еквівалентності.

**Індикатори** кислотно-основного титрування – це речовини, які змінюють своє забарвлення в залежності від рН середовища.

Принада: дисоціація самої молекули індикатора та перебування структури молекули.

Теорія індикаторів заснована Оствальдом в 1894 році.

Є однокольорові індикатори, які мають безбарвну та забарвлену форму, та двохкольорові – мають дві форми забарвлені.

Зміна забарвлення індикатора проходить в певних межах рН; цей інтервал називають **інтервалом переходу індикатора**.

рТ **показник індикатора** ототожнюється з кінцевою точкою титрування, тобто титрування закінчують при  $\text{pH} = \text{pT}$ .

Індикаторні похибки кислотно-основного титрування виникають через невідповідність значень рН у кінцевій точці титрування із значенням рН у точці еквівалентності. У результаті цього розчин або недотитровують (від'ємна індикаторна похибка), або перетитровують (індикаторна похибка позитивна). Індикаторна похибка вважається

допустимою, якщо вона не перевищує похибку, яка обумовлена неточністю вимірювань об'єму розчину за бюреткою по закінченню титрування ( $\approx 0,2\%$ ).

#### Найважливіші кислотно-основні індикатори

| Індикатор           | Інтервал переходу, одиниці pH | pT   | Забарвлення індикатора |               |
|---------------------|-------------------------------|------|------------------------|---------------|
|                     |                               |      | кислотна форма         | основна форма |
| Метиловий оранжевий | 3,1 – 4,4                     | 4,0  | червоне                | жовте         |
| Метиловий червоний  | 4,2 – 6,2                     | 5,5  | червоне                | жовте         |
| Фенолфталеїн        | 8,2 – 10,0                    | 9,0  | безбарвне              | малинове      |
| Тимолфталеїн        | 9,3 – 10,5                    | 10,0 | безбарвне              | синє          |

#### Загальні положення

##### до розв'язування задач з титриметричного аналізу

В основі всіх розрахунків в титриметричному аналізі покладено закон еквівалентів: відношення мас реагуючих речовин прямо пропорційне відношенню їх молярних мас речовин еквівалентів:

$$\frac{m(A)}{m(B)} = \frac{M(f_{\text{екв}}(A)A)}{M(f_{\text{екв}}(B)B)}$$

Відповідно до цього закону з одним еквівалентом речовини  $A$  взаємодіє один еквівалент речовини  $B$ . Кількості реагуючих речовин еквівалентів ( $n(f_{\text{екв}}(A))$  і  $n(f_{\text{екв}}(B))$ ) в хімічній реакції, яка протікає до кінця, рівні між собою.

$$n(f_{\text{екв}}(A)A) = n(f_{\text{екв}}(B)B).$$

Всі розрахунки у титриметричному аналізі проводять у такій послідовності:

1. Складають рівняння окисно-відновної реакції, яка протікає під час даного хімічного процесу, йонно-електронним методом.
2. З рівняння напівреакції знаходять фактори еквівалентності речовин, які приймають участь у реакції, а потім розраховують молярні маси речовин еквівалентів.
3. Складають рівняння матеріального балансу за кількістю речовин еквівалентів для даного процесу.
4. Використовуючи основне розрахункове рівняння матеріального балансу для прямого чи зворотного титрування

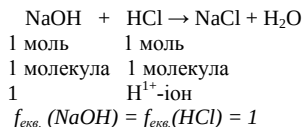
або ж титрування замісника і спеціальні формули, проводимо розрахунки з точністю до чотирьох значущих цифр.

Задачі на попередні розрахунки, якими є розрахунки наважки досліджуваної речовини, наважки речовин для приготування розчинів та інше, потрібно розраховувати з точністю до двох значущих цифр.

$$\begin{array}{l} \text{Дано:} \\ V(\text{NaOH}) = 25 \text{ см}^3 \\ V(\text{HCl})_{\text{розв.}} = 20 \text{ см}^3 \\ c(\text{HCl}) = 0,1250 \text{ моль/дм}^3 \\ \hline c(f_{\text{екв.}}(\text{NaOH})\text{NaOH}) - ? \end{array}$$

#### Розв'язок:

1) За рівнянням реакції визначаємо  $f_{\text{екв.}}$  речовин NaOH та HCl:



$$f_{\text{екв.}}(\text{NaOH}) = f_{\text{екв.}}(\text{HCl}) = 1$$

Тому  $c(\text{HCl}) = c(f_{\text{екв.}}(\text{HCl})\text{HCl}) = 0,1250 \text{ моль/дм}^3$  (за умовою задачі).

2) Яка  $c(\text{NaOH})$ ?:

Рівняння матеріального балансу:

$$\begin{aligned} n(\text{NaOH}) &= n(\text{HCl}), \\ c(\text{NaOH}) V(\text{NaOH}_{\text{водн.}}) &= c(\text{HCl}) V(\text{HCl}_{\text{водн.}}) \\ c(\text{NaOH}) &= \frac{c(\text{HCl}) * V(\text{HCl}_{\text{водн.}})}{V(\text{NaOH}_{\text{водн.}})} \end{aligned}$$

Підставляємо значення:

$$c(\text{NaOH}) = \frac{0,1250 \text{ моль/дм}^3 * 20 \text{ см}^3}{25 \text{ см}^3} = 0,1000 \text{ моль/дм}^3$$

Відповідь:  $c(\text{NaOH}) = 0,1000 \text{ моль/дм}^3$ .

**Завдання № 14.** Яку наважку калій манганату(VII) необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $1 \text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,05 \text{ моль/дм}^3$ ,

якщо робочий розчин калій манганату(VII) використовують для титрування в кислому середовищі?

### **ОКИСНО-ВІДНОВНЕ ТИТРУВАННЯ**

Методи окисно-відновного титрування (редоксметрія, оксередметрія)<sup>1)</sup> ґрунтуються на окисно-відновних реакціях, які пов'язані з переносом електронів від однієї реагуючої речовини (відновника) до іншої (окисника).

Титриметричні методи, що базуються на реакціях переносу електронів, більш численні у порівнянні з методами, які базуються на реакціях іншого типу (кисотно-основної взаємодії, осадження, комплексоутворення).

Методи окисно-відновного титрування класифікують за назвою титранту:

1. **Перманганатометрія** – метод, який заснований на реакціях окиснення відновників калій перманганатом (калій манганатом (VII)). Робочим розчином в перманганатометрії є розчин калій перманганату ( $\text{KMnO}_4$ ).

2. **Йодометрія** – метод, який заснований на реакціях окиснення йодом або відновлення йодид-йонами. Робочими розчинами в йодометрії є розчин йоду ( $\text{I}_2$ ) і розчин динатрій тіосульфату ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ).

3. **Дихроматометрія** – метод, який ґрунтується на окисненні відновників дихромат-йонами у кислому середовищі. Робочим розчином в дихроматометрії є розчин дикалій дихромату ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ).

4. **Цериметрія** – метод, який заснований на використанні в якості окисника сполук церію(IV). Робочим розчином в цериметрії є, як правило, розчин церій дисульфату ( $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ). Використовуються також розчини комплексних амоніачних солей церію(IV):  $(\text{NH}_4)_2[\text{Ce}(\text{NO}_3)_6]$ ,  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 2(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  та інші.

5. **Броматометрія** – метод, який заснований на реакціях окиснення калій броматом(V). Робочим розчином в броматометрії є розчин калій бромату(V) ( $\text{KBrO}_3$ ).

---

<sup>1)</sup> Терміни „редоксметрія”, „оксередметрія” утворюються від злиття двох англійських слів: reduction – відновлення і oxidation – окиснення.

6. **Ванадатометрія** – метод, який заснований на реакціях окиснення ванадат(V)-йонами. Робочим розчином в ванадатометрії є розчин калій ванадату(V) ( $KVO_3$ ) або амоній ванадату(V) ( $NH_4VO_3$ ).

7. **Феррометрія** – метод, який заснований на реакціях відновлення йонами  $Fe^{2+}$ . Робочим розчином в феррометрії є розчин солі Мора  $((NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O)$ .

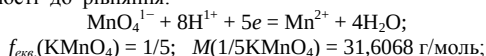
8. **Аскорбінометрія** – метод, який заснований на застосуванні робочого розчину аскорбінової кислоти ( $C_6H_8O_6$ ), що володіє властивостями відновника.

### **Перманганатометрія**

#### **Загальна характеристика методу**

Метод перманганатометрії ґрунтується на реакціях окиснення відновників калій перманганатом. Найчастіше титрування **стандартним розчином калій перманганату (калій манганату(VII))** проводять у кислому середовищі, але можливе титрування в нейтральних або лужних розчинах.

Окиснення калій перманганатом у **кислому середовищі** протікає з утворенням майже безбарвних  $Mn^{2+}$ -йонів у відповідності до рівняння:



Фіолетове забарвлення розчину калій перманганату настільки інтенсивне, що зовнішнього індикатора, як правило, не потрібно. Одна крапля розчину калій перманганату, навіть при молярній концентрації речовини еквівалента його  $0,01 \text{ моль/дм}^3$ , забарвлює в кінці титрування розчин, який титрують, у рожевий колір.

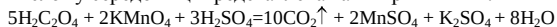
При використанні дуже розбавлених розчинів калій перманганату ( $c(1/5KMnO_4 < 0,01 \text{ моль/дм}^3)$ ) для фіксування точки еквівалентності використовують редокс-індикатори (дифеніламінусульфокислоту або комплекс  $Fe^{2+}$ -йонів з 1,10-фенантроліном (ферроїн)).

Кристалічний калій перманганат, який використовують для приготування робочого розчину, завжди містить ряд домішок, у тому числі манган діоксид. Крім того, в перші години після приготування концентрація розчину калій

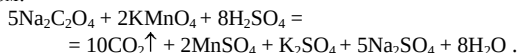


перманганату зменшується внаслідок взаємодії з амоніаком, органічними сполуками та іншими відновниками, які є у воді. Отже, приготувати стандартний розчин калій перманганату за точною наважкою не можна. Для стандартизації розчину калій перманганату найчастіше використовують оксалатну кислоту  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (дигідроген оксалат-вода (1/2)), динатрій оксалат  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  або діамоній оксалат-вода (1/1)  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Можна застосовувати й інші первинні стандартні речовини:  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , сіль Мора  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , металічне залізо,  $\text{As}_2\text{O}_3$  тощо.

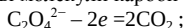
Взаємодія калій перманганату з оксалатною кислотою у кислому середовищі представлена таким рівнянням:



Аналогічно взаємодіє калій перманганат з динатрій оксалатом:



У цих реакціях кожний оксалат-йон, віддаючи два електрони, утворює дві молекули карбон (IV) оксиду:



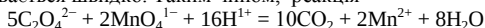
$$f_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 1/2;$$

$$M(1/2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 1/2 \cdot M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 63,033 \text{ г/моль};$$

$$f_{\text{екв}}(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 1/2;$$

$$M(1/2\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 1/2 \cdot M(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 66,9996 \text{ г/моль} .$$

Розчин калій перманганату з бюретки додають по краплям до гарячого розчину оксалатної кислоти. На початку титрування для знебарвлення кожної добавленої краплі розчину калій перманганату треба декілька секунд, але як тільки утвориться невелика кількість  $\text{Mn}^{2+}$ -йонів, які каталізують цю реакцію, далі знебарвлення розчину відбувається швидко. Таким чином, реакція



є автокаталітичною.

Дано:

$$V(\text{KMnO}_4 \text{ розч.}) = 1,00 \text{ дм}^3$$

$$c(f_{\text{екв.}}(\text{KMnO}_4)\text{KMnO}_4) \approx$$

$$\approx 0,05 \text{ моль/дм}^3$$

$$m(\text{KMnO}_4) - ?$$

З довідника:

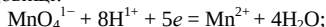
$$M(\text{KMnO}_4) =$$

$$= 158,03 \text{ г/моль.}$$

### Розв'язування:

1. Які фактори еквівалентності та молярна маса речовини еквівалента калій манганату(VII)?

Рівняння напівреакції відновлення калій манганату(VII) у кислому середовищі:



$$f_{\text{екв.}}(\text{KMnO}_4) = 1/5; M(1/5\text{KMnO}_4) = 1/5M(\text{KMnO}_4);$$

$$M(1/5\text{KMnO}_4) = 1/5 \cdot 158,03 = 31,61 \text{ (г/моль)}.$$

2. Яка маса калій манганату(VII) необхідна?

$$c(f_{\text{екв.}}(\text{KMnO}_4)\text{KMnO}_4) = c(1/5\text{KMnO}_4);$$

$$c(1/5\text{KMnO}_4) = \frac{n(1/5\text{KMnO}_4)}{V(\text{KMnO}_4 \text{ розч.})};$$

$$n(1/5\text{KMnO}_4) = \frac{m(\text{KMnO}_4)}{M(1/5\text{KMnO}_4)};$$

$$c(1/5\text{KMnO}_4) = \frac{m(\text{KMnO}_4)}{M(1/5\text{KMnO}_4) \cdot V(\text{KMnO}_4 \text{ розч.})};$$

$$m(\text{KMnO}_4) = c(1/5\text{KMnO}_4) \cdot M(1/5\text{KMnO}_4) \cdot V(\text{KMnO}_4 \text{ розч.});$$

$$m(\text{KMnO}_4) = 0,05 \cdot 31,61 \cdot 1,00 = 1,58 \text{ (г)}.$$

**Відповідь:**  $m(\text{KMnO}_4) = 1,58 \text{ г.}$

**Завдання № 15** Для встановлення молярної концентрації речовини еквівалента калій манганату(VII) у розчині взята аліквота вихідного розчину діамоній оксалат-вода (1/1) об'ємом  $20,00 \text{ см}^3$  з титром  $0,07112 \text{ г/см}^3$ . Розчин розведений у мірній колбі до об'єму  $250,00 \text{ см}^3$ . На титрування аліквоти цього розчину об'ємом  $25,00 \text{ см}^3$  витрачено розчин калій манганату(VII) об'ємом  $19,85 \text{ см}^3$ . Визначити молярну концентрацію речовини еквівалента розчину калій манганату(VII) та поправочний коефіцієнт.

Дано:

$$V_1^a((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 20,00 \text{ см}^3$$

$$T((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 0,07112 \text{ г/см}^3$$

$$V_{\text{м.к.}} = 250,00 \text{ см}^3$$

$$V(\text{KMnO}_4 \text{ розч.}) = 19,85 \text{ см}^3$$

$$V_2^a((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 25,00 \text{ см}^3$$

$$c(f_{\text{екв.}}(\text{KMnO}_4) \text{ KMnO}_4) - ?$$

$$K(\text{KMnO}_4) - ?$$

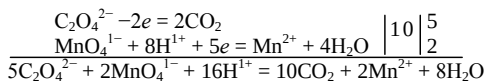
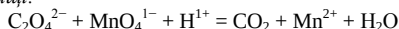
З довідника:

$$M((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 142,11 \text{ г/моль}$$

**Розв'язування:**

1. Яка молярна маса речовини еквівалента діамоній оксалат-вода (1/1)?

Йонно-молекулярне рівняння реакції взаємодії діамоній оксалат-вода (1/1) з калій манганатом(VII) у кислому середовищі:



$$f_{\text{екв.}}((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1/2; \quad f_{\text{екв.}}(\text{KMnO}_4) = 1/5;$$

$$M(1/2(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1/2 \cdot M((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O});$$

$$M(1/2(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1/2 \cdot 142,11 = 71,055 \text{ (г/моль)}.$$

2. Яка маса діамоній оксалат-вода (1/1) в аліквоті об'ємом 20,00 см<sup>3</sup>?

$$T((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = \frac{m((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O})}{V_1^a((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O})};$$

$$m((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = T((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) \cdot V_1^a((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O});$$

$$m((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 0,07112 \cdot 20,00 = 1,4224 \text{ (г)}.$$

3. Яка молярна концентрація речовини еквівалента діамоній оксалат-вода (1/1) в розбавленому розчині (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O?

$$c(1/2(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4) = \frac{m((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot 1000}{M(1/2(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot V_{\text{м.к.}}};$$

$$c(1/2(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4) = \frac{1,4224 \cdot 1000}{71,055 \cdot 250,00} = 0,08007 \text{ (моль/дм}^3\text{)}.$$

4. Яка молярна концентрація речовини еквівалента калій манганату(VII)?

