

Міністерство охорони здоров'я України  
Запорізький державний медичний університет  
Кафедра аналітичної хімії

**АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ**  
**Модуль 1**

**ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ**  
**Змістовий модуль 1**

Навчально-методичний посібник  
для студентів 2 курсу  
медичного факультету спеціальності  
224 «Технологія медичної діагностики та лікування»

Запоріжжя 2017

Навчально-методичний посібник склали:

доктор фармацевтичних наук, професор С. О. Васюк  
кандидат фармацевтичних наук А. С. Коржова

Рецензенти:

доктор фармацевтичних наук, професор, завідувач кафедри фармацевтичної хімії С. І. Коваленко;

доктор фармацевтичних наук, професор, завідувач кафедри токсикологічної і неорганічної хімії О. І. Панасенко.

Навчально-методичний посібник затверджено:

на засіданні Циклової методичної комісії фізико-хімічних дисциплін Запорізького державного медичного університету (протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ р.),  
на засіданні Центральної методичної ради Запорізького державного медичного університету (протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ р.) і рекомендовано для застосування в навчальному процесі студентами 2 курсу медичного факультету спеціальності «Лабораторна діагностика».

## ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ

*Аналітична хімія* – це розділ хімічної науки про методи і прийоми якісного і кількісного аналізу речовини.

Аналітична хімія включає три розділи: *якісний хімічний аналіз*, *кількісний хімічний аналіз* та *інструментальні* (фізичні і фізико-хімічні) *методи аналізу*.

**Якісний хімічний аналіз** – це визначення (відкриття) хімічних елементів, іонів, атомів, атомних груп, молекул в аналізованій речовині.

**Кількісний аналіз** – це визначення кількісного складу речовини, тобто встановлення кількості хімічних елементів, іонів, атомів, атомних груп, молекул в аналізованій речовині.

**Інструментальні (фізичні і фізико-хімічні) методи аналізу** – це методи, які ґрунтуються на використанні залежностей між вимірювальними фізичними властивостями речовин та їх якісним і кількісним складом.

### Аналітичні ознаки речовин і аналітичні реакції

При проведенні якісного та кількісного аналізу використовують *аналітичні ознаки речовин* і *аналітичні реакції*.

*Аналітичні ознаки* – такі властивості аналізованої речовини або продуктів її перетворення, які дозволяють стверджувати наявність в ній тих чи інших компонентів. До аналітичних ознак належать колір, запах, кут обертання площини поляризації світла, здатність до взаємодії з електромагнітним випромінюванням та ін.

*Аналітична реакція* – хімічне перетворення аналізованої речовини при дії аналітичного реагенту з утворенням продуктів з помітними аналітичними ознаками.

Якісний хімічний аналіз містить *дрібний і систематичний аналіз*. *Дрібний аналіз* – виявлення іону або речовини в аналізованій пробі за допомогою *специфічного* реагенту за присутності всіх компонентів проби. *Систематичний аналіз* передбачає розділення суміші аналізованих іонів за аналітичними групами з наступним виявленням кожного іона. Існують різні аналітичні класифікації катіонів за групами – *сульфідна (сірководнева)*, *аміачно-фосфатна*, *кислотно-основна*. Кожна класифікація заснована на хімічних властивостях катіонів, пов'язана з положенням відповідних елементів в періодичній системі та їх електронною будовою.

### Кислотно-основна класифікація катіонів за групами

За кислотно-основною класифікацією катіони поділяють на шість груп:

Група	Катіони	Груповий реагент
I (розчинна)	$K^+$ , $Na^+$ , $NH_4^+$	Немає
II (хлоридна)	$Ag^+$ , $Hg_2^{2+}$ , $Pb^{2+}$	2М розчин HCl
III (сульфатна)	$Ca^{2+}$ , $Ba^{2+}$ , $Sr^{2+}$	1М розчин $H_2SO_4$
IV (амфолітна)	$Al^{3+}$ , $Cr^{3+}$ , $Zn^{2+}$ , $As^{III}$ , $As^V$ , $Sn^{2+}$ , $Sn^{IV}$	2М розчин NaOH в присутності $H_2O_2$
V (гідроксидна)	$Mg^{2+}$ , $Mn^{2+}$ , $Fe^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $Bi^{3+}$ , $Sb^{III}$ , $Sb^V$	2М розчин NaOH або 25% розчин аміаку
VI (аміакатна)	$Cu^{2+}$ , $Cd^{2+}$ , $Hg^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Ni^{2+}$	25% розчин аміаку

## Заняття № 1

**ТЕМА:** Правила роботи і техніка безпеки в хіміко-аналітичній лабораторії. Вступ у якісний аналіз. Якісні реакції катіонів I аналітичної групи ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ).