Рівняння матеріального балансу за кількістю речовини еквівалентів:

$$\begin{aligned}
 n(1/2(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O})_{\text{в аликвоті}} &= n(1/5\text{KMnO}_4) \\
 c(1/2(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) \cdot V_2^{\text{ал}}(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O розч.}) &= \\
 &= c(1/5\text{KMnO}_4) \cdot V(\text{KMnO}_4 \text{ розч.}); \\
 c(1/5\text{KMnO}_4) &= \\
 &= \frac{c(1/2(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}) \cdot V_2^{\text{ал}}((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O розч.})}{V(\text{KMnO}_4 \text{ розч.})}; \\
 c(1/5\text{KMnO}_4) &= \frac{0,08007 \cdot 25,00}{19,85} = 0,1008 (\text{моль/дм}^3).
 \end{aligned}$$

5. Який поправочний коефіцієнт розчину калій манганату(VII)?

$$\begin{aligned}
 K(\text{KMnO}_4) &= \frac{c_{\text{пр.}}(1/5\text{KMnO}_4)}{c_{\text{теор.}}(1/5\text{KMnO}_4)}; \\
 K(\text{KMnO}_4) &= \frac{0,1008}{0,1000} = 1,008.
 \end{aligned}$$

**Відповідь:**  $c(1/5\text{KMnO}_4) = 0,1008 \text{ моль/дм}^3$ ;  
 $K(\text{KMnO}_4) = 1,008$ .

## МАТЕРІАЛИ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ

### Закон дії мас і гомогенні системи

#### Варіант I

1. Константою дисоціації називають:
  1. відношення добутків рівноважних молярних концентрацій йонів до загальної молярної концентрації електроліту;
  2. відношення добутків рівноважних молярних концентрацій йонів до рівноважної молярної концентрації недисоційованих молекул електроліту;
  3. відношення добутків рівноважних молярних концентрацій йонів до рівноважної молярної концентрації дисоційованих молекул електроліту.
2. Ступінь дисоціації електроліту залежить від :
  1. температури;
  2. концентрації;
  3. константи йонізації;
  4. факторів указаних у пунктах 1,2,3;
  5. факторів указаних у пунктах 1,2.
3. Процес дисоціації слабого електроліту на основі закону дії мас – це:
  1. процес оборотний і до нього застосовують закон дії мас;
  2. процес необоротний і до нього застосовують закон дії мас;
  3. процес необоротний і до нього не застосовують закон дії мас.
4. Введення в розчин слабого електроліту однойменних йонів сильного електроліту \_\_\_\_\_ ступінь електролітичної дисоціації його.
  1. понижує;
  2. підвищує;
  3. не впливає на.....
5. Законом розведення Освальда встановлюється залежність:
  1. між ступенем дисоціації електроліту і його концентрацією;
  2. між ступенем і константою дисоціації електроліту;

3. між константою дисоціації і концентрацією електроліту.
6. Поняття константи і ступеня дисоціації до сильних електролітів застосовувати:
1. можна;
  2. не можна.
7. Відношення активної концентрації йонів до їх загальної аналітичної концентрації називається:
1. активністю;
  2. коефіцієнтом активності;
  3. йонною силою розчину;
  4. константою дисоціації.
8. Величина електростатичної взаємодії всіх йонів в розчині характеризується:
1. активністю йонів;
  2. коефіцієнтом активності;
  3. константою дисоціації;
  4. йонною силою розчину.
9. Коефіцієнти активності йонів із збільшенням йонної сили розчину:
1. збільшуються;
  2. залишаються без змін;
  3. зменшуються.
10. Вкажіть розчин, в якому йонна сила дорівнює 0,04:
1. розчин, який містить 0,01моль/л  $\text{BaCl}_2$  і 0,01моль/л  $\text{KNO}_3$ ;
  2. розчин, який містить 0,01моль/л  $\text{FeCl}_3$  і 0,01моль/л  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ .
11. Формула, якою відображається йонний добуток води – це:
- А.  $K_w = [\text{H}^{1+}] [\text{OH}^{1-}] / [\text{H}_2\text{O}]$ ;
- Б.  $K_w = [\text{H}^{1+}] [\text{OH}^{1-}]$ ;
- В.  $K_w = -\lg [\text{H}^{1+}]$ ;
- Г.  $K_w = -\lg K_{\text{йон}}$ .
12. Водневий показник – це:
- А. молярна концентрація йонів гідрогену в розчині;
- Б. молярна концентрація йонів гідроксиду в розчині;
- В. від'ємний логарифм молярної концентрації йонів гідрогену в розчині;
- Г. від'ємний логарифм молярної концентрації йонів гідроксиду.

13. Концентрація іонів гідрогену, якою характеризується нейтральний розчин – це:
- А.  $[H^{1+}] = 10^{-7}$  моль/л;
  - Б.  $[H^{1+}] > 10^{-7}$  моль/л;
  - В.  $[H^{1+}] < 10^{-7}$  моль/л.
14. Більш лужним буде розчин, значення рН якого:
- А. 8; Б. 10; В. 12; Г. 13.
15. Вкажіть речовину, розчин якої містить більше іонів гідрогену, якщо молярні концентрації речовин однакові:
- А.  $HNO_3$ ;
  - Б.  $HNO_2$ .
16. Обчислити константу йонізації моногідроген діоксонітрату, якщо  $c(HNO_2) = 0,2$  моль/л (ступінь йонізації  $HNO_2$  в розчині дорівнює 4,5%).
- А.  $4,2 \cdot 10^{-4}$ ;
  - Б.  $8,1 \cdot 10^{-4}$ ;
  - В.  $4,2 \cdot 10^{-6}$ ;
  - Г.  $9,1 \cdot 10^{-3}$ .
17. Вкажіть, який розчин із перерахованих сумішей речовин не є буферним:
- А.  $NaOH + NaCl$ ;
  - Б.  $CH_3COOH + CH_3COONa$ ;
  - В.  $NH_4Cl + NH_4OH$ ;
  - Г.  $Na_2CO_3 + NaHCO_3$ .
18. Вкажіть формулу, за якою розраховується рН ацетатного буферного розчину:
- А.  $pH = pK + \lg (c_{\text{соли}} / c_{\text{кисл}})$ ;
  - Б.  $pH = pK - \lg (c_{\text{соли}} / c_{\text{кисл}})$ ;
  - В.  $pH = pK + \lg (c_{\text{кисл}} / c_{\text{соли}})$ ;
  - Г.  $pH = pK - \lg (c_{\text{кисл}} / c_{\text{соли}})$ .

### Закон дії мас і гомогенні системи Варіант II

1. Вкажіть формулу, за якою обчислюється ступінь йонізації слабого електроліту:
- А.  $\alpha = c_{\text{заг}} / c_i$ ;
  - Б.  $\alpha = c_i / c_{\text{заг}}$ ;
  - В.  $\alpha = c_{\text{заг}} \cdot c_i$ ;
  - Г.  $\alpha = c_{\text{заг}} - c_i$ .

2. Величина константи йонізації залежить від:  
 А. температури; Б. концентрації;  
 В. температури і концентрації; Г. не залежить ні від чого.
3. Після довготривалого випарювання розчину ступінь йонізації слабкого електроліту:  
 А. збільшиться; Б. зменшиться; В. не зміниться.
4. При додаванні солі амоній хлориду в розчин амоніаку концентрація гідроксид-йона і ступінь йонізації його:  
 А. збільшиться; Б. зменшиться; В. не зміниться.
5. Вкажіть формулу, якою не може виражатися закон розведення Освальда:  
 А.  $K = (c \cdot \alpha^2) / (1 - \alpha)$ ; Б.  $\alpha = c_i / c_{\text{зар}}$ ;  
 В.  $K = c \cdot \alpha^2$ ; Г.  $\alpha^2 = K / c$ .
6. Розчини сильних електролітів характеризуються:  
 А. константою і ступенем йонізації;  
 Б. йонною силою розчину?  
 В. активністю йонів;  
 Г. йонною силою та активністю йонів.
7. Вкажіть, за якою із наведених формул обчислюється активність йонів у розчині:  
 А.  $\alpha = c / f_a$ ; Б.  $\alpha = f_a / c$ ; В.  $\alpha = c \cdot f_a$ .
8. Вкажіть, за якою із наведених формул обчислюється йонна сила розчину:  
 А.  $\mu = -\frac{1}{2} \sum cZ$ ; Б.  $\mu = \frac{1}{2} \sum cZ^2$ ; В.  $\mu = \sum cZ^2$ ; Г.  $\mu = \frac{1}{2} cZ^2$ .
9. При додаванні до розчину сильного електроліту іншого сильного електроліту, який не містить в своєму складі однойменного йону, хімічна активність йонів першого електроліту:  
 А. Збільшиться; Б. Зменшиться; В. Не зміниться.
10. Обчислити йонну силу розчину, який містить в своєму складі 0,00125 моль/л  $\text{CuSO}_4$  та 0,001 моль/л  $\text{NaNO}_3$ .  
 А. 0,006; Б. 0,06; В. 0,01125; Г. 0,15.
11. Вкажіть значення йонного добутку води:  
 А.  $10^{-7}$ ; Б.  $10^{-14}$ ; В. 7; Г. 14.
12. Вкажіть формулу, якою виражається взаємозв'язок між водневим і гідроксидним показником:  
 А.  $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ ; Б.  $\text{pH} + \text{pOH} = 10^{-14}$ ;  
 В.  $\text{pH} - \text{pOH} = 14$ ; Г.  $\text{pH} + \text{pOH} = 10^{14}$ .



13. Вкажіть концентрацію йонів гідроксиду, якою характеризується кислий розчин:  
 А.  $[\text{OH}]=10^{-7}$ ; Б.  $[\text{OH}]>10^{-7}$ ; В.  $[\text{OH}]<10^{-7}$ .
14. Більш кислим розчин буде при значенні рН, яке рівне:  
 А. 6; Б. 3; В. 2; Г. 1.
15. Вкажіть розчин, в якому міститься більше йонів гідрогену, якщо молярна концентрація вказаних речовин в розчині однакова:  
 А.  $\text{NH}_4\text{OH}$ ; Б.  $\text{NaOH}$ .
16. Обчислити константу йонізації оцтової кислоти, якщо  $c(\text{CH}_3\text{COOH})=0,1$  моль/л (ступінь йонізації  $\text{CH}_3\text{COOH}$  в розчині дорівнює 1,35%).  
 А.  $1,8 \cdot 10^{-6}$ ; Б.  $1,8 \cdot 10^{-4}$ ; В.  $1,8 \cdot 10^{-5}$ ; Г.  $1,35 \cdot 10^{-3}$ .
17. Здатність буферних розчинів зберігати постійне значення рН розчину при додаванні невеликих кількостей кислот та лугів оснований на:  
 А. зміні буферної ємності розчину;  
 Б. зменшенні ступеня йонізації одного із компонентів буферної суміші;  
 В. збільшенні ступеня йонізації одного із компонентів буферного розчину.
18. Вкажіть, за якою формулою розраховується рН амоніачного буферного розчину:  
 А.  $\text{H}=\text{pK}-\lg(c_{\text{осн}}/c_{\text{солі}})$ ;  
 Б.  $\text{pH}=\text{pK}+\lg(c_{\text{осн}}/c_{\text{солі}})$ ;  
 В.  $\text{pH}=14-\text{pK}-\lg(c_{\text{осн}}/c_{\text{солі}})$ ;  
 Г.  $\text{pH}=14-\text{pK}+\lg(c_{\text{осн}}/c_{\text{солі}})$ .

### Закон дії мас і гетерогенні системи

#### Варіант I

1. Добуток розчинності – це:  
 А. добуток молярних концентрацій йонів малорозчинного електроліту в його насиченому розчині при постійній температурі;  
 Б. добуток концентрацій йонів в насиченому розчині електроліту при постійній температурі;  
 В. добуток концентрацій йонів малорозчинного електроліту;

- Г. добуток концентрацій йонів електроліту при постійній температурі.
2. Основна умова випадання осаду – це:
- А. йонний добуток дорівнює добутку розчинності;
  - Б. йонний добуток менший за добуток розчинності;
  - В. йонний добуток більший за добуток розчинності.
3. Користуючись таблицею добутків розчинності, визначити, яким реагентом можна повніше осадити аргентум-йони із розчину аргентум нітрату:
- А. натрій хроматом;      Б. натрій сульфідом;
  - В. амоній оксалатом;      Г. натрій сульфатом.
4. Чи випаде осад плумбум хлориду, якщо змішати рівні об'єми розчинів плумбум нітрату та натрій хлориду, для яких  $c(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 0,1 \text{ моль/л}$  і  $c(\text{NaCl}) = 0,1 \text{ моль/л}$ ?
- А. осад випаде;
  - Б. осад не випаде.
5. Вкажіть сіль, яка буде осаджуватися в першу чергу, якщо до розчину, що містить  $0,1 \text{ моль/дм}^3$  йонів хлору та йоду, поступово додавати розчин аргентум нітрату?
- А. аргентум хлорид;
  - Б. аргентум йодид;
  - В. одночасно випадають обидва осад.

### Варіант 2

1. Вкажіть фактори, від яких залежить добуток розчинності малорозчинного електроліту:
- А. температура;
  - Б. природа речовини;
  - В. концентрація;
  - Г. температура та природа речовини.
2. Вкажіть залежність, яка зв'язує добуток розчинності та розчинність малорозчинного електроліту:
- А. чим більше значення добутку розчинності, тим більша розчинність;
  - Б. чим більше значення добутку розчинності, тим менша розчинність;
  - В. добуток розчинності не характеризує розчинність.

3 В рівнянні добутку розчинності використовується концентрація:

- А. масова частка(%); Б. молярна концентрація;  
В. молярна концентрація еквівалента; Г. молярна частка.

4. Обчислити молярну розчинність аргентум хромату в чистій воді ( $D_p = 2 \cdot 10^{-12}$ ).

- А.  $1,4 \cdot 10^{-6}$  моль/л; Б.  $1,26 \cdot 10^{-4}$  моль/л;  
В.  $7,9 \cdot 10^{-5}$  моль/л; Г.  $3,95 \cdot 10^{-5}$  моль/л.

5. Вкажіть йон, який при умові однакової концентрації, осаджується дією амоній оксалату першим:

- А. барій - йон; Б. кальцій - йон;  
В. стронцій - йон; Г. кадмій - йон.

### **Закон дії мас до процесів гідролізу. Амфотерність. Варіант I**

1. Вкажіть причину гідролізу солей:

- А. утворення малойонізованих сполук;  
Б. утворення малорозчинних сполук;  
В. утворення малойонізованих і малорозчинних сполук;  
Г. утворення сильних електролітів.

2. Вкажіть солі, які гідролізують по аніону:

- А. солі, утворені катіонами слабких основ та аніонами сильних кислот;  
Б. солі, утворені катіонами сильних основ та аніонами слабких кислот;  
В. солі, утворені катіонами слабких основ та аніонами слабких кислот;  
Г. солі, утворені катіонами сильних основ та аніонами сильних кислот.

3. Серед перерахованих формул солей вкажіть ту, яка у водному розчині гідролізує:

- А. Натрій хлорид;  
Б. Калій сульфат;  
В. Натрій фосфат;  
Г. Калій нітрат.

4. Гідроліз солі по катіону можна посилити:

- А. розведенням і нагріванням;  
Б. додаванням лугу;

- В.** в умовах указаних в п. А, Б;  
**Г.** додаванням кислоти.
5. Подавити гідроліз солі по аніону можна:  
**А.** нагріванням і розведенням;  
**Б.** додаванням лугу;  
**В.** додаванням кислоти;  
**Г.** розведенням.
6. Вкажіть сіль, константа гідролізу якої обчислюється за формулою  $K_{\text{гидр}} = K_w / K_{\text{кисл}}$  :  
**А.** калій ціанід;  
**Б.** амоній хлорид;  
**В.** амоній ацетат.
7. Вкажіть сіль, ступінь гідролізу якої обчислюється за формулою  $h = \sqrt{\frac{K_w}{c_{\text{сол}} K_{\text{кисл}}}}$  :  
**А.** натрій ціанід;  
**Б.** амоній хлорид;  
**В.** амоній ацетат.
8. Вкажіть, як зміниться ступінь гідролізу солі калій ацетату при розведенні:  
**А.** збільшиться;  
**Б.** зменшиться;  
**В.** розведення не впливає на ступінь гідролізу.
9. Обчислити ступінь гідролізу солі амоній броміду в розчині з  $c(\text{NH}_4\text{Br}) = 0,18 \text{ моль/л}$ .  
**А.** 0,001%;  
**Б.** 0,0056%;  
**В.** 0,01%;  
**Г.** 0,056%.
10. Вкажіть значення рН, яким характеризується гідроліз солі по катіону:  
**А.**  $\text{pH} < 7$ ;  
**Б.**  $\text{pH} > 7$ ;  
**В.**  $\text{pH} \approx 7$ .
11. Вкажіть сіль, в розчині якої  $\text{pH} > 7$ :  
**А.** алюміній хлорид;  
**Б.** натрій ацетат;

- В. натрій нітрат;
- Г. кальцій хлорид.

### Варіант II

- I. Вкажіть солі, які гідролізують по катіону:
  - А. солі, утворені катіонами сильних основ та аніонами сильних кислот;
  - Б. солі, утворені катіонами сильних основ та аніонами слабких кислот;
  - В. солі, утворені катіонами слабких основ та аніонами слабких кислот;
  - Г. солі, утворені катіонами слабких основ та аніонами сильних кислот.
2. Вкажіть солі, у яких гідроліз проходить по катіону і аніону:
  - А. солі, утворені катіонами слабких основ та аніонами сильних кислот;
  - Б. солі, утворені катіонами сильних основ та аніонами слабких кислот;
  - В. солі, утворені катіонами слабких основ та аніонами слабких кислот;
  - Г. солі, утворені катіонами сильних основ та аніонами сильних кислот.
3. Вкажіть сіль, яка не гідролізує:
  - А. калій нітрат;
  - Б. натрій нітрат;
  - В. натрій ацетат;
  - Г. амоній хлорид.
4. Посилити гідроліз по аніону можна:
  - А. нагріванням, розведенням, додаванням лугу;
  - Б. додаванням лугу;
  - В. в умовах вказаних у п. А, Б;
  - Г. додаванням кислоти.
5. Вкажіть сіль, константа гідролізу якої обчислюється за формулою:  $K_{\text{гдр}} = K_w / K_{\text{осн}}$  :
  - А. калій ціанід;
  - Б. амоній хлорид;

**В. амоній ацетат.**

**6.** Вкажіть сіль, для якої ступінь гідролізу обчислюється за

формулою  $h = \sqrt{\frac{K_w}{K_{\text{кисл}} K_{\text{осн}}}}$  :

**А.** Натрій ціанід;

**Б.** Амоній хлорид;

**В.** Амоній ацетат.

**7.** Вкажіть, як впливає на ступінь гідролізу амоній сульфату розведення розчину:

**А.** збільшує ступінь гідролізу;

**Б.** зменшує ступінь гідролізу;

**В.** розведення не впливає на ступінь гідролізу.

**8.** Обчислити ступінь гідролізу солі амоній хлориду в розчині,  $c(\text{NH}_4\text{Cl})=0,1$  моль/л.

**А.** 0,005;

**Б.** 0,005%;

**В.** 0,0075;

**Г.** 0,0075%.

**9.** Вкажіть, яким значенням рН характеризується гідроліз солі по аніону:

**А.**  $\text{pH} < 7$ ;

**Б.**  $\text{pH} > 7$ ;

**В.**  $\text{pH} \approx 7$ .

**10.** Вкажіть сіль, в розчині якої  $\text{pH} < 7$ :

**А.** натрій хлорид;

**Б.** натрій ціанід;

**В.** амоній хлорид;

**Г.** амоній ціанід.

## Закон дії мас та комплексоутворення

### Варіант I

1. Вкажіть заряд комплексоутворювача комплексної солі гексамінкобальт(III) хлорид  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ :

1. + 3;
2. - 3;
3. + 6;
4. + 1.

2. Вкажіть координаційне число комплексоутворювача в комплексній солі – калій диціаноаргентат(I)  $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ :

1. 1;
2. 2;
3. 0;
4. 4.

3. Дисоціація комплексних сполук протікає:

1. за типом сильних електролітів;
2. за типом слабких електролітів;
3. як за типом сильних так і за типом слабких електролітів.

4. Вкажіть комплексну сполуку, в розчині якої молярна концентрація йонів срібла більша, якщо молярна концентрація комплексної сполуки в розчині однакова:

1.  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ ,  $K_{\text{нест}} = 7,2 \cdot 10^{-8}$ ;
2.  $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ ,  $K_{\text{нест}} = 1 \cdot 10^{-21}$ .

### Варіант II

1. Вкажіть комплексоутворювач і його заряд в комплексній солі – калій гексацианоферат(II)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ :

1.  $\text{K}^{1+}$ ;
2.  $\text{Fe}^{2+}$ ;
3.  $\text{Fe}^{3+}$ ;
4.  $\text{CN}^{1-}$ .

2. Вкажіть координаційне число комплексоутворювача в комплексній солі натрій гексанітрокобальтат(III)  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ :

1. 1;
2. 3;
3. 6;
4. 0.

3. Процес дисоціації комплексних йонів – це процес:
  1. оборотний, за типом сильних електролітів;
  2. необоротний, за типом слабких електролітів;
  3. необоротний, за типом сильних електролітів;
  4. оборотний, за типом слабких електролітів.
4. Вкажіть комплексну сполуку, в розчині якої молярна концентрація амоніаку більша, якщо молярна концентрація комплексних сполук в розчині однакова:
  1.  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ,  $K_{\text{нест}}=9,68 \cdot 10^{-6}$ ;
  2.  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ,  $K_{\text{нест}}=9 \cdot 10^{-13}$ .

### Перша аналітична група катіонів

#### Варіант I

1. Перша аналітична група катіонів характеризується:
  1. утворенням з хлоридною кислотою малорозчинних хлоридів;
  2. утворенням малорозчинних сульфатів з сульфатною кислотою;
  3. відсутністю групового реактиву;
  4. утворенням малорозчинних карбонатів з амоній карбонатом;
  5. утворенням малорозчинних гідроксидів з лугами;
  6. утворенням малорозчинних осадів з дигідроген сульфідом.
2. Запишіть в короткій йонно-молекулярній формі рівняння відкриття калій-катіону натрій гідротартратом і підрахуйте суму коефіцієнтів.
  1. 2;    2. 3;    3. 5;    4. 6.
3. Запишіть в короткій йонно-молекулярній формі рівняння відкриття калій-катіону натрій гексанітрокобальтатом(III) і підрахуйте суму коефіцієнтів.
  1. 2;    2. 4;    3. 5;    4. 6.
4. Запишіть в короткій йонно-молекулярній формі рівняння відкриття амоній-катіону реактивом Несслера і підрахуйте суму коефіцієнтів.
  - 7; 1. 7;    2. 18;    3. 12;    4. 9.



5. Заважаюча дія амоній-катиону при відкритті калій-катиону проявляється в тому, що:

1. амоній-катион утворює з реагентом такі ж осаді як і калій-катион;
2. під час гідролізу за амоній-катионом може утворюватися кисле середовище, яке заважає відкрити калій-катион;
3. мають місце процеси, що зазначені в п.1, 2.

### **Варіант II**

1. Вкажіть аналітичний ефект, яким супроводжується реакція визначення калій-катиону натрій гідротартратом:

1. розчин набуває жовтого кольору;
2. утворюється білий кристалічний осад;
3. утворюється білий аморфний осад;
4. випадає бурий осад.

2. Вкажіть умови, за яких проходить реакція відкриття калій-катиона натрій гідротартратом:

1.  $\text{pH} > 7$ ;
2.  $\text{pH} < 7$ ;
3.  $\text{pH} \approx 7$ ;
4.  $\text{pH} \approx 7$ , охолодження.

3. Вкажіть аналітичний ефект, яким супроводжується визначення калій-катиона натрій гексанітрокобальтатом(III):

1. випадає білий кристалічний осад;
2. утворюється жовтий кристалічний осад;
3. утворюються чорні кубічні кристали;
4. розчин набуває жовтого кольору.

4. Найбільш чутливою реакцією визначення амоній-катиону є:

1. реакція з лугом під час нагрівання в газовій камері;
2. реакція з калій дигідроантимонатом;
3. реакція з натрій гексанітрокобальтатом(III);
4. реакція з калій тетраїодомеркуратором(II) в лужному середовищі.

5. Видалити амоній-катион з реакційної суміші для усунення його заважаючої дії при відкритті калій-катиону можна:

1. нагріванням розчину;
2. дією лугів;
3. дією реактиву Несслера;
4. випарюванням і прожарюванням солей, які містяться в реакційній суміші.

## Друга аналітична група катіонів

### Варіант I

1. Відділити плюмбум хлорид від хлоридів аргентуму і гідраргіруму(I) можна:

1. дією хлоридної кислоти;
2. дією сульфатної кислоти;
3. дією гарячої води;
4. розчином амоніаку.

2. Запишіть рівняння реакції взаємодії аргентум хлориду з розчином амоніаку (йонно-молекулярна форма) та підрахуйте суму коефіцієнтів.

1. 5;      2. 4;      3. 6;      4. 7.

3. Вкажіть хімічні формули сполук, які утворюються при взаємодії аргентум хлориду з надлишком розчину амоніаку:

1.  $\text{AgOH}$ ;
2.  $\text{Ag}_2\text{O}$ ;
3.  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$  – розчинний у воді;
4.  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$  – нерозчинний у воді.

4. Вкажіть аналітичний ефект реакції, який спостерігається при дії лугу на розчин, що містить катіони аргентуму:

1. випадає чорний осад аргентуму;
2. випадає бурий осад аргентум оксиду;
3. випадає жовтий осад аргентум гідроксиду;
4. розчин забарвлюється в жовтий колір.

5. Вкажіть аналітичну реакцію на плюмбум-катіон, яка є специфічною та умови її проведення:

1. пробірочна реакція з утворенням жовтого осаду плюмбум хромату;
2. пробірочна реакція з утворенням жовтого осаду плюмбум йодиду з наступною перекристалізацією під час нагрівання – реакція „золотого дощу”;
3. пробірочна реакція з утворенням жовтого розчину плюмбум йодиду;
4. пробірочна реакція з надлишком лугу з утворенням розчинного плюмбату.

## Варіант II

1. Розділити хлориди аргентуму та гідраргіриту(I) можна:
  1. дією гарячої води;
  2. дією розчину амоніаку;
  3. дією хлоридної кислоти;
  4. дією розчину калій йодиду.
2. Аналітичним ефектом реакції взаємодії аргентум хлориду з розчином амоніаку є:
  1. розчинення осаду, розчин безбарвний;
  2. утворення бурого осаду;
  3. утворення чорного осаду;
  4. утворення жовтого осаду.
3. Вкажіть хімічні формули сполук, які утворюються при дії еквівалентної кількості лугу на розчин, що містить катіони другої групи:
  1.  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{Hg}_2\text{O}$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ;
  2.  $\text{AgOH}$ ,  $\text{Hg}_2(\text{OH})_2$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ;
  3.  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{Hg}_2(\text{OH})_2$ ;
  4.  $\text{Hg}_2\text{O}$ ,  $\text{AgOH}$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ .
4. При дії надлишку лугу на розчин, що містить катіони плюмбуму спостерігається:
  1. випадання білого осаду плюмбум гідроксиду;
  2. аналітичного ефекту не спостерігається;
  3. розчин забарвлюється в жовтий колір;
  4. спочатку утворюється білий осад плюмбум гідроксиду, який розчиняється в надлишку лугу та переходить в сіль (плюмбат), розчинну у воді.
5. Реакція виявлення катіонів аргентуму і меркурію(I) з розчином калій йодиду характеризується:
  1. утворенням жовтих осадів йодидів аргентуму і меркурію(I) відповідно;
  2. утворенням червоних осадів йодидів аргентуму і меркурію(I) відповідно;
  3. утворенням зелених осадів йодидів аргентуму і меркурію(I) відповідно;
  4. утворенням жовтого осаду аргентум йодиду і зеленого осаду меркурій(I) йодиду.

### Третя аналітична група катіонів

#### Варіант I

1. Вкажіть катіони, які забарвлюють полум'я в жовто-зелений колір:

1. Стронцій; 2. Барій; 3. Калій; 4. Кальцій.

2. Запишіть рівняння реакції відкриття барій-катіону дихромат-йоном та підрахуйте суму коефіцієнтів

1. 5; 2. 4; 3. 10; 4. 8.

3. Вкажіть катіон, про наявність якого в розчині можна зробити висновок, спостерігаючи під мікроскопом голчасті кристали, що утворюються при додаванні до нього сульфатної кислоти:

1. Кальцію; 2. Барію; 3. Стронцію.

4. Збільшити чутливість реакції під час відкриття кальцій-катіону сульфатною кислотою можна:

1. випарюючи розчин при нагріванні;
2. провести реакцію в присутності ацетону;
3. провести реакцію в присутності етилового спирту;
4. придатні всі перераховані вище умови.

#### Варіант II

1. Вкажіть катіони, які забарвлюють полум'я в карміново-червоний колір:

1. Стронцій; 2. Барій; 3. Калій; 4. Кальцій.

2. Вкажіть специфічну реакцію відкриття кальцій-катіону:

1. амоній оксалатом;
2. сульфатною кислотою (мікрокристалоскопічна);
3. забарвлення полум'я;
4. амоній карбонатом.

3. Розділити катіони барію і кальцію можна дією:

1. натрій карбонату;
2. сульфатної кислоти;
3. калій дихроматом в середовищі оцтової кислоти;
4. хлоридною кислотою.

IV. Аналітичний ефект випадання осаду при додавання ацетону до гіпсової води можна пояснити тим, що:

1. ацетон взаємодіє з кальцій-йонами;

2. знижується розчинність кальцій сульфату в присутності неполярного розчинника і він випадає в осад;
3. ацетон зв'язує сульфат-йони з утворенням малорозчинної сполуки.

#### **Четверта аналітична група катіонів**

##### **Варіант I**

1. Четверта аналітична група катіонів характеризується:
  1. утворенням амфотерних гідроксидів, які розчиняються в надлишку лугів;
  2. утворенням гідроксидів, що не розчиняються в надлишку лугів;
  3. утворенням розчинних у воді аміакатів;
  4. утворенням розчинних у воді гідроксидів.
2. Характерною реакцією на цинк-катіон є реакція з:
  1. розчином амоніаку;
  2. лугами;
  3. карбонатами лужних металів;
  4. дитизоном.
3. Складіть рівняння реакції взаємодії хром(III) сульфату з надлишком лугу (йонно-молекулярна форма) та підрахуйте суму коефіцієнтів.  
1. 12;    2. 22;    3. 10;    4. 8.
4. Складіть рівняння реакції окиснення хром(III)-йону в хромат-йон гідроген пероксидом, підрахуйте суму коефіцієнтів.  
1. 10;    2. 12;    3. 13;    4. 15.

##### **Варіант II**

1. Вкажіть катіон четвертої аналітичної групи, який можна відкрити алізарином крапельним методом, використавши аналітичне маскування:
  1. алюміній-катіон;
  2. хром-катіон;
  3. цинк-катіон;
  4. стибій-катіон.
2. Вкажіть катіон четвертої аналітичної групи, який в розчині забарвлений:
  1. алюміній-катіон;
  2. хром-катіон;
  3. цинк-катіон;
  4. стибій-катіон.

3. Складіть рівняння реакції взаємодії алюміній гідроксиду з лугом (йонно-молекулярна форма) і підрахуйте суму коефіцієнтів

1. 4; 2. 6; 3. 5; 4. 8.

4. Складіть рівняння реакції окиснення хром(III)-йона в дихромат-йон йонами перманганату, підрахуйте суму коефіцієнтів

1. 58; 2. 60; 3. 78; 4. 46

### **П'ята аналітична група катіонів**

#### **Варіант I**

1. Вкажіть хімічні властивості гідроксидів, утворених катіонами п'ятої аналітичної групи:

1. амфотерні, розчинні в надлишку лугів;
2. не розчиняються в надлишку лугів;
3. утворюють з розчином амоніаку розчинні у воді аміакати;
4. розчинні у воді.

2. При дії лугів на реакційну суміш, що містить катіони п'ятої аналітичної групи, випадає білий осад при наявності в розчині катіонів:

1. Феруму(II), Мангану(II); 2. Феруму(III), Стануму(III);
3. Стануму(V), Магнію;
4. Бісмуту, Магнію, Стануму(III) і Стануму(V).

3. Запишіть йонно-молекулярне рівняння реакції визначення Ферум(III)-катіону у вигляді „берлінської лазури” та підрахуйте суму коефіцієнтів

1. 15; 2. 5; 3. 8; 4. 10.

4. Вкажіть катіони п'ятої аналітичної групи, солі яких більше гідролізують та відкриваються реакцією гідролізу:

1. Магнію та Мангану; 2. Феруму(II) та Феруму(III);
3. Бісмуту; 4. Стануму і Бісмуту.

#### **Варіант II**

1. Вкажіть катіони п'ятої аналітичної групи, гідроксиди яких швидко окиснюються киснем повітря:

1. Мангану(II); 2. Феруму(II);
3. Мангану(II) і Феруму(II); 4. Стануму(III) і Бісмуту.

2. Запишіть рівняння реакції визначення Манган(II)-катиону плумбум(IV) оксидом в кислому середовищі та підрахуйте суму коефіцієнтів.

1. 19; 2. 9; 3. 15; 4. 21.

3. Запишіть йонно-молекулярне рівняння реакції визначення Ферум(II)-катиона у вигляді турбулевої сині та підрахуйте суму коефіцієнтів

1. 4; 2. 6; 3. 12; 4. 3.

4. Запишіть рівняння реакції гідролізу Стануму(II) хлориду (йонно-молекулярна форма) та підрахуйте суму коефіцієнтів.

1. 5; 2. 8; 3. 10; 4. 11.

### **Шоста аналітична група катіонів**

#### **Варіант I**

1. Вкажіть хімічні властивості гідроксидів, утворених катіонами шостої аналітичної групи катіонів:

1. амфотерні, розчиняються в надлишку лугу;
2. не розчиняються в надлишку лугу;
3. утворюють розчинні аміаки;
4. розчинні у воді.

2. Вкажіть катіони шостої аналітичної групи, які в розчині забарвлені:

1. Меркурію, нікелю, кобальту;
2. Кобальту, нікелю, міді;
3. Міді, меркурію;
4. Кобальту, кадмію.

3. Вкажіть, який із катіонів шостої аналітичної групи присутній в розчині, якщо при дії розчину лугу на реакційну суміш утворився блакитний осад, що чорніє при нагріванні:

1. Купрум-катіон;
2. Кобальт-катіон;
3. Нікель-катіон;
4. Меркурій-катіон.

4. Вкажіть, який із катіонів шостої аналітичної групи присутній в розчині, якщо при дії на реакційну суміш розчину амоніаку утворився синій осад, що розчиняється в надлишку амоніаку та забарвлює реакційну суміш в брудно-жовтий колір:

1. Купрум-катіон;
2. Кобальт-катіон;
3. Нікель-катіон;
4. Кадмій-катіон.

5. Вкажіть, який із катіонів шостої аналітичної групи присутній в розчині, якщо при додаванні дигідроген сульфід утворюється чорний осад, а при взаємодії з калій йодидом

випадає червоно-оранжевий осад, що легко розчиняється в надлишку реактиву:

1. Купрум-катіон;
2. Кадмій-катіон;
3. Нікель-катіон;
4. Меркурій-катіон.

### **Шоста аналітична група катіонів**

#### **Варіант II**

1. При дії концентрованого розчину амоніаку на розчині, що містять катіони шостої аналітичної групи утворюються такі хімічні сполуки:

1. гідроксиди;
2. гідроксосолі – основні солі;
3. комплексні сполуки.

2. Вкажіть катіони шостої аналітичної групи, які в розчині безбарвні:

1. Кобальту, нікелю;
2. Меркурію, нікелю;
3. Меркурію, кадмію;
4. Кобальту, міді.

3. Вкажіть катіон шостої аналітичної групи, який присутній в розчині, якщо при дії концентрованого розчину амоніаку досліджуваний розчин набуває синьо-фіолетового кольору:

1. Купрум-катіон;
2. Кадмій-катіон;
3. Нікель-катіон;
4. Кобальт-катіон.

4. Вкажіть, який із катіонів шостої аналітичної групи присутній в розчині, якщо при дії розчину амоніаку утворюється зелений осад, що розчиняється в надлишку амоніаку і забарвлює розчин в синій колір:

1. Купрум-катіон;
2. Меркурій-катіон;
3. Нікель-катіон;
4. Кобальт-катіон.