**МЕТА:** Засвоїти правила роботи і техніку безпеки в хіміко-аналітичній лабораторії, сформувані знання з основних понять і методів аналітичної хімії, хіміко-аналітичних властивостей катіонів I аналітичної групи ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ) та вміння виконувати і застосовувати в аналізі реакції катіонів I аналітичної групи.

### Навчальні питання для самопідготовки студентів

1. Предмет і завдання аналітичної хімії. Основні поняття аналітичної хімії.
2. Принципи і методи якісного аналізу. Класифікація методів аналізу.
3. Що розуміють під аналітичними ознаками речовин?
4. Які реакції називають аналітичними? Вимоги, які пропонувані до аналітичних реакцій. Якого типу реакції використовують в якісному аналізі?
5. Способи виконання аналітичних реакцій.
6. Типи аналітичних реакцій і реагентів. Що таке груповий реагент?
7. Поняття дрібного аналізу і систематичного ходу аналізу. В чому відмінність дрібного аналізу від систематичного?
8. Різні аналітичні класифікації катіонів по групам.
9. Кислотно-основна класифікація катіонів по групам (на чому заснована, які речовини застосовують в якості групових реагентів).
10. Дайте загальну характеристику катіонів I аналітичної групи ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ). Розкрийте зв'язок аналітичних властивостей катіонів з електронною будовою і положенням в періодичній системі Д. І. Менделєєва відповідних елементів. Що об'єднує катіони  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$  в одну аналітичну групу? Чому на катіони I аналітичної групи немає групового реагенту?
11. Якісні реакції виявлення катіонів I аналітичної групи і умови їх проведення.

### Література:

1. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 480 с.
2. Пономарев В.Д. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн.1. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 5-20, 149-166, 183-185.
3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 6-22, 288-291, 320-326, 344-353.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

При виконанні всіх лабораторних робіт кожен студент індивідуально виконує усі вказані реакції на іоні, дотримуючись умови проведення реакцій, і вивчає властивості продуктів реакції (забарвлення розчину або осадку, розчинність осадків, стійкість продуктів реакції, форму кристалів і т.д.)

### Характерні реакції катіонів I аналітичної групи

#### Реакції $K^+$ -іонів

1. *Реакція з гідротартратом натрію або винною кислотою*
2. *Реакція з гексанітрокобальтатом(III)натрію*

3. *Реакція з гексанітрокупратом(II)свинцю і натрію (мікрокристалоскопічна)*
4. *Реакція забарвлення полум'я*

#### **Реакції $\text{Na}^+$ -іонів**

1. *Реакція з цинкураніацетатом (мікрокристалоскопічна)*
2. *Реакція забарвлення полум'я*

#### **Реакції $\text{NH}_4^+$ -іонів**

1. *Реакція з гідроксидами лужних металів*
2. *Реакція з реактивом Несслера*

## ГЕТЕРОГЕННІ РІВНОВАГИ В СИСТЕМІ ОСАД- НАСИЧЕНИЙ РОЗЧИН МАЛОРОЗЧИННОГО ЕЛЕКТРОЛІТУ

*Гетерогенна система* – це система, яка складається із декількох фаз, наприклад, із насиченого розчину і осаду відповідної речовини і т.д. *Гетерогенна рівновага* – це рівновага, яка встановлюється на границі розділу фаз.

### Розчинність

Під **розчинністю (P)** зазвичай мають на увазі концентрацію насиченого розчину даної речовини при певній температурі.

Використовують різні способи вираження розчинності.

*Грамова розчинність речовини P<sub>S</sub>* – це маса розчиненої речовини в грамах, що містяться в одному літрі його насиченого розчину

*Молярна розчинність речовини P<sub>M</sub>* – це кількість розчиненої речовини (тобто число молей цієї речовини), що міститься в одному літрі його насиченого розчину.

$$P_S = P_M \cdot M \text{ або } P_M = \frac{P_S}{M}$$

M – молярна маса речовини.

### Добуток розчинності

**Добуток розчинності (ДР)** малорозчинного електроліту – це величина, що дорівнює добутку активностей іонів даного важкорозчинного електроліту в його насиченому розчині в ступенях, що дорівнюють відповідним стехіометричним коефіцієнтам. ДР є величина постійна при постійній температурі.