5. Вкажіть катіон шостої аналітичної групи, який з дигідроген сульфідом утворює осад жовтого кольору:

1. Купрум-катіон;
2. Кадмій-катіон;
3. Нікель-катіон;
4. Кобальт-катіон.

### **Аніони**

#### **Варіант I**

1. Вкажіть, на скільки аналітичних груп розділяються аніони:

1. 5;
2. 6;
3. 3;
4. 4.

2. Вкажіть аніони, які відносяться до другої аналітичної групи:

1. нітрат, нітрит, ацетат;



2. йодид, бромід, хлорид, сульфід;
  3. сульфат, сульфід, карбонат, фосфат, силікат;
  4. нітрат, хлорид, бромід.
3. Груповим реактивом на аніони першої аналітичної групи є:
1. барій хлорид;
  2. аргентум нітрат в розведений азотний кислоті;
  3. магній хлорид;
  4. немає групового реактиву.
4. Вкажіть сіль, яка нерозчинна в розведений хлоридній кислоті:
1. барій сульфат;    2. барій карбонат;
  3. барій сульфід;    4. барій фосфат.
5. Вкажіть аніон, який не взаємодіє з калій перманганатом в кислому середовищі:
1. Сульфід;    2. Йодид;    3. Бромід;    4. Фосфат.
6. Вкажіть реагент, яким і за яких умов можна визначити карбонат-аніон:
1. калій перманганатом в кислому середовищі;
  2. в кислому середовищі виділити у вигляді карбон(IV) оксиду і пропустити через вапняну воду;
  3. аргентум нітратом в кислому середовищі;
  4. барій хлоридом в кислому середовищі.
7. Вкажіть аналітичний ефект, який спостерігається при визначенні фосфат-аніону аргентум нітратом:
1. випадає білий осад;
  2. випадає жовтий осад;
  3. випадає бурий осад;
  4. реакційна суміш забарвлюється в жовтий колір.
8. Вкажіть аналітичний ефект, який спостерігається при визначенні бромід-аніону аргентум нітратом:
1. випадає білий осад;
  2. випадає світло-жовтий осад;
  3. випадає інтенсивно-жовтий осад;
  4. розчин забарвлюється в жовтий колір.
9. Складіть рівняння окисно-відновної реакції відкриття хлорид-аніону плюмбум(IV) оксидом в кислому середовищі та підрахуйте суму коефіцієнтів
1. 8;    2. 9;    3. 10;    4. 11.

## Варіант II

- I. Вкажіть аніони, які відносяться до першої аналітичної групи:
1. нітрат, нітрит, ацетат;
  2. йодид, бромід, сульфід, хлорид;
  3. сульфат, карбонат, сульфід, фосфат, тетраборат, силікат, тіосульфат;
  4. сульфат, карбонат, нітрат, сульфід.
2. Вкажіть аніони, які відносяться до третьої аналітичної групи:
1. нітрат, хлорид, йодид, нітрит;
  2. сульфат, карбонат, сульфід, сульфід;
  3. нітрат, нітрит, ацетат;
  4. нітрат, нітрит, ацетат, бромід, хлорид, йодид.
3. Перша група аніонів за аналітичною класифікацією характеризується тим, що:
1. осаджується груповим реактивом барій хлоридом;
  2. осаджується груповим реактивом аргентум нітратом в присутності розведеного розчину азотної кислоти;
  3. груповий реактив відсутній.
4. Вкажіть аніони, які не можуть існувати в сильнокислому розчині:
1. сульфат і фосфат;
  2. карбонат і сульфід;
  3. нітрат і силікат;
  4. бромід і йодид.
5. Вкажіть реакцію, за допомогою якої можна відкрити силіцій-аніон:
1. з аргентум нітратом;
  2. з барій хлоридом;
  3. з солями амонію при нагріванні;
  4. з хлоридної кислотою.
6. Вкажіть, яким аналітичним ефектом супроводжується реакція відкриття силіцій-аніону в кислому середовищі при нагріванні:
1. випадає білий кристалічний осад;
  2. випадає білий аморфний осад;
  3. випадає жовтий кристалічний осад;
  4. випадає желеподібний осад.
7. Вкажіть аналітичний ефект, який спостерігається при визначенні фосфат-аніону молібденовою рідиною:
1. випадає жовтий кристалічний осад;
  2. випадає червоний осад;
  3. випадає білий кристалічний осад;

4. розчин забарвлюється в жовтий колір.
8. Вкажіть аналітичні ефекти, які спостерігаються при відкритті хлорид - та сульфід-аніонів аргентум нітратом:
1. випадають відповідно білий і чорний осад;
  2. випадають відповідно чорний і білий осад;
  3. випадають білі осад;
  4. випадають чорні осад.
9. Складіть рівняння окисно-відновної реакції відкриття йодид-аніону манган(IV) оксидом в кислому середовищі та підрахуйте суму коефіцієнтів:
1. 12;    2. 11;    3. 10;    4. 9.

### **Методи кількісного аналізу.**

#### ***Гравіметричний аналіз***

##### **Варіант 2**

- I. Вкажіть методи кількісного аналізу, які відносять до хімічних:
1. газовий аналіз;
  2. гравіметричний аналіз;
  3. титриметричний аналіз;
  4. методи, що вказані в п. 1, 2, 3;
  5. методи, що вказані в п. 2, 3.
- II. Вкажіть закони, які лежать в основі титриметричного аналізу:
1. закон сталості складу;
  2. закон збереження маси;
  3. закон еквівалентів;
  4. закон дії мас;
  5. всі перераховані закони;
  6. закони, що перераховані в п. 1, 2.
- III. Відбір середньої проби проводиться:
1. квартуванням;
  2. довільно;
  3. подрібненням речовини;
  4. змішуванням проб речовини взятих довільно.
- IV. Розрахувати масу наважки кристалогідрату барій хлориду, яку потрібно взяти для визначення в ньому барій-йонів у вигляді барій сульфату:
1. 0,1г;    2. 0,52г;    3. 1-1,5г;    4. довільну.

V. Вкажіть об'єм осаджувача, який рекомендується брати для аналізу:

1. еквівалентний;
2. в надлишку довільно;
3. надлишок в півтора рази;
4. надлишок в три рази.

VI. Отримана в процесі аналізу сполука певного складу, з якою проводять остаточне зважування, є:

1. формою осадження;
2. гравіметричною формою;
3. формою, яку осаджують.

VII. Вкажіть, яка різниця між хімічними формулами осаджуваної та гравіметричної форм осадку, що утворений при осадженні йона алюмінію розчином амоніаку:

1. вони співпадають;
2. вони не співпадають; проходить термічний розклад осадку при отриманні гравіметричної форми осадку.

VIII. Вкажіть, після якого послідовного зважування можна закінчити прожарювання при доведенні тигля з осадом до сталої маси:

1. 10,3639г; 2. 10,3629г; 3. 10,3626г; 4. 10,3626г.

IX. Відносно похибкою досліду називається:

1. різниця між практичним і теоретичним результатами аналізу;
2. різниця між теоретичним і практичним результатами аналізу;
3. відношення абсолютної похибки до практичного результату аналізу, що помножений на 100%;
4. відношення абсолютної похибки до теоретичного значення, що помножене на 100%.

X. Фактор перерахунку при визначенні Феруму в гравіметричному аналізі через гравіметричну форму ферум(III) оксид дорівнює:

1. 1,39; 2. 0,6994; 3. 0,362; 4. 2,78.

### *Загальні положення титриметричного (об'ємного) аналізу*

#### *Варіант 1*

I. Титриметричний метод аналізу заснований на:

1. точному вимірюванні об'ємів реагуючих речовин;

2. точному вимірюванні маси речовин, що вступили в реакцію;

3. точному вимірюванні маси та об'ємів реагуючих речовин.

**II.** Момент титрування, під час якого кількості реагуючих речовин однакові, називається:

1. точкою нейтралізації;
2. кінцевою точкою титрування;
3. точкою еквівалентності;
4. показником титрування.

**III.** Метод титрування, в якому масу наважки розчиняють в довідному об'ємі води, і цілком титрують, називається:

1. метод піпеткування;
2. метод прямого титрування;
3. метод зворотного титрування;
4. метод окремих наважок.

**IV.** Титром розчину називається:

1. маса речовини в грамах, що міститься в  $1 \text{ дм}^3$  розчину;
2. маса речовини в грамах, що міститься в  $1 \text{ см}^3$  розчину;
3. кількість речовини еквівалентів, що міститься в  $1 \text{ дм}^3$  розчину;
4. кількість речовини еквівалентів, що міститься в  $1 \text{ см}^3$  розчинника.

**V.** Речовини, що задовольняють такі умови: є хімічно чистими, відповідають хімічній формулі, стійкі під час зберігання в твердому стані і в розчині, називаються:

1. фіксанали;
2. стандартизованими;
3. вихідними;
4. титрантами.

### ***Загальні положення титриметричного (об'ємного) аналізу*** **Варіант 2**

**I.** Розрахунки в титриметричному аналізі базуються на:

1. законі збереження маси;
2. законі еквівалентів;
3. законі сталості складу;
4. законі об'ємних відношень.

**II.** Метод титрування, при якому масу наважки розчиняють в мірній колбі, доводять до мітки, піпеткою беруть аліквотну частину розчину і титрують, називається:

1. метод піпеткування;
2. метод окремих наважок;
3. метод титрування за надлишком;
4. метод титрування замісника.

III. Спосіб титрування, під час якого до аналізованої речовини А поступово додають надлишок речовини В, залишок речовини В, що не вступив у реакцію, відтитровують робочим розчином С називається:

1. прямим;
2. оберненим титруванням ;
3. титруванням замісника.

IV. Титрований розчин, що приготовлений за точною наважкою вихідної речовини, називається:

1. розчином з приготовленим титром;
2. розчином з установленим титром;
3. розчин, що приготовлений із стандарт-титру;
4. стандартизованим.

V. Маса визначуваної речовини в грамах, яка еквівалентно взаємодіє з  $1\text{ см}^3$  робочого розчину, називається:

1. титром розчину;
2. титром робочого розчину за визначуваною речовиною;
3. молярною концентрацією еквівалента;
4. молярною концентрацією.

### ***Методи кислотно-основного титрування (нейтралізації)***

#### ***Варіант 1***

I. Вкажіть теорії рН-індикаторів:

1. йонна;
2. хромофорна;
3. йонно-хромофорна;
4. відповідь в п. 1, 2, 3;
5. координаційно-йонна, хінофенолятна;
6. відповідь в п. 1–5.

II. Хромофорна теорія ґрунтується на:

1. на зміні забарвлення індикаторів при зміні рН розчинів;
2. на зміні забарвлення індикаторів в результаті таутомерної перебудови молекул індикаторів;

3. на зміні рівноваги йонізації індикаторів під впливом зміни рН розчину;
4. на різному забарвленні йонізованих та молекулярних форм індикаторів;
5. на різному забарвленні таутомерних форм індикаторів;
6. відповідь в п. 2, 5.

**III.** Метод аналізу, в якому робочим розчином є луг, називається:

1. алкаліметрія;
2. ацидиметрія;
3. комплексонометрія;
4. редоксметрія.

**IV.** Приготувати титрований розчин натрій гідроксиду за точною масою наважки не можна, тому що:

1. натрій гідроксид має високу гігроскопічність;
2. в процесі зберігання відбуваються зміни хімічного складу речовин;
3. з повітря поглинається карбон(IV) оксид;
4. відповіді в п. 1, 2, 3.

**V.** Інтервал значень рН, в межах яких проходить зміна забарвлення індикатора, називається:

1. показником індикатора;
2. показником титрування;
3. кінцевою точкою титрування;
4. інтервалом переходу забарвлення індикатора.

**VI.** Вкажіть, в якому випадку при титруванні точка еквівалентності лежить в області  $\text{pH} > 7$ ?

1. при титруванні сильної основи сильною кислотою;
2. при титруванні слабкої основи сильною кислотою;
3. при титруванні слабкої кислоти сильною основою;
4. при титруванні слабкої основи слабкою кислотою.

**VII.** Вкажіть, чи буде відрізнятися забарвлення метилоранжу в двох розчинах, що мають значення рН рівні відповідно 8,5 та 11:

1. будуть відрізнятися;
2. не будуть відрізнятися.

**VIII.** Вкажіть, в яких межах значень рН розчин в присутності фенолфталеїну безбарвний:

1. 0 – 8;
2. 3 – 5;
3. 5 – 10;
4. 8 – 10.

## **Методи кислотно-основного титрування (нейтралізації)**

### **Варіант 2**

- I.** Йонна теорія рН-індикаторів основана на:
1. зміні забарвлення індикаторів при зміні рН розчину;
  2. зміні забарвлення індикаторів в результаті таутомерної перебудови молекул індикаторів;
  3. зміщенні рівноваги йонізації індикаторів під впливом зміни рН розчину;
  4. різному забарвленні йонізованої і молекулярної форм індикаторів;
  5. відповіді в п. 1, 3, 4.
- II.** Йонно-хромофорна теорія індикаторів основана на:
1. зміні забарвлення індикаторів при зміні рН розчину в результаті таутомерної перебудови молекул індикатора;
  2. зміні забарвлення індикаторів внаслідок зміщення рівноваги йонізації індикаторів;
  3. різному забарвленні молекулярної та йонної форм індикаторів;
  4. відповіді в п. 1, 2, 3.
- III.** Метод аналізу, в якому робочим розчином є кислота називається:
1. алкаліметрія;
  2. ацидиметрія;
  3. комплексонометрія;
  4. редоксметрія.
- IV.** За допомогою яких індикаторів фіксується точка еквівалентності за методом кислотно-основного титрування?
1. Адсорбційних індикаторів;
  2. Редокс-індикаторів;
  3. рН-індикаторів;
  4. Індикаторів-реагентів.
- V.** Значення рН, при якому проходить найбільш чітка, візуально помітна зміна забарвлення індикатора, називається:
1. показником індикатора;
  2. показником титрування;
  3. інтервалом переходу забарвлення індикатора;
  4. точкою еквівалентності.
- VI.** Вкажіть, в якому випадку при титруванні точка еквівалентності лежить в області  $\text{pH} < 7$ ?



1. при титруванні сильної основи сильною кислотою;
2. при титруванні слабкої основи сильною кислотою;
3. при титруванні слабкої кислоти сильною основою;
4. при титруванні слабкої основи слабкою кислотою.

**VII.** Вкажіть, забарвлення індикатора фенолфталеїну при значенні  $pH=8,1$ :

1. червоне;
2. фіолетове;
3. синє;
4. безбарвне.

**VIII.** Вкажіть, при якому значенням  $pH$  розчину, метиловий оранжевий забарвлений в жовтий колір, а фенолфталеїн безбарвний:

1. 1.3;    2. 4,2;    3. 5;    4. 11.

### **Методи редоксиметрії (окиснення-відновлення)**

#### **Варіант 1**

**I.** В основі методів редоксиметрії лежать реакції:

1. реакції нейтралізації;
2. реакції осадження;
3. реакції комплексоутворення;
4. реакції окиснення-відновлення.

*Напрямок окисно – відновних процесів*

**II.** Вкажіть формулу, яка використовується для обчислення ЕРС:

1.  $ЕРС = E_{\text{окисн}} - E_{\text{відн}}$ ;
2.  $ЕРС = E_{\text{відн}} - E_{\text{окисн}}$ ;
3.  $ЕРС = E^0 + 0,058/p \cdot \lg (c_{\text{окисн}}/c_{\text{відн}})$ .

**III.** За значенням стандартних редокс-потенціалів визначити, які йони окиснюються водним розчином йоду:

1. Сульфід-йони;
2. Хром(III)-йони;
3. Бромід-йони;
4. Арсеніт-йони.

**IV.** Вкажіть окисно-відновну пару, на потенціал якої впливає  $pH$  середовища:

1.  $I_2/I^{1-}$ ;
2.  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$ ;
3.  $Cr_2O_7^{2-}/2Cr^{3+}$ ;
4.  $Ce^{4+}/Ce^{2+}$

*Перманганатометричне титрування*

**V.** Розчин калій перманганату за точною наважкою не можна приготувати, тому що:

1. він може бути забруднений манган(IV) оксидом;
2. дистильована вода містить залишки неорганічних сполук – відновників;
3. дистильована вода містить залишки органічних сполук – відновників;
4. мають місце всі названі причини.

**VI.** Окиснювальна здатність калій перманганату більша в:

1. нейтральному середовищі;
2. слабо кислому середовищі;
3. кислому середовищі;
4. лужному середовищі.

**VII.** Напишіть молекулярне рівняння реакції встановлення титру калій перманганату за оксалатною кислотою і підрахуйте суму коефіцієнтів.

1. 31;
2. 36;
3. 21;
4. 41.

**VIII.** Вкажіть вираз, за яким обраховується молярна маса речовини еквівалента калій перманганату в кислому середовищі:

1.  $M/1$ ;
2.  $M/5$ ;
3.  $M/3$ ;
4.  $M/7$ .

**IX.** Розрахувати, чому дорівнює молярна концентрація еквівалента розчину калій перманганату, якщо на титрування наважки натрій оксалату масою 0,1256 г в кислому середовищі витрачено  $22,1 \text{ см}^3$  розчину калій перманганату?

1.  $0,09677 \text{ моль/дм}^3$ ;
2.  $0,08480 \text{ моль/дм}^3$ ;
3.  $0,04240 \text{ моль/дм}^3$ ;
4.  $0,1696 \text{ моль/дм}^3$ .

*Йодомеричне титрування*

**X.** Вкажіть, які окисно-відновні властивості проявляє пара  $\text{I}_2/2\text{I}^-$ :

1. відновні;
2. окисні;
3. може бути як окисником так і відновником.

**XI.** При встановленні титру та молярної концентрації еквівалента натрій тіосульфату за калій дихроматом застосовують спосіб титрування:

1. титрування замісника;
2. прямого титрування;
3. зворотного титрування.

**ХІІ.** Запишіть рівняння реакції між йодом і натрій тіосульфатом, знайдіть суму коефіцієнтів (форма молекулярна).

1. 6; 2. 4; 3. 5; 4. 12.

**ХІІІ.** Молярна маса еквівалента Купруму при йодометричному її визначенні дорівнює:

1. 36,76; 2. 18,38; 3. 63,45; 4. 127,08.

**Методи редоксметрії (окиснення-відновлення)**

**Варіант 2**

**I.** Вкажіть, як обчислюється молярна маса еквівалента речовини в реакціях окиснення-відновлення:

1. молярна маса речовини ділиться на число йонів гідрогену, що беруть участь в реакції;
2. молярна маса речовини ділиться на число йонів гідроксиду, що беруть участь в реакції;
3. молярна маса речовини ділиться на добуток ступеня окиснення металу на число атомів металу;
4. молярна маса речовини ділиться на число електронів, що беруть участь в реакції.

*Напрямок окисно – відновних процесів*

**II.** Вкажіть, при якому значенні ЕРС протікає окисно-відновний процес:

1.  $E_{PC}=0$ ; 2.  $E_{PC}>0$ ; 3.  $E_{PC}<0$ ; 4.  $E_{PC}=1$

**III.** Користуючись таблицею стандартних редокс-потенціалів визначити йони, які окиснюються водним розчином йоду:

1. Аурум(I)-йон;
2. Ферум(II)-йон;
3. бромід-йон;
4. Хром(III) -йон.

**IV.** Вкажіть, для якої окисно-відновної пари окисний потенціал не залежить від рН розчину:

1.  $S_2O_8^{2-}/2SO_4^{2-}$ ; 2.  $MnO_4^{1-}/Mn^{2+}$ ;
3.  $Cr_2O_7^{2-}/2Cr^{3+}$ .

*Перманганатометричне титрування*

**V.** В якості робочого в перманганатометрії застосовують розчин:

1. сульфатної кислоти; 2. натрій оксалату;
3. калій перманганату; 4. оксалатної кислоти.

**VI.** Точка еквівалентності в перманганометрії встановлюється:

1. за допомогою редокс-індикатора дифеніламіну;
2. за зміною забарвлення реакційної суміші при додаванні зайвої краплі робочого розчину;
3. за допомогою рН-індикаторів;
4. за допомогою специфічного індикатора адсорбційної дії – крохмалю.

**VII.** Запишіть рівняння реакції перманганометричного визначення вмісту феруму(II) в розчині, підрахуйте суму коефіцієнтів (форма молекулярна).

1. 25; 2. 46; 3. 28; 4. 36.

**VIII.** Молярна маса еквівалента Феруму при перманганометричному визначенні дорівнює:

1. M/2; 2. M/1; 3. M/5; 4. M/3.

**IX.** Розрахувати молярну концентрацію еквівалента розчину калій перманганату, якщо на титрування 20,00 см<sup>3</sup> розчину оксалатної кислоти масою 5,16г в 400 см<sup>3</sup> розчину, витрачено 22,50 см<sup>3</sup> розчину калій перманганату.

1. 0,364моль/л; 2. 0,182моль/л;
3. 0,091моль/л; 4. 0,073моль/л.

*Йодометричне титрування*

**X.** Чи є крохмаль, що застосовується в перманганометрії, окисно-відновним індикатором?

1. Так; 2. Ні.

**XI.** Розчин натрій тіосульфату не можна приготувати за точною масою наважки, тому що:

1. натрій тіосульфат на повітрі хімічно не стійкий;
2. у водних розчинах натрій тіосульфат розкладається карбон(IV) оксидом та киснем повітря;
3. відповідь в п. 1, 2.

**XII.** Молярна маса еквіваленту йоду в реакції з натрій тіосульфатом дорівнює:

1. 36,76; 2. 18,38; 3. 63,45; 4. 127,08..

**XIII.** Напишіть рівняння реакції взаємодії купрум сульфату з калій йодидом, знайдіть суму коефіцієнтів (форма молекулярна).

1. 12; 2. 11; 3. 9; 4. 6.

## **Методи комплексонометрії**

### **Варіант 1**

I. Вкажіть, в якому співвідношенні взаємодіють катіони металів з ЕДТА:

1. в залежності від заряду катіонів;
2. незалежно від заряду катіону і завжди протікає у відношенні 1:1;
3. в залежності від радіусу катіону;
4. в залежності від заряду і радіусу катіону.

II. Вкажіть групу атомів ЕДТА, яка утворює з йонами металу, що визначають, головний (йонний) зв'язок:

1. – COOH;
2. – N =;
3. – COONa;
4. – CH<sub>2</sub> –;
5. відповідь в п. 1, 3;
6. відповідь в п. 2, 4.

III. Вкажіть аналітичний ефект, який спостерігається в точці еквівалентності при титруванні ЕДТА з індикатором хромогеном чорним:

1. синє забарвлення розчину;
2. червоне забарвлення розчину;
3. осад синього кольору;
4. осад червоного кольору.

IV. Твердість води обумовлена катіонами:

1. Кальцію та Натрію;
2. Магнію і Натрію;
3. Натрію і Калію;
4. Кальцію і Магнію.

V. Молярна маса еквівалента Алюмінію при титруванні з ЕДТА дорівнює:

1. 26,98г/моль;
2. 53,96г/моль;
3. 13,49г/моль;
4. 6,74г/моль.

## **Методи комплексонометрії**

### **Варіант 2**

I. Метод оснований на реакціях, при яких визначувані йони утворюють комплексні сполуки з деякими органічними реагентами, це:

1. комплексонометрія;
2. метод осадження;
3. редоксметрія;
4. гравіметрія.

II. Вкажіть групу атомів ЕДТА, яка утворює з йонами визначуваного металу координаційний зв'язок:

1. – COOH;
2. – N =;
3. – COONa;
4. – CH<sub>2</sub> –;

**III.** Вкажіть середовище, в якому проводиться комплексонометричне титрування катіонів металу ЕДТА:

1. лужне;    2. в присутності амоніачного буферу;
3. нейтральне;    4. кисле.

**IV.** Твердість води в Україні вимірюється в:

1. градусах;    2. ммоль/дм<sup>3</sup>;    3. масових частках;
4. відповідь в п. 1, 2;    5. відповідь в п. 1, 3.

**V.** Молярна маса еквіваленту магній-катіону при титруванні з ЕДТА дорівнює:

1. 12,16 г/моль;    2. 24,32 г/моль;
3. 6,08 г/моль;    4. 48,62 г/моль.

## Варіанти контрольної роботи № 1

### Варіант № 1.

1. Обчислити йонну силу в 0,02 М розчині NaOH.
2. Обчислити активність кожного йону в 0,01 М розчині  $\text{NaNO}_3$  (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,90).
3. Чи утворюється осад, якщо до 0,02 М розчину аргентум нітрату  $\text{AgNO}_3$  додати рівний об'єм 0,02М розчину калій броміду KBr? Назвати речовину осаду.  $\text{DP}_{(\text{AgBr})} = 5,5 \cdot 10^{-13}$ .
4. Вказати аналітичну групу  $\text{K}^+$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та навести загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.
5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{SO}_4^{2-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).
6. Є суміш двох катіонів  $\text{K}^{1+}$  і  $\text{Ag}^{1+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння хімічних реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).
7. Є суміш двох аніонів:  $\text{SO}_4^{2-}$  та  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук

*(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

8. Є суха речовина KCl. Запропонувати схему аналізу цієї речовини (визначення катіону та аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

9. Провести якісний аналіз металу: натрій. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

### **Варіант № 2.**

1. Обчислити йонну силу в 0,02 М розчині  $\text{NaNO}_3$ .

2. Обчислити активність кожного йону в 0,01 М розчині  $\text{NaSCN}$  (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,90).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину натрій ацетату  $\text{CH}_3\text{COONa}$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину аргентум нітрату  $\text{AgNO}_3$ . Назвати речовину осаду.  $\text{DP}_{(\text{CH}_3\text{COOAg})} = 4,0 \cdot 10^{-3}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $\text{Na}^{1+}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізуватися)*. Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних



сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $S^{2-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $Na^{+}$  і  $Ag^{+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $SO_3^{2-}$  і  $NO_3^{1-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

8. Є суха речовина  $NiCl_2$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону та аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

9. Провести якісний аналіз металу: калію. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

### Варіант № 3.

1. Обчислити йонну силу в 0,02 М розчині  $\text{NaNO}_2$ .  
2. Обчислити активність кожного йону в 0,0002 М розчині KI (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,98).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,01 М розчину барій хлориду  $\text{BaCl}_2$  додати рівний об'єм 0,01 М розчину натрій карбонату  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ? Назвати речовину осаду.  $\text{ДР}_{(\text{BaCO}_3)} = 5,1 \cdot 10^{-9}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $\text{NH}_4^{1+}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{K}^{1+}$  і  $\text{Hg}_2^{2+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{PO}_4^{3-}$  і  $\text{I}^{1-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук

*(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

8. Є суха речовина  $\text{MgCl}_2$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону та аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

9. Провести якісний аналіз металу: магній. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

#### **Варіант № 4.**

1. Обчислити йонну силу в 0,02 М розчині  $\text{NaSCN}$ .

2. Обчислити активність кожного йону в 0,0002 М розчині  $\text{KClO}_3$  (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,98).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,01 М розчину барій нітрату  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  додати рівний об'єм 0,01 М розчину натрій оксалату  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ? Назвати речовину осаду.  $\text{DP}_{(\text{BaC}_2\text{O}_4)} = 1,1 \cdot 10^{-7}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $\text{Ag}^{1+}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).* Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних

сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{SO}_3^{2-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{Na}^+$  і  $\text{Hg}_2^{2+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{CO}_3^{2-}$  і  $\text{Br}^-$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізуватися*).

8. Є суха речовина KI. Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону і аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

9. Провести якісний аналіз металу: алюмінію. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

### Варіант № 5.

1. Обчислити йонну силу в 0,02 М розчині КОН.  
2. Обчислити активність кожного йону в 0,0002 М розчині  $\text{KBrO}_3$  (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,98).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину кальцій хлориду  $\text{CaCl}_2$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину динатрій тартрату  $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ? Назвати речовину осадку.  
 $\text{ДР}_{(\text{CaC}_4\text{H}_4\text{O}_6)} = 3,8 \cdot 10^{-9}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $\text{Hg}_2^{2+}$ -катиону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катиону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{I}^-$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{K}^{1+}$  і  $\text{Pb}^{2+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{SiO}_3^{2-}$  і  $\text{S}^{2-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають.

Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

8. Є суха речовина  $\text{NiSO}_4$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону і аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

9. Провести якісний аналіз металу: кальцію. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

#### **Варіант № 6.**

1. Обчислити йонну силу в 0,02 М розчині KSCN.

2. Обчислити активність кожного йону в 0,0005 М розчині  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,97).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину нікол(II) хлориду  $\text{NiCl}_2$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину калій карбонату  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ? Назвати речовину осаду. ( $\text{ДР}_{(\text{NiCO}_3)} = 1,3 \cdot 10^{-7}$ ).

4. Вказати аналітичну групу  $\text{Pb}^{2+}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних

сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{Br}^{1-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{K}^+$  і  $\text{Ba}^{2+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{SO}_4^{2-}$  і  $\text{NO}_3^{1-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

8. Є суха речовина  $\text{MgBr}_2$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону і аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

9. Провести якісний аналіз металу: хрому. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

**Варіант № 7.**

1. Обчислити йонну силу в 0,02 М розчині  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ .  
2. Обчислити активність кожного йону в 0,0005 М розчині  $\text{NaClO}_4$  (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,97).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину талій(I) нітрату  $\text{TlNO}_3$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину натрій триоксованадату(V)  $\text{NaVO}_3$ ? Назвати речовину осаду.

$$D_{\text{P}(\text{TlVO}_3)} = 5,5 \cdot 10^{-9}.$$

4. Вказати аналітичну групу  $\text{Ca}^{2+}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{PO}_4^{3-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{Na}^{1+}$  і  $\text{Pb}^{2+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{S}^{2-}$  і  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук



(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).

8. Є суха речовина  $K_2S$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону і аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).

9. Провести якісний аналіз металу: мангану. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).

#### **Варіант № 8.**

1. Обчислити йонну силу в 0,02 М розчині  $NH_4Cl$ .

2. Обчислити активність кожного йону в 0,0005 М розчині  $NH_4ClO_4$  (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,97).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,01 М розчину стронцій хлориду  $SrCl_2$  додати рівний об'єм 0,01 М розчину натрій карбонату  $Na_2CO_3$ ? Назвати речовину осаду.  $DP_{(SrCO_3)} = 1,1 \cdot 10^{-10}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $Sr^{2+}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних

сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{Cl}^{-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{NH}_4^{1+}$  і  $\text{Ag}^{1+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{PO}_4^{3-}$  і  $\text{S}^{2-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

8. Є суха речовина  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону і аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

9. Провести якісний аналіз металу: заліза. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

### Варіант № 9.

1. Обчислити йонну силу в 0,02 М розчині HBr.  
2. Обчислити активність кожного йону в 0,0005 М розчині  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,96).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину цинк нітрату  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину діамоній сульфід ( $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ? Назвати речовину осаду.  $\text{DP}_{(\text{ZnS})} = 2,5 \cdot 10^{-22}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $\text{Ba}^{2+}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{CO}_3^{2-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{NH}_4^{1+}$  і  $\text{Hg}_2^{2+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{CO}_3^{2-}$  і  $\text{Cl}^{1-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах,*

лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).

8. Є суха речовина  $\text{CH}_3\text{COOK}$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону і аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).

9. Провести якісний аналіз металу: кобальту. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).

#### **Варіант № 10.**

1. Обчислити йонну силу в 0,02 М розчині  $\text{HCl}$ .

2. Обчислити активність кожного йону в 0,001 М розчині  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  (коефіцієнт активності однозарядного йону дорівнює 0,96).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину аргентум нітрату  $\text{AgNO}_3$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину натрій хлориду  $\text{NaCl}$ ? Назвати речовину осаду.  $\text{DP}_{(\text{AgCl})} = 1,78 \cdot 10^{-10}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $\text{Al}^{3+}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізуватися). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{NO}_3^{1-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{NH}_4^{1+}$  і  $\text{Pb}^{2+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{SiO}_3^{2-}$  і  $\text{I}^{1-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

8. Є суха речовина  $\text{HgSO}_4$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону і аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

9. Провести якісний аналіз металу: нікелю. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

### **Варіант № 11.**

1. Обчислити йонну силу в 0,02 М розчині  $\text{NH}_4\text{Br}$ .

2. Обчислити активність кожного йону в 0,001 М розчині  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (коефіцієнт активності однозарядного йону дорівнює 0,96).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину барій хлориду  $\text{BaCl}_2$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину калій хромату(VI)  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ? Назвати речовину осаду.  $\text{ДР}(\text{BaCrO}_4) = 1,2 \cdot 10^{-10}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $\text{Cr}^{3+}$ -катиону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катиону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{SiO}_3^{2-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{Na}^{1+}$  і  $\text{NH}_4^{1+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{SO}_4^{2-}$  і  $\text{NO}_2^{1-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах,*

лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).

8. Є суха речовина  $\text{MgSO}_4$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону і аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).

9. Провести якісний аналіз металу: міді. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).

### **Варіант № 12.**

1. Обчислити йонну силу в 0,02 М розчині  $\text{HI}$ .

2. Обчислити активність кожного йону в 0,001 М розчині  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (коефіцієнт активності однозарядного йону дорівнює 0,96).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину кальцій дихлориду  $\text{CaCl}_2$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину діамоній оксалату  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ? Назвати речовину осаду. ( $\text{ДР}(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 2,3 \cdot 10^{-5}$ ).

4. Вказати аналітичну групу  $\text{Zn}^{2+}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних

сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{NO}_2^{1-}$ -аніона. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{K}^+$  і  $\text{Ca}^{2+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{SO}_3^{2-}$  і  $\text{I}^-$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

8. Є суха речовина  $\text{K}_2\text{SO}_3$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону і аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

9. Провести якісний аналіз металу: цинк. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).



### Варіант № 13.

1. Обчислити йонну силу в 0,0025 М розчині LiOH.
2. Обчислити активність кожного йону в 0,002 М розчині  $\text{LiNO}_3$  (коефіцієнт активності однозарядного йону дорівнює 0,95).
3. Чи утворюється осад, якщо до 0,02 М розчину талії(I) нітрату  $\text{TlNO}_3$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину калій тіоціанату KSCN? Назвати речовину осаду.  $\text{ДР}(\text{TlSCN}) = 1,7 \cdot 10^{-4}$ .
4. Вказати аналітичну групу  $\text{Sn}^{2+}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.
5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{SO}_4^{2-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).
6. Є суміш двох катіонів  $\text{K}^{1+}$  і  $\text{Sr}^{2+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).
7. Є суміш двох аніонів:  $\text{CO}_3^{2-}$  і  $\text{Br}^{1-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук

*(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

8. Є суха речовина  $\text{CoCl}_2$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону і аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

9. Провести якісний аналіз металу арсен. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

#### **Варіант № 14.**

1. Обчислити йонну силу в 0,0025 М розчині  $\text{HIO}_3$ .