Для електроліту  $K_n A_m \leftrightarrow nK^{m+} + mA^{n-}$  термодинамічний добуток розчинності (тобто з урахуванням міжіонних сил в насиченому розчині) дорівнює:

$$ДР = a_{K^{m+}}^n \cdot a_{A^{n-}}^m$$

Якщо розчинність малорозчинного електроліту дуже мала, то концентрації іонів в його насиченому розчині дуже малі і коефіцієнти активності близькі до одиниці. Тому часто користуються концентраційним добутком розчинності.

$$ДР = [K^{m+}]^n \cdot [A^{n-}]^m$$

Між добутком розчинності і молярною розчинністю сильного електроліту існує зв'язок, який дозволяє за значенням однієї величини знайти другу (чисельні значення ДР наведені у довідниках):

$$P_{KA} = \sqrt{ДР_{KA}}$$

$$P_{K_n A_m} = \sqrt[n+m]{\frac{ДР_{K_n A_m}}{n^n \cdot m^m}}$$

$$ДР = m^m \cdot n^n \cdot P^{m+n}$$

## Заняття № 2

**ТЕМА:** Якісні реакції катіонів II аналітичної групи ( $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ) і III аналітичної групи ( $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ).

**МЕТА:** Сформувати знання з теоретичних основ сильних електролітів, по застосуванню реакцій утворення і розчинення осадів в якісному аналізі, хіміко-аналітичних властивостей сполук катіонів II ( $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ) і III ( $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) аналітичних груп та вміння виконувати і застосовувати реакції катіонів II і III аналітичної групи.

### Навчальні питання для самопідготовки студентів

1. Основні положення теорії сильних електролітів і застосування цієї теорії в якісному аналізі.
2. Іонна сила розчинів, активність іонів, коефіцієнт активності, зв'язок між ними і розрахунок цих характеристик.
3. Гетерогенні рівноваги в системі «осад-розчин».
4. Способи вираження розчинності малорозчинного електроліту.
5. Добуток розчинності малорозчинного електроліту (термодинамічне і концентраційне). Взаємозв'язок між розчинністю і добутком розчинності. Як по величині ДР можна робити висновки про розчинність осадів?
6. Які реагенти називають груповими? Вимоги, які пред'являються груповим реагентам.
7. Дайте хіміко-аналітичну характеристику катіонів I і III аналітичних груп.
8. Якісні реакції виявлення катіонів I і III аналітичних груп і умови їх проведення.

### Література:

1. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 480 с.
2. Пономарев В. Д. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 1. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 16-20, 109-124, 167-168, 177-183, 206-215, 229-230, 232-233, 247-248.
3. Харитонов Ю. Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 54-66, 84-108, 353-372.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

### Характерні реакції катіонів II аналітичної групи

#### Реакції $\text{Ag}^+$ -іонів

##### *1. Реакція відновлення формальдегідом*

#### Реакції $\text{Hg}_2^{2+}$ -іонів

##### *1. Реакції відновлення з мідною пластинкою*

*Виконання реакції.* На мідну пластинку (монету) наносять краплю розчину  $\text{Hg}_2^{2+}$ -іонів і краплю розчину  $\text{HNO}_3$ . Через 2-3 хвилини розчин видаляють і потирають мідну пластинку (монету) шматочком фільтрованого паперу.

##### *2. Реакція з хроматами*

*Виконання реакції.* У пробірку поміщають 3-4 краплі розчину  $\text{Hg}_2^{2+}$ -іонів, додають 1-2 краплі розчину хромату калію. Випробовують розчинність осадів в розчині  $\text{HNO}_3$ .

**Реакції Pb<sup>2+</sup>-іонів**

1. *Реакція з йодидами*

**Характерні реакції катіонів III аналітичної групи****Реакції Ba<sup>2+</sup>-іонів**

1. *Реакція з родизонатом натрію (крапельна реакція)*
2. *Реакція з дихроматом калію*
3. *Проба на забарвлення полум'я*

**Реакції Sr<sup>2+</sup>-іонів**

1. *Реакція з родизонатом натрію (крапельна реакція)*
2. *Проба на забарвлення полум'я*

**Реакції Ca<sup>2+</sup>-іонів**

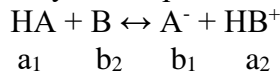
1. *Реакція з оксалатом амонію*
2. *Проба на забарвлення полум'я*



## ПРОТОЛІТИЧНА ТЕОРІЯ КИСЛОТ ТА ОСНОВ

В 1929 р. були сформульовані основні положення протолітичної теорії кислот та основ Бренстеда-Лоурі, згідно якої *кислота є донором іонів водню, а основа – акцептором іонів водню.*

Кислоти та основи існують як сполучені пари:



Розчини-переносники іонів водню називають *протолітами.*

### БУФЕРНІ РОЗЧИНИ

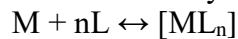
*Буферними називають розчини речовин, що не змінюють рН при розбавленні та незначно змінюють його при додаванні невеликої кількості сильних кислот та основ.*

Буферні розчини являють собою розчини *слабких кислот та їх солей* (кислотні буферні розчини), наприклад, ацетатний буфер ( $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ ), форміатний буфер ( $\text{HCOOH} + \text{HCOONa}$ ) або *слабких основ та їх солей* (основні буферні розчини), наприклад, амонійний буфер ( $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ ).