2. Обчислити активність кожного йону в 0,0025 М розчині  $\text{CsClO}_4$  (коефіцієнт активності однозарядного йону дорівнює 0,95).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину цинк хлориду  $\text{ZnCl}_2$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину діамоній оксалату  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Назвати речовину осаду.  $\text{ДР}(\text{ZnC}_2\text{O}_4) = 2,8 \cdot 10^{-8}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $\text{Sn(IV)}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).* Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних

сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $S^{2-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $Na^{+}$  і  $Ba^{2+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $S^{2-}$  і  $NO_3^{-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

8. Є суха речовина NaBr. Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону та аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

9. Провести якісний аналіз металу: стронцій. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

#### **Варіант № 15.**

1. Обчислити йонну силу в 0,0025 М розчині  $LiNO_3$ .

2. Обчислити активність кожного йону в 0,0025 М розчині  $\text{KMnO}_4$  (коефіцієнт активності однозарядного йону дорівнює 0,95).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину станум(II) хлориду  $\text{SnCl}_2$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину діамоній сульфід ( $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ? Назвати речовину осаду.  $\text{ДР}(\text{SnS}) = 2,5 \cdot 10^{-27}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $\text{As}^{3+}$ -катиону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катиону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{Na}^{1+}$  і  $\text{Ca}^{2+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{S}^{2-}$  і  $\text{NO}_2^{1-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах,*

лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).

8. Є суха речовина  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону і аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).

9. Провести якісний аналіз металу: срібло. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).

### **Варіант № 16.**

1. Обчислити йонну силу в 0,0025 М розчині KCl.

2. Обчислити активність кожного йону в 0,005 М розчині  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (коефіцієнт активності однозарядного йону дорівнює 0,93).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину нікол(II) нітрату  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину діамоній оксалату  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ? Назвати речовину осаду.  $\text{ДР}(\text{NiC}_2\text{O}_4) = 4,0 \cdot 10^{-10}$ .

4. Вказати аналітичну групу As(V)-катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних

сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{SO}_3^{2-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{Na}^{1+}$  і  $\text{Sr}^{2+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$  і  $\text{I}^{1-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

8. Є суха речовина  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону і аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

9. Провести якісний аналіз металу: олово (цина). Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

### Варіант № 17

1. Обчислити йонну силу в 0,0025 М розчині LiI.  
2. Обчислити активність кожного йону в 0,005 М розчині  $\text{NaIO}_3$  (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,93).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину аргентум нітрату  $\text{AgNO}_3$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину KI? Назвати речовину осаду.  $\text{DP}(\text{AgI}) = 8,3 \cdot 10^{-17}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $\text{Fe}^{2+}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{I}^-$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{NH}_4^{1+}$  і  $\text{Ca}^{2+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{PO}_4^{3-}$  і  $\text{Cl}^{1-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах,*

лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).

8. Є суха речовина NaI. Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону і аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).

9. Провести якісний аналіз металу: стибій. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).

### **Варіант № 18.**

1. Обчислити йонну силу в 0,0025 М розчині  $\text{KClO}_3$ .

2. Обчислити активність кожного йону в 0,005 М розчині  $\text{NH}_4\text{F}$  (коефіцієнт активності однозарядного йону дорівнює 0,93).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину барій хлориду  $\text{BaCl}_2$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину натрій сульфату(IV)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ? Назвати речовину осаду.  $\text{ДР}(\text{BaSO}_3) = 8,0 \cdot 10^{-3}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $\text{Fe}^{3+}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних



сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{Br}^{-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{NH}_4^{+}$  і  $\text{Sr}^{2+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{S}^{2-}$  і  $\text{Cl}^{-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

8. Є суха речовина  $\text{CoSO}_4$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону і аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

9. Провести якісний аналіз металу: барій. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

### Варіант № 19.

1. Обчислити йонну силу в 0,0025 М розчині LiF.  
2. Обчислити активність кожного йону в 0,005 М розчині  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (коефіцієнт активності однозарядного йону дорівнює 0,93).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину кальцій нітрату  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину калій сульфату(IV)  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ? Назвати речовину осаду.  $\text{ДР}(\text{CaSO}_3) = 7,1 \cdot 10^{-7}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $\text{Mg}^{2+}$ -катиону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катиону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{PO}_4^{3-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{NH}_4^{1+}$  і  $\text{Ba}^{2+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{NO}_2^{1-}$  і  $\text{Cl}^{1-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук

*(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

8. Є суха речовина  $MgI_2$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону та аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

9. Провести якісний аналіз металу: ртуть. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

### **Варіант № 20**

1. Обчислити йонну силу в 0,0025 М розчині  $KClO_4$ .

2. Обчислити активність кожного йону в 0,01 М розчині  $NH_4Cl$  (коефіцієнт активності однозарядного йону дорівнює 0,90).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину манган(II) сульфату  $MnSO_4$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину діамоній оксалату  $(NH_4)_2C_2O_4$ ? Назвати речовину осаду.

$DP(MnC_2O_4) = 5,0 \cdot 10^{-12}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $Mn^{2+}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).* Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних

сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{Cl}^-$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{K}^+$  і  $\text{Cr}^{3+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{I}^-$  і  $\text{Cl}^-$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

8. Є суха речовина  $\text{Na}_2\text{S}$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону та аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

9. Провести якісний аналіз металу: свинець (оливо). Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

### Варіант № 21.

1. Обчислити йонну силу в 0,0025 М розчині LiCl.
2. Обчислити активність кожного йону в 0,0005 М розчині  $\text{NH}_4\text{SCN}$  (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,97).
3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину ферум(II) хлориду  $\text{FeCl}_2$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину діамоній сульфід ( $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ? Назвати речовину осаду. ( $\text{ДР}(\text{FeS})=5,0 \cdot 10^{-18}$ ).
4. Вказати аналітичну групу  $\text{Bi}^{3+}$ -катиону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катиону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.
5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{CO}_3^{2-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).
6. Є суміш двох катіонів  $\text{K}^{1+}$  і  $\text{Zn}^{2+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).
7. Є суміш двох аніонів:  $\text{SO}_4^{2-}$  і  $\text{Cl}^{1-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук

*(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

8. Є суха речовина  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону та аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

9. Провести якісний аналіз металу: бісмут. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

### **Варіант № 22.**

1. Обчислити йонну силу в 0,0025 М розчині KF.

2. Обчислити активність кожного йону в 0,0002 М розчині  $\text{KMnO}_4$  (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,98).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину купрум(II) нітрату  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину калій хромату(VI)  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ? Назвати речовину осаду.  $\text{ДР}(\text{CuCrO}_4) = 3,6 \cdot 10^{-6}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $\text{Sb}^{3+}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).* Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних

сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{NO}_3^{1-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{K}^{1+}$  і  $\text{Sn}^{2+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{SO}_4^{2-}$  і  $\text{I}^{1-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

8. Є суха речовина  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону і аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

9. Провести якісний аналіз металу: натрій. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

### Варіант № 23.

1. Обчислити йонну силу в 0,0025 М розчині LiBr.
2. Обчислити активність кожного йону в 0,002 М розчині  $\text{NH}_4\text{Br}$  (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,95).
3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину кадмій сульфату  $\text{CdSO}_4$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину калій карбонату  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ? Назвати речовину осаду.  $\text{ДР}(\text{CdCO}_3)=1,0 \cdot 10^{-10}$ .
4. Вказати аналітичну групу  $\text{Sb(V)}$ -катиону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катиону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізуватися*). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.
5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{SiO}_3^{2-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).
6. Є суміш двох катіонів  $\text{K}^{1+}$  і  $\text{Sn(IV)}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).
7. Є суміш двох аніонів:  $\text{Cl}^{1-}$  і  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук



*(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

8. Є суха речовина  $\text{Na}_2\text{S}$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону та аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

9. Провести якісний аналіз металу: калій. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

#### **Варіант № 24.**

1. Обчислити йонну силу в 0,0025 М розчині KI.

2. Обчислити активність кожного йону в 0,01 М розчині  $\text{HIO}_3$  (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,90).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину аргентум нітрату  $\text{AgNO}_3$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину калій тетраоксоманганату  $\text{KMnO}_4$ ? Назвати речовину осаду.  $\text{ДР AgMnO}_4 = 1,6 \cdot 10^{-3}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $\text{Cu}^{2+}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).* Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних

сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{NO}_2^{1-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{K}^{1+}$  і  $\text{As}^{3+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{PO}_4^{3-}$  і  $\text{I}^{1-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

8. Є суха речовина  $\text{CdCl}_2$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону та аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

9. Провести якісний аналіз металу: магній. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

**Варіант № 25.**

1. Обчислити йонну силу в 0,0025 М розчині  $\text{KBrO}_3$ .
2. Обчислити активність кожного йону в 0,001 М розчині  $\text{KClO}_3$  (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,90).
3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину барій нітрату  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину калій сульфату  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ? Назвати речовину осаду.  $\text{ДР}(\text{BaSO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-10}$ .
4. Вказати аналітичну групу  $\text{Cd}^{2+}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.
5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{SO}_4^{2-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).
6. Є суміш двох катіонів  $\text{K}^{1+}$  і  $\text{As(V)}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).
7. Є суміш двох аніонів:  $\text{SiO}_3^{2-}$  і  $\text{CO}_3^{2-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук

*(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

8. Є суха речовина  $MnCl_2$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону та аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

9. Провести якісний аналіз металу: алюміній. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).*

### **Варіант № 26.**

1. Обчислити йонну силу в 0,02 М розчині NaOH.

2. Обчислити активність кожного йону в 0,0002 М розчині CsCl (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,98).

3. Чи утворюється осад, якщо до 0,02 М розчину аргентум нітрату  $AgNO_3$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину калій броміду KBr? Назвати речовину осаду.  $DP(KBr) = 5,5 \cdot 10^{-13}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $K^{1+}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук *(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).* Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних

сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{SO}_4^{2-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{K}^+$  і  $\text{Ag}^+$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{SO}_4^{2-}$  і  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

8. Є суха речовина  $\text{KCl}$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону та аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

9. Провести якісний аналіз металу: натрій. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

### Варіант № 27.

1. Обчислити йонну силу в 0,02 М розчині  $\text{NaNO}_3$ .  
2. Обчислити активність кожного йону в 0,0005 М розчині  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$  (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,98).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину натрій ацетату  $\text{CH}_3\text{COOH}$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину аргентум нітрату  $\text{AgNO}_3$ . Назвати речовину осаду.  $\text{DP}(\text{CH}_3\text{COOAg}) = 4,0 \cdot 10^{-3}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $\text{Na}^{1+}$ -катиону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катиону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{S}^{2-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{Na}^{1+}$  і  $\text{Ag}^{1+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{SO}_3^{2-}$  і  $\text{NO}_3^{1-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають.

Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізуватися*).

8. Є суха речовина  $\text{NiCl}_2$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону та аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

9. Провести якісний аналіз металу: калію. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

### **Варіант № 28.**

1. Обчислити йонну силу в 0,02 М розчині  $\text{NaNO}_2$ .

2. Обчислити активність кожного йону в 0,001 М розчині  $\text{NaSCN}$  (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,96).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,01 М розчину барій хлориду  $\text{BaCl}_2$  додати рівний об'єм 0,01 М розчину натрій карбонату  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ? Назвати речовину осаду.  $\text{ДР}(\text{BaCO}_3) = 5,1 \cdot 10^{-9}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $\text{NH}_4^{1+}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних

сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{CH}_3\text{COO}^{1-}$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{K}^{1+}$  і  $\text{Hg}_2^{2+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{PO}_4^{3-}$  і  $\text{I}^{1-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

8. Є суха речовина  $\text{MgCl}_2$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону та аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

9. Провести якісний аналіз металу: магнію. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).



### Варіант № 29.

1. Обчислити йонну силу в 0,02 М розчині NaSCN.
2. Обчислити активність кожного йону в 0,002 М розчині KBrO<sub>3</sub> (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,95).
3. Чи утвориться осад, якщо до 0,01 М розчину барій динітрату Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> додати рівний об'єм 0,01 М розчину натрій оксалату Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>? Назвати речовину осаду.  $DP(BaC_2O_4) = 1,1 \cdot 10^{-7}$ .
4. Вказати аналітичну групу Ag<sup>1+</sup>-катиону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катиону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.
5. Написати рівняння характерних реакцій SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>-аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).
6. Є суміш двох катіонів Na<sup>1+</sup> і Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup>. Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).
7. Є суміш двох аніонів: CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> і Br<sup>1-</sup>. Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук

(агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).

8. Є суха речовина KI. Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону та аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).

9. Провести якісний аналіз металу: алюмінію. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати).

### **Варіант № 30.**

1. Обчислити йонну силу в 0,02 М розчині КОН.

2. Обчислити активність кожного йону в 0,0025 М розчині  $\text{NH}_4\text{Br}$  (коефіцієнт активності однозарядного йона дорівнює 0,95).

3. Чи утвориться осад, якщо до 0,02 М розчину кальцій хлориду  $\text{CaCl}_2$  додати рівний об'єм 0,02 М розчину натрій тартрату  $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ? Назвати речовину осаду.  $\text{ДР}(\text{CaC}_4\text{H}_4\text{O}_6) = 3,8 \cdot 10^{-9}$ .

4. Вказати аналітичну групу  $\text{Hg}_2^{2+}$ -катіону за кислотно-основною системою класифікації катіонів, груповий реагент та загальну характеристику аналітичної групи. Написати рівняння характерних реакцій катіону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати). Написати формули всіх відомих розчинних і нерозчинних у воді сполук, до складу яких входить вказаний катіон, та назвати ці сполуки. Вказати класи неорганічних

сполук, до яких належать речовини, формули яких Ви написали.

5. Написати рівняння характерних реакцій  $\text{I}^-$ -аніону. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

6. Є суміш двох катіонів  $\text{K}^+$  і  $\text{Pb}^{2+}$ . Запропонувати схему розділення цих катіонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

7. Є суміш двох аніонів:  $\text{SiO}_3^{2-}$  і  $\text{S}^{2-}$ . Запропонувати схему розділення цих аніонів, написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

8. Є суха речовина  $\text{NiSO}_4$ . Запропонувати схему розділення цієї речовини (визначення катіону і аніону), написати рівняння реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

9. Провести якісний аналіз металу: кальцію. Описати властивості кислоти чи основи як розчинника. Написати рівняння реакцій, вказати умови, ознаки, тип реакцій, йони, що заважають. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (*агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, силу електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність гідролізувати*).

## Варіанти контрольної роботи № 2

### Варіант 1

1. Обчислити наважку технічної кристалічної соди  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  для визначення в ній кристалізаційної води.

В.: 0,16 г.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають Плюмбум, а гравіметричною формою є плюмбум сульфат  $\text{PbSO}_4$ .

В.: 0,6831.

3. На титрування  $20,00 \text{ см}^3$  розчину натрій гідроксиду  $\text{NaOH}$  витрачено  $25,00 \text{ см}^3$   $0,1000M$  розчину хлоридної кислоти. Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента натрій гідроксиду в розчині.

В.:  $0,1250 \text{ моль/дм}^3$ .

4. Знайти молярну концентрацію речовини натрій гідроксиду  $\text{NaOH}$  у розчині об'ємом  $0,250 \text{ дм}^3$ , в якому міститься речовина масою 4г.

В:  $0,4 \text{ моль/дм}^3$ .

5. Яку наважку калій манганату(VII) необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $0,5 \text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,1 \text{ моль/дм}^3$ , якщо робочий розчин калій манганату(VII) використовують для титрування в кислому середовищі?

В: 1,5805 г

### Варіант 2

1. Обчислити наважку речовини  $\text{BeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  для визначення в ній кристалізаційної води.

В: 0,68 г.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають Сульфур, а гравіметричною формою є барій сульфат  $\text{BaSO}_4$ .

В.: 0,1374.

3. На титрування  $20,00 \text{ см}^3$  розчину натрій гідроксиду  $\text{NaOH}$  витрачено  $25,00 \text{ см}^3$   $0,1000M$  розчину сульфатної кислоти ( $f_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{SO}_4)=\frac{1}{2}$ ). Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента натрій гідроксиду в розчині.

В.:  $0,1250 \text{ моль/дм}^3$ .

4. Знайти молярну концентрацію речовини дигідроген тетраоксосульфату  $\text{H}_2\text{SO}_4$  у розчині об'ємом  $0,50\text{дм}^3$ , в якому міститься речовина масою 9,8г.

В:  $0,2\text{ моль/дм}^3$ .

5. Яку наважку калій манганату(VII) необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $0,1\text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,05\text{ моль/дм}^3$ , якщо робочий розчин калій манганату(VII) використовують для титрування в кислому середовищі?

В: 0,1581 г.

### **Варіант 3**

1. Обчислити наважку ґрунту для визначення в ньому місту летких речовин, масова частка яких складає 30 %.

В: 0,33г.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають сульфат(VI)(2-)іони, а гравіметричною формою є барій сульфат  $\text{BaSO}_4$ .

В.: 0,4116.

3. На титрування  $40,00\text{ см}^3$  розчину калій гідроксиду КОН витрачено  $50,00\text{ см}^3$   $0,1000\text{M}$  розчину сульфатної кислоти ( $f_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{SO}_4)=1/2$ ). Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента калій гідроксиду в розчині.

В.:  $0,1250\text{ моль/дм}^3$ .

4. Знайти молярну концентрацію речовини калій гідроксиду КОН у розчині об'ємом  $0,125\text{дм}^3$ , в якого міститься речовина масою 5,6г.

В:  $0,8\text{ моль/дм}^3$ .

5. Яку наважку калій манганату(VII) необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $0,1\text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,5\text{ моль/дм}^3$ , якщо робочий розчин калій манганату(VII) використовують для титрування в кислому середовищі?

В: 1,5805 г.

### **Варіант 4**

1. Для визначення масової частки вологи взято наважку натрій хлориду  $\text{NaCl}$  2,0829 г. Після висушування до сталої

маси одержано 1,9918 г. Розрахувати масову частку (%) вологи у натрій хлориді.

В: 4,73 %.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають кальцій карбонат  $\text{CaCO}_3$ , а гравіметричною формою є кальцій оксид  $\text{CaO}$ .

В.: 1,7848

3. На титрування  $40,00 \text{ см}^3$  розчину калій гідроксиду КОН витрачено  $50,00 \text{ см}^3$   $0,2000 \text{ M}$  розчину сульфатної кислоти ( $f_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{SO}_4)=\frac{1}{2}$ ). Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента калій гідроксиду в розчині.

В.:  $0,25 \text{ моль/дм}^3$ .

4. Знайти молярну концентрацію речовини тригідроген тетраоксосульфату  $\text{H}_3\text{PO}_4$  у розчині об'ємом  $0,5 \text{ дм}^3$ , в якого міститься речовина масою 19,6 г.

В:  $0,4 \text{ моль/дм}^3$ .

5. Яку наважку калій манганату(VII) необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $1 \text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,1 \text{ моль/дм}^3$ , якщо робочий розчин калій манганату(VII) використовують для титрування в кислому середовищі?

В: 3,161 г.

### **Варіант 5**

1. Для визначення масової частки золи взята наважка кам'яного вугілля 0,9214 г. Після прожарювання до сталої маси одержано 0,1032 г. Обчислити масову частку (%) золи у кам'яному вугіллі.

В: 11,20 %.

2. Розрахувати аналітичні фактори для визначення:

Визначають Кальцій, а гравіметричною формою є кальцій оксид  $\text{CaO}$ .

В.: 0,7147.

3. На титрування  $40,00 \text{ см}^3$  розчину амоній гідроксиду  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  витрачено  $50,00 \text{ см}^3$   $0,2000 \text{ M}$  розчину сульфатної кислоти ( $f_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{SO}_4)=\frac{1}{2}$ ). Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента амоній гідроксиду в розчині.

В.:  $0,25 \text{ моль/дм}^3$ .

4. Знайти молярну концентрацію речовини гідроген хлориду  $\text{HCl}$  у розчині об'ємом  $0,4 \text{ дм}^3$ , в якому міститься речовина масою  $7,3 \text{ г}$ .

В:  $0,5 \text{ моль/дм}^3$

5. Яку наважку калій манганату(VII) необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $1 \text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,5 \text{ моль/дм}^3$ , якщо робочий розчин калій манганату(VII) використовують для титрування в кислому середовищі?

В:  $15,805 \text{ г}$ .

#### **Варіант 6**

1. Обчислити наважку речовини  $\text{BeCO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  для визначення в ній кристалізаційної води.

В:  $0,20 \text{ г}$ .

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають магній оксид  $\text{MgO}$ , а гравіметричною формою є магній дифосфат  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ .

В.:  $0,3622$ .

3. На титрування  $20,00 \text{ см}^3$  розчину амоній гідроксиду  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  витрачено  $25,00 \text{ см}^3$   $0,2000 \text{ M}$  розчину сульфатної кислоти ( $f_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2}$ ). Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента амоній гідроксиду в розчині.

В.:  $0,25 \text{ моль/дм}^3$

4. Знайти молярну концентрацію речовини моногідроген триоксонітрату  $\text{HNO}_3$  у розчині об'ємом  $0,250 \text{ дм}^3$ , в якому міститься речовина масою  $12,6 \text{ г}$ .

В:  $0,8 \text{ моль/дм}^3$ .

5. Яку наважку калій манганату(VII) необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $1 \text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,2 \text{ моль/дм}^3$ , якщо робочий розчин калій манганату(VII) використовують для титрування в кислому середовищі?

В.:  $6,322 \text{ г}$

#### **Варіант 7**

1. Обчислити наважку речовини  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  для визначення в ній кристалізаційної води.

В:  $0,28 \text{ г}$ .

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають магній карбонат  $\text{MgCO}_3$ , а гравіметричною формою є магній дифосфат  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ .

В.: 0,7577.

3. На титрування  $25,00 \text{ см}^3$  розчину амоній гідроксиду  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  витрачено  $20,00 \text{ см}^3$   $0,1250 \text{ M}$  розчину сульфатної кислоти ( $f_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2}$ ). Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента натрій гідроксиду в розчині.

В.:  $0,1000 \text{ моль/дм}^3$

4. Знайти молярну концентрацію речовини натрій карбонату  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  у розчині об'ємом  $0,5 \text{ дм}^3$ , в якому міститься речовина масою  $10,6 \text{ г}$ .

В:  $0,2 \text{ моль/дм}^3$

5. Яку наважку калій манганату(VII) необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $0,1 \text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,1 \text{ моль/дм}^3$ , якщо робочий розчин калій манганату(VII) використовують для титрування в кислому середовищі?

В.:  $0,3161 \text{ г}$

### **Варіант 8**

1. Обчислити наважку кам'яного вугілля для визначення в ньому вмісту вологи, масова частка якої складає  $20 \%$ .

В:  $0,50 \text{ г}$ .

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають фосфор(V) оксид, а гравіметричною формою є магній дифосфат  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ .

В.: 0,6378.

3. На титрування  $20,00 \text{ см}^3$  розчину амоній гідроксиду  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  витрачено  $10,00 \text{ см}^3$   $0,1000 \text{ M}$  розчину сульфатної кислоти ( $f_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2}$ ). Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента амоній гідроксиду в розчині.

В.:  $0,0500 \text{ моль/дм}^3$

4. Знайти молярну концентрацію речовини дигідроген тетраоксосульфату  $\text{H}_2\text{SO}_4$  у розчині об'ємом  $1 \text{ дм}^3$ , в якому міститься речовина масою  $110,25 \text{ г}$ .

В:  $1,125 \text{ моль/дм}^3$

5. Яку наважку калій манганату(VII) необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $2 \text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,5 \text{ моль/дм}^3$ , якщо



робочий розчин калій манганату(VII) використовують для титрування в кислому середовищі?

В.:31,61 г

#### **Варіант 9**

1. Для визначення масової частки води взято наважку натрій гідрогенкарбонату  $\text{NaHCO}_3$  масою 2,0829 г. Після висушування до сталої маси одержано 1,9918г. Розрахувати масову частку (%) води в натрій гідрогенкарбонаті.

В: 4,73 %.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають Ферум, а гравіметричною формою є ферум(III) оксид  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

В.: 0,6994.

3. На титрування  $25,00 \text{ см}^3$  розчину амоній гідроксиду  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  витрачено  $20,00 \text{ см}^3$  0,1250М розчину сульфатної кислоти ( $f_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{SO}_4)=\frac{1}{2}$ ). Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента амоній гідроксиду в розчині.

В.:0, 1000 моль/дм<sup>3</sup>

4. Знайти молярну концентрацію речовини калій гідроксиду КОН у розчині об'ємом  $2,0 \text{ дм}^3$ , в якого міститься речовина масою 28г.

В: 0,25 моль/дм<sup>3</sup>.

5. Яку наважку калій манганату(VII) необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $2 \text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,1 \text{ моль/дм}^3$ , якщо робочий розчин калій манганату(VII) використовують для титрування в кислому середовищі?

В.:6,322 г

#### **Варіант 10**

1. Для визначення масової частки золи взята наважка кам'яного вугілля 1,0836г. Після прожарювання до сталої маси одержано 0,1662г. Обчислити масову частку (%) золи у кам'яному вугіллі.

В: 15,30 %.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають сіль Мора  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , а гравіметричною формою є ферум(III) оксид  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

В.: 4,9113.

3. Який об'єм  $0,1250M$  розчину натрій гідроксиду  $\text{NaOH}$  було взято для аналізу, якщо на титрування витрачено  $25,00 \text{ см}^3$  розчину  $0,1000M$  розчину хлоридної кислоти  $\text{HCl}$ ?

4. Знайти молярну концентрацію речовини тригідроген тетраоксосульфату  $\text{H}_3\text{PO}_4$  у розчині об'ємом  $1 \text{ дм}^3$ , в якому міститься речовина масою  $110,25 \text{ г}$ .

В:  $1,125 \text{ моль/дм}^3$

5. Яку наважку калій манганату(VII) необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $0,25 \text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,05 \text{ моль/дм}^3$ , якщо робочий розчин калій манганату(VII) використовують для титрування в кислому середовищі?

В.:  $0,3951 \text{ г}$

### **Варіант 11**

1. Обчислити наважку речовини  $\text{BeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  для визначення в ній кристалізаційної води.

В:  $0,21 \text{ г}$ .

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають Алюміній, а гравіметричною формою є алюміній оксид  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

В.:  $0,5293$ .

3. Який об'єм  $0,2500M$  розчину натрій гідроксиду  $\text{NaOH}$  було взято для аналізу, якщо на титрування витрачено  $25,00 \text{ см}^3$  розчину  $0,1000M$  розчину розчину сульфатної кислоти ( $f_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2}$ ).

В.:  $10 \text{ см}^3$ .

4. Знайти молярну концентрацію речовини натрій хлориду  $\text{NaCl}$  у розчині об'ємом  $0,200 \text{ дм}^3$ , в якому міститься речовина масою  $5,85 \text{ г}$ .

В:  $0,5 \text{ моль/дм}^3$ .

5. Яку наважку калій манганату(VII) необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $0,25 \text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,1 \text{ моль/дм}^3$ , якщо робочий розчин калій манганату(VII) використовують для титрування в кислому середовищі?

В.:  $0,7903 \text{ г}$

### Варіант 12

1. Обчислити наважку речовини  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  для визначення в ній кристалізаційної води.

В: 0,20г.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають Фосфор, а гравіметричною формою є магній дифосфат  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ .

В.:0,2784.

3. На титрування  $40,00\text{ см}^3$  розчину амоній гідроксиду  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  витрачено  $20,00\text{ см}^3$   $0,1250\text{M}$  розчину сульфатної кислоти ( $f_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{SO}_4)=\frac{1}{2}$ ). Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента амоній гідроксиду в розчині.

В.:0,0625 моль/дм<sup>3</sup>.

4. Знайти молярну концентрацію речовини моногідроген триоксонітрату  $\text{HNO}_3$  у розчині об'ємом  $1\text{ дм}^3$ , в якому міститься речовина масою 378г.

В: 6 моль/дм<sup>3</sup>.

5. Яку наважку калій манганату(VII) необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $0,5\text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,05\text{ моль/дм}^3$ , якщо робочий розчин калій манганату(VII) використовують для титрування в кислому середовищі?

В.:0,7903 г

### Варіант 13

1. Обчислити наважку кам'яного вугілля для визначення в ньому вмісту води, масова частка якої складає 30 %.

В: 0,33 г.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають Ферум, а гравіметричною формою є ферум оксихінолят  $\text{Fe}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$ .

В.: 0,1144.

3. На титрування  $20,00\text{ см}^3$  розчину натрій гідроксиду  $\text{NaOH}$  витрачено  $30,00\text{ см}^3$   $0,1000\text{M}$  розчину нітратної(V) кислоти  $\text{HNO}_3$ . Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента натрій гідроксиду в розчині.

В.: 0,1500 моль/дм<sup>3</sup>.

4. Знайти молярну концентрацію речовини натрій гідроксиду NaOH у розчині об'ємом  $0,5 \text{ дм}^3$ , в якому міститься речовина масою 12,0 г.

В:  $0,6 \text{ моль/дм}^3$

5. Яку наважку калій манганату(VII) необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $0,5 \text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,2 \text{ моль/дм}^3$ , якщо робочий розчин калій манганату(VII) використовують для титрування в кислому середовищі?

В.: 3,161 г

#### **Варіант 14**

1. Для визначення масової частки води взято наважку натрій карбонату  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2,0829 г. Після висушування до сталої маси одержано 1,9918 г. Розрахувати масову частку (%) води у натрій карбонаті.

В: 4,73 %.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають Кальцій, а гравіметричною формою є кальцій оксалат – вода (1/1)  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

В.: 0,2743.

3. Який об'єм  $0,1500 \text{ M}$  розчину натрій гідроксиду NaOH було взято для аналізу, якщо на титрування витрачено  $25,00 \text{ см}^3$  розчину  $0,3000 \text{ M}$  розчину розчину хлоратної(VII) кислоти  $\text{HClO}_4$ .

В.:  $50 \text{ см}^3$ .

4. Знайти молярну концентрацію речовини дигідроген тетраоксосульфату  $\text{H}_2\text{SO}_4$  у розчині об'ємом  $0,5 \text{ дм}^3$ , в якому міститься речовина масою 19,6г.

В:  $0,4 \text{ моль/дм}^3$ .

5. Яку наважку калій манганату(VII) необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $0,5 \text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $1 \text{ моль/дм}^3$ , якщо робочий розчин калій манганату(VII) використовують для титрування в кислому середовищі?

В.: 15,805 г

#### **Варіант 15**

1. Для визначення масової частки золи взята наважка кам'яного вугілля 0,9214 г. Після прожарювання до сталої маси

одержано 0,1032 г. Обчислити масову частку (%) золи у кам'яному вугіллі.

В: 11,20 %.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають ферум(II) сульфат-вода (1/7)  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , а гравіметричною формою є ферум(III) оксид  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

В.: 3,4819.

3. На титрування  $20,00 \text{ см}^3$  розчину амоній гідроксиду  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  витрачено  $10,00 \text{ см}^3$   $0,1000 \text{ M}$  розчину нітратної(V) кислоти  $\text{HNO}_3$ . Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента амоній гідроксиду в розчині.

В.:  $0,0500 \text{ моль/дм}^3$ .

4. Знайти молярну концентрацію речовини калій гідроксиду КОН у розчині об'ємом  $0,5 \text{ дм}^3$ , в якому міститься речовина масою 16,8г.

В:  $0,6 \text{ моль/дм}^3$ .

5. Яку наважку калій манганату(VII) необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $0,5 \text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,25 \text{ моль/дм}^3$ , якщо робочий розчин калій манганату(VII) використовують для титрування в кислому середовищі?

В.: 3,9513 г

### **Варіант 16**

1. Обчислити наважку речовини  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  для визначення в ній кристалізаційної води.

В: 0,48г.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають аргентум хромат  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ , а гравіметричною формою є аргентум хлорид  $\text{AgCl}$ .

В.: 1,1573.

3. На титрування  $20,00 \text{ см}^3$  розчину калій гідроксиду КОН витрачено  $10,00 \text{ см}^3$   $0,1000 \text{ M}$  розчину нітратної(V) кислоти  $\text{HNO}_3$ . Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента калій гідроксиду в розчині.

В.:  $0,0500 \text{ моль/дм}^3$ .

4. Знайти молярну концентрацію речовини тригідронен тетраоксофосфату  $\text{H}_3\text{PO}_4$  у розчині об'ємом, в  $0,4 \text{ дм}^3$  якого міститься речовина масою 9,8г.

В:  $0,25 \text{ моль/дм}^3$ .

5. Яку наважку калій манганату(VII) необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $0,5 \text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,4 \text{ моль/дм}^3$ , якщо робочий розчин калій манганату(VII) використовують для титрування в кислому середовищі?

В.:  $6,322 \text{ г}$

### **Варіант 17**

1. Обчислити наважку речовини  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  для визначення в ній кристалізаційної води.

В.:  $1,40 \text{ г}$ .

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають ферум(III) гідроксид  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , а гравіметричною формою є формою є ферум(III) оксид  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

В.:  $1,1385$ .

3. На титрування  $25,00 \text{ см}^3$  розчину калій гідроксиду КОН витрачено  $10,00 \text{ см}^3$   $0,1000 \text{ М}$  розчину нітратної(V) кислоти  $\text{HNO}_3$ . Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента калій гідроксиду в розчині.

В.:  $0,0400 \text{ моль/дм}^3$

4. Знайти молярну концентрацію речовини гідроген хлориду  $\text{HCl}$  у розчині об'ємом  $0,8 \text{ дм}^3$ , в якому міститься речовина масою  $3,65 \text{ г}$ .

В.:  $0,125 \text{ моль/дм}^3$

5. Яку наважку калій манганату(VII) необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $0,1 \text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,25 \text{ моль/дм}^3$ , якщо робочий розчин калій манганату(VII) використовують для титрування в кислому середовищі?

В.:  $0,7903 \text{ г}$

### **Варіант 18**

1. Обчислити наважку кам'яного вугілля для визначення в ньому летких речовин, масова частка яких складає  $15 \%$ .

В.:  $0,66 \text{ г}$ .

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають Барій, а гравіметричною формою є барій сульфат  $\text{BaSO}_4$ .

В.:  $0,5884$ .

3. На титрування  $25,00 \text{ см}^3$  розчину калій гідроксиду КОН витрачено  $20,00 \text{ см}^3$   $0,1000M$  розчину хлоратної(VII) кислоти  $\text{HClO}_4$ . Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента калій гідроксиду в розчині.

В.:  $0,0800 \text{ моль/дм}^3$

4. Знайти молярну концентрацію речовини моногідроген триоксонітрату  $\text{HNO}_3$  у розчині об'ємом  $0,40 \text{ дм}^3$ , в якому міститься речовина масою  $6,3 \text{ г}$ .

В:  $0,25 \text{ моль/дм}^3$

5. Яку наважку оксалатної кислоти необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $1 \text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,0500 \text{ моль/дм}^3$ , якщо розчин використовують для стандартизації калій манганату(VII) в кислому середовищі?

В.:  $2,251 \text{ г}$

### **Варіант 19**

1. Для визначення масової частки води взято наважку натрій фосфату(V)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$   $2,0829 \text{ г}$ . Після висушування до сталої мас одержано  $1,9918 \text{ г}$ . Розрахувати масову частку води у натрій фосфаті(V).

В:  $4,73 \%$ .

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають цинк сульфат  $\text{ZnSO}_4$ , а гравіметричною формою є цинк дифосфат  $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7$ .

В.:  $1,0597$ .

3. На титрування  $25,00 \text{ см}^3$  розчину калій гідроксиду КОН витрачено  $20,00 \text{ см}^3$   $0,1000M$  розчину сульфатної кислоти  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $f_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{SO}_4)=\frac{1}{2}$ ). Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента калій гідроксиду в розчині.

В.:  $0,0800 \text{ моль/дм}^3$

4. Знайти молярну концентрацію речовини натрій гідроксиду  $\text{NaOH}$  у розчині об'ємом  $0,1000 \text{ дм}^3$ , в якому міститься речовина масою  $0,8 \text{ г}$ .

В:  $0,02 \text{ моль/дм}^3$ .

5. Яку наважку оксалатної кислоти необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $1 \text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,0100 \text{ моль/дм}^3$ , якщо розчин використовують для стандартизації калій манганату(VII) в кислому середовищі? В.:  $0,3161 \text{ г}$

### **Варіант 20**

1. Для визначення масової частки золи взята наважка кам'яного вугілля 0,9214г. Після прожарювання до сталої маси одержано 0,1032г. Обчислити масову частку (%) золи у кам'яному вугіллі.

В: 11,20 %.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають натрій хлорид NaCl, а гравіметричною формою є аргентум хлорид AgCl.

В.: 0,4078.

3. Який об'єм 0,2500M розчину натрій гідроксиду NaOH було взято для аналізу, якщо на титрування витрачено 30,00 см<sup>3</sup> розчину 0,3000M розчину розчину хлоратної(VII) кислоти HClO<sub>4</sub>.

В.: 36 см<sup>3</sup>.

4. Знайти молярну концентрацію речовини дигідроген тетраоксосульфату H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> у розчині об'ємом 0,250дм<sup>3</sup>, в якому міститься речовина масою 9,8г.

В: 0,4 моль/дм<sup>3</sup>.

5. Яку наважку оксалатної кислоти необхідно взяти для приготування розчину об'ємом 1 дм<sup>3</sup> з молярною концентрацією речовини еквівалента 0,0200 моль/дм<sup>3</sup>, якщо розчин використовують для стандартизації калій манганату(VII) в кислому середовищі?

В.: 0,9004 г

### **Варіант 21**

1. Обчислити наважку технічної оксалатної (щавлевої) кислоти H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O для визначення в ній кристалізаційної води.

В: 0,35 г..

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають Фосфор, а гравіметричною формою є P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>\* 24 МоО<sub>3</sub>.

В.: 0,01722.

3. Який об'єм 0,1500M розчину калій гідроксиду КОН було взято для аналізу, якщо на титрування витрачено 30,00 см<sup>3</sup> розчину 0,2000M розчину розчину хлоратної(VII) кислоти HClO<sub>4</sub>.

В.: 40 см<sup>3</sup>.



4. Знайти молярну концентрацію речовини калій гідроксиду КОН у розчині об'ємом  $1\text{ дм}^3$ , в якому міститься речовина масою 2,24г.

В:  $0,04\text{ моль/дм}^3$ .

5. Яку наважку оксалатної кислоти необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $1\text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,1000\text{ моль/дм}^3$ , якщо розчин використовують для стандартизації калій манганату(VII) в кислому середовищі?

В.: 4,502 г

#### **Варіант 22**

1. Обчислити наважку речовини  $\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  для визначення в ній кристалізаційної води.

В: 0,90 г.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають барій хлорид – вода (1/2)  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , а гравіметричною формою є барій сульфат  $\text{BaSO}_4$ .

В.: 1,0466.

3. Який об'єм  $0,0500\text{M}$  розчину калій гідроксиду КОН було взято для аналізу, якщо на титрування витрачено  $30,00\text{ см}^3$  розчину  $0,1000\text{M}$  розчину розчину хлоридної кислоти HCl.

В.:  $60\text{ см}^3$

4. Знайти молярну концентрацію речовини тригідроген тетраоксофосфату  $\text{H}_3\text{PO}_4$  у розчині об'ємом  $0,5\text{ дм}^3$ , в якому міститься речовина масою 0,98г.

В:  $0,02\text{ моль/дм}^3$ .

5. Яку наважку оксалатної кислоти необхідно взяти для приготування розчину об'ємом  $0,1\text{ дм}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента  $0,0500\text{ моль/дм}^3$ , якщо розчин використовують для стандартизації калій манганату(VII) в кислому середовищі?

В.: 0,2251 г

#### **Варіант 23**

1. Обчислити наважку ґрунту для визначення у ньому вмісту летких речовин, масова частка яких складає 15 %.

В: 0,66г.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають ферум(II) гідроген карбонат  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ , а гравіметричною формою є ферум(III) оксид  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . В.: 2,2278

3. Який об'єм 0,0500М розчину натрій гідроксиду NaOH було взято для аналізу, якщо на титрування витрачено 15,00 см<sup>3</sup> розчину 0,1000М розчину розчину хлоридної кислоти HCl.

В.: 30 см<sup>3</sup>.

4. Знайти молярну концентрацію речовини натрій хлориду NaCl у розчині об'ємом 0,25дм<sup>3</sup>, в якому міститься речовина масою 0,365г.

В: 0,04 моль/дм<sup>3</sup>.

5. Яку наважку оксалатної кислоти необхідно взяти для приготування розчину об'ємом 1 дм<sup>3</sup> з молярною концентрацією речовини еквівалента 0,1500 моль/дм<sup>3</sup>, якщо розчин використовують для стандартизації калій манганату(VII) в кислому середовищі?

В.: 6,753 г

#### **Варіант 24**

1. Для визначення масової частки вологи взято наважку калій сульфату(VI) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2,0829г. Після висушування до сталої маси одержано 1,9918 г. Розрахувати масову частку вологи (%) в калій сульфаті.

В: 4,73 %.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають алюміній хлорид – вода (1/6) AlCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O а гравіметричною формою є алюміній оксид Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

В.: 0,5292.

3. Який об'єм 0,1500М розчину амоній гідроксиду NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O було взято для аналізу, якщо на титрування витрачено 20,00 см<sup>3</sup> 0,1250М розчину нітратної(V) кислоти HNO<sub>3</sub>. Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента амоній гідроксиду в розчині.

В.: 16,7 см<sup>3</sup>.

4. Знайти молярну концентрацію речовини моногідроген триоксонітрату HNO<sub>3</sub> у розчині об'ємом 1дм<sup>3</sup>, в якому міститься речовина масою 2,52г.

В: 0,04 моль/дм<sup>3</sup>

5. Яку наважку оксалатної кислоти необхідно взяти для приготування розчину об'ємом 0,5 дм<sup>3</sup> з молярною концентрацією речовини еквівалента 0,0500 моль/дм<sup>3</sup>, якщо розчин використовують для стандартизації калій манганату(VII) в кислому середовищі?

В.: 1,1255 г

### Варіант 25

1. Для визначення масової частки золи взята наважка кам'яного вугілля 0,9214г. Після прожарювання до сталої маси одержано 0,1032 г. Обчислити масову частку (%) золи у кам'яному вугіллі.

В.: 11,20 %.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають ферум(III) гідроксид  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , а гравіметричною формою є ферум(III) оксид  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

В.: 1,1385.

3. Який об'єм 0,2500М розчину амоній гідроксиду  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  витрачено 20,00  $\text{cm}^3$  0,1250М розчину нітратної(V) кислоти  $\text{HNO}_3$ . Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента амоній гідроксиду в розчині.

В.: 16,7  $\text{cm}^3$ .

3. Який об'єм 0,2000М розчину амоній гідроксиду  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  було взято для аналізу, якщо на титрування витрачено 30,00  $\text{cm}^3$  0,1500М розчину нітратної(V) кислоти  $\text{HNO}_3$ . Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента амоній гідроксиду в розчині.

В.: 22,5  $\text{cm}^3$ .

4. Знайти молярну концентрацію речовини натрій карбонату  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  у розчині об'ємом 0,4 $\text{dm}^3$ , в якому міститься речовина масою 1,06 г.

В: 0,025 моль/ $\text{dm}^3$

5. Яку наважку оксалатної кислоти необхідно взяти для приготування розчину об'ємом 0,25  $\text{dm}^3$  з молярною концентрацією речовини еквівалента 0,0500 моль/ $\text{dm}^3$ , якщо розчин використовують для стандартизації калій манганату(VII) в кислому середовищі?

В.: 0,5628 г

### Варіант 26

1. Обчислити наважку технічної кристалічної соди  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  для визначення в ній кристалізаційної води.

В: 0,16г.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають ферум сульфід  $\text{FeS}$ , а гравіметричною формою ферум(III) оксид  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . В.: 1,1010.

3. Який об'єм 0,0500M розчину калій гідроксиду KOH було взято для аналізу, якщо на титрування витрачено 15,00 см<sup>3</sup> 0,1250M розчину нітратної(V) кислоти HNO<sub>3</sub>. Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента амоній гідроксиду в розчині.

В.: 37,5см<sup>3</sup>.

4. Знайти молярну концентрацію речовини натрій гідроксиду NaOH у розчині об'ємом 0,8дм<sup>3</sup>, в якому міститься речовина масою 16,0г.

В: 0,5 моль/дм<sup>3</sup>

5. Яку наважку оксалатної кислоти необхідно взяти для приготування розчину об'ємом 0,25 дм<sup>3</sup> з молярною концентрацією речовини еквівалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>, якщо розчин використовують для стандартизації калій манганату(VII) в кислому середовищі?

В.: 1,1255 г

### **Варіант 27**

1. Обчислити наважку речовини BeCl<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O для визначення в ній кристалізаційної води.

В: 0,68г.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають алюміній гідроксид Al(OH)<sub>3</sub>, а гравіметричною формою є алюміній фосфат AlPO<sub>4</sub>.

В.: 0,6396.

3. Який об'єм 0,1250M розчину амоній гідроксиду NaOH було взято для аналізу, якщо на титрування витрачено 25,00 см<sup>3</sup> 0,1500M розчину нітратної(V) кислоти HNO<sub>3</sub>. Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента амоній гідроксиду в розчині.

В.: 30,0 см<sup>3</sup>.

4. Знайти молярну концентрацію речовини дигідроген тетраоксосульфату H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> у розчині об'ємом 0,5дм<sup>3</sup>, в якому міститься речовина масою 39,2 г.

В: 0,8 моль/дм<sup>3</sup>

5. Яку наважку оксалатної кислоти необхідно взяти для приготування розчину об'ємом 0,1 дм<sup>3</sup> з молярною концентрацією речовини еквівалента 0,1500 моль/дм<sup>3</sup>, якщо розчин використовують для стандартизації калій манганату(VII) в кислому середовищі? В.: В.: 0,6753 г

### **Варіант 28**

1. Обчислити наважку ґрунту для визначення в ньому вмісту летких речовин, масова частка яких складає 30 %.

В.: 0,33г.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають кальцій бромід  $\text{CaBr}_2$ , а гравіметричною формою є кальцій оксид  $\text{CaO}$ .

В.: 3,5646.

3. Який об'єм 0,1500М розчину амоній гідроксиду  $\text{KOH}$  було взято для аналізу, якщо на титрування витрачено 32,50 см<sup>3</sup> 0,1200М розчину нітратної(V) кислоти  $\text{HNO}_3$ . Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента амоній гідроксиду в розчині.

В.: 26,00 см<sup>3</sup>.

4. Знайти молярну концентрацію речовини калій гідроксиду  $\text{KOH}$  у розчині об'ємом 0,4дм<sup>3</sup>, в якому міститься речовина масою 16,8г.

В.: 0,75 моль/дм<sup>3</sup>.

5. Яку наважку оксалатної кислоти необхідно взяти для приготування розчину об'ємом 0,25 дм<sup>3</sup> з молярною концентрацією речовини еквівалента 0,0100 моль/дм<sup>3</sup>, якщо розчин використовують для стандартизації калій манганату(VII) в кислому середовищі?

В.: 0,1126 г

### **Варіант 29**

1. Для визначення масової частки вологи взято наважку натрій хлориду  $\text{NaCl}$  2,0829 г. Після висушування до сталої маси одержано 1,9918 г. Розрахувати масову частку (%) вологи у натрій хлориді.

В.: 4,73 %.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають кальцій гідрогенкарбонату  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , а гравіметричною формою є кальцій оксалат – вода  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

В.: 1,1095.

3. На титрування 25,00 см<sup>3</sup> розчину калій гідроксиду  $\text{KOH}$  витрачено 20,00см<sup>3</sup> 0,2000М розчину сульфатної кислоти  $\text{H}_2\text{SO}_4$

( $f_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{SO}_4)=\frac{1}{2}$ ). Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента калій гідроксиду в розчині.

В.: 0,1600 моль/дм<sup>3</sup>

4. Знайти молярну концентрацію речовини тригідронен тетраоксофосфату  $\text{H}_3\text{PO}_4$  у розчині об'ємом 0,25дм<sup>3</sup>, в якого міститься речовина масою 9,8г.

В: 0,4 моль/дм<sup>3</sup>.

5. Яку наважку оксалатної кислоти необхідно взяти для приготування розчину об'ємом 0,5 дм<sup>3</sup> з молярною концентрацією речовини еквівалента 0,5000 моль/дм<sup>3</sup>, якщо розчин використовують для стандартизації калій манганату(VII) в кислому середовищі?

В.: 11,2550 г

### **Варіант 30**

1. Для визначення масової частки золи взята наважка кам'яного вугілля 0,9214 г. Після прожарювання до сталої маси одержано 0,1032 г. Обчислити масову частку (%) золи у кам'яному вугіллі.

В: 11,20 %.

2. Розрахувати аналітичний фактор для визначення:

Визначають алюміній бромід  $\text{AlBr}_3$ , а гравіметричною формою є алюміній оксихінолят  $\text{Al}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$ .

В.: 0,5805.

3. На титрування 12,50 см<sup>3</sup> розчину калій гідроксиду КОН витрачено 25,00 см<sup>3</sup> 0,1000М розчину сульфатної кислоти  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $f_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{SO}_4)=\frac{1}{2}$ ). Обчислити молярну концентрацію речовини еквівалента калій гідроксиду в розчині.

В.: 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>

4. Знайти молярну концентрацію речовини гідроген хлориду  $\text{HCl}$  у розчині, об'ємом в 1дм<sup>3</sup> якого міститься речовина масою 10,95г.

В: 0,3 моль/дм<sup>3</sup>.

5. Яку наважку оксалатної кислоти необхідно взяти для приготування розчину об'ємом 0,1 дм<sup>3</sup> з молярною концентрацією речовини еквівалента 0,2500 моль/дм<sup>3</sup>, якщо розчин використовують для стандартизації калій манганату(VII) в кислому середовищі?

В.:1,1255 г

**СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ  
ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Сегеда А.С. Аналітична хімія. Якісний і кількісний аналіз/ Сегеда А.С. Навчально-методичний посібник. – К. :ЦУЛ, Фітосоціоцентр. – 2003. – 312 с.
2. Сегеда А.С. Лабораторний практикум з аналітичної хімії. Якісний і кількісний аналіз / Сегеда А.С. – К. :ЦУЛ, Фітосоціоцентр. – 2004. – 280 с.
3. Сегеда А.С. Збірник задач і вправ з аналітичної хімії. Кількісний аналіз/ Сегеда А.С.. – К.:ЦУЛ, Фітосоціоцентр. – 2005. – 491 с.
4. Сегеда А.С. Збірник задач і вправ з аналітичної хімії. Якісний аналіз/ Сегеда А.С. – К. :ЦУЛ, Фітосоціоцентр. – 2002. – 429 с.
5. Логинов Н.Я. Аналитическая химия/ Логинов Н.Я., Воскресенский А.Г., Солодкин И.С. – М. : Просвещение, 1975. – 478 с.
6. Пилипенко А.Т. Аналитическая химия/ Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Т. 1-2. – М.: Химия, 1990.
7. Сегеда А.С. Аналітична хімія. Кількісний аналіз/ Сегеда А.С.– К.:ЦУЛ, Фітосоціоцентр. –2005. –312 с.
8. Мінаєва В.О. Аналітична хімія. Титриметричний аналіз: Навчальний посібник для студентів ВНЗ/ Т.С. Нінова, Ю.А. Шафорост – Черкаси: Вид. від ЧНУ ім. Б.Хмельницького, 2010. – 456 с.
9. Набиванець Б.Й. Аналітична хімія природного середовища/ Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна Л.В. -К.: Либідь, 1996. - 304 с.
10. Основы аналитической химии. В 2 кн. [Под ред. Золотова Ю.А.] – М.: Высш. шк., 1999.
11. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии/ Лурье Ю.Ю.– М.: Химия, 1989. – 448 с.
12. Крешков А.П. Основы аналитической химии/ Крешков А.П. Т. 1-3. – М.: Химия, 1976.

13. Алексеев В.Н. Количественный анализ / Алексеев В.Н. – М.: Химия, 1972. – 504 с.
14. Бабко А.К. Количественный анализ/ Бабко А.К., Пятницкий И.В. – М.: Высш. шк., 1968. – 495 с.
15. Лурье Ю.Ю. Химический анализ производственных сточных вод/ Лурье Ю.Ю., Рыбникова А.И. –М.: Химия, 1974. - 335 с.
16. Практику по физико - химическим методам анализа [Под ред. О.М. Петрухина.] – М.:Химия, 1987. - 248 с.
17. Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов. Учебное пособие/ Коренман Я.И., Лисицкая Р.П.. –Воронеж: Воронежская технол. акад, 2002. – 408 с.