### КОМПЛЕКСНІ СПОЛУКИ

*Комплексними сполуками, за А. Вернером, називають сполуки вищого порядку, які є стійкими у водних розчинах або розпадаються в незначній мірі.*

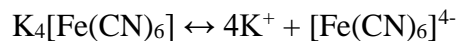
Утворення комплексів описується константами утворення або стійкості  $\beta$ :



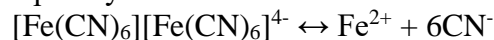
$$\beta = \frac{[\text{ML}_n]}{[\text{M}] \cdot [\text{L}]^n}$$

*Чим більша константа стійкості, тим міцніше комплекс у розчині, тим повніше іони металу зв'язуються в комплекс.*

Комплексні сполуки у водних розчинах дисоціюють як сильні електроліти на внутрішню та зовнішню сфери. Цей процес протікає по типу сильних електролітів. Наприклад:



Утворений в результаті дисоціації комплексний іон (внутрішня сфера) також дисоціює по типу слабого електроліту:



Дисоціація комплексного іона кількісно характеризується *константою нестійкості (константою дисоціації комплексу)  $K_{\text{нест.}}$* :

$$K_{\text{нест.}} = \frac{[\text{Fe}^{2+}] \cdot [\text{CN}^-]^6}{[[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}]}$$

*Константа нестійкості – міра міцності комплексу: чим менша величина  $K_{\text{нест.}}$ , тим більш стійким є комплекс.* З огляду на це:

$$K_{\text{нест.}} = \frac{1}{\beta}; \quad \beta = \frac{1}{K_{\text{нест.}}}$$

## Заняття № 3

**ТЕМА:** Якісні реакції катіонів IV аналітичної групи ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{As}^{\text{III}}$ ,  $\text{As}^{\text{V}}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{\text{IV}}$ ), V аналітичної групи ( $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Sb}^{\text{III}}$ ,  $\text{Sb}^{\text{V}}$ ) та VI аналітичної групи ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ).

**МЕТА:** Сформувані знання по теоретичним основам застосування протеолітичних рівноваг та реакцій комплексоутворення в якісному аналізі, хіміко-аналітичним властивостям сполук IV-VI аналітичних груп та вміння виконувати і застосовувати в аналізі якісні реакції катіонів IV-VI аналітичних груп.

## Учбові питання для самопідготовки студентів

1. Протолітичні рівноваги у водних розчинах електролітів.
2. Взаємозв'язок між величинами констант кислотності та основності, показники цих констант та силою кислоти або основи.
3. Розрахунок рН у водних розчинах сильних та слабких кислот, сильних та слабких основ, буферних систем та солей, утворених слабкою основою та слабкою кислотою.
4. Охарактеризуйте аналітичні властивості катіонів IV аналітичної групи на підставі положення їх елементів у періодичній системі Д. І. Менделєєва.
5. Якісні реакції виявлення катіонів IV аналітичної групи та умови їх проведення (див. п. 5).
6. Комплексні сполуки, їх склад та будова.
7. Рівноваги у розчинах комплексних сполук. Стійкість комплексних сполук.
8. Загальна характеристика катіонів V і VI аналітичних груп.
9. Якісні реакції виявлення катіонів V і VI аналітичних груп та умови їх проведення (див. п. 5).

## Література:

1. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 480 с.
2. Пономарев В. Д. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 1. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 37-43, 46-63, 216-222, 230-231, 237-245.
3. Харитонов Ю. Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 110-145, 372-383.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

## Характерні реакції катіонів IV аналітичної групи

Реакції  $\text{Al}^{3+}$ -іонів

1. Реакція з алізарином

Реакції  $\text{Cr}^{3+}$ -іонів

1. Дія окисників ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) в лужному середовищі
  - а) виявлення  $\text{CrO}_4^{2-}$ -іонів солями барію або свинцю
  - б) виявлення  $\text{CrO}_4^{2-}$ -іонів переведенням їх у надхромову кислоту

Реакції  $\text{Zn}^{2+}$ -іонів

1. Реакція з сульфідом натрію

2. Реакція з нітратом кобальту (утворення «зелені Рінмана»)
3. Реакція з дитизоном

#### Реакції $\text{AsO}_3^{3-}$ ( $\text{As}^{\text{III}}$ ) та $\text{AsO}_4^{3-}$ ( $\text{As}^{\text{V}}$ )

1. Реакція відновлення  $\text{As}^{\text{III}}$  та  $\text{As}^{\text{V}}$  до арсіну дією  $\text{Zn}$  ( $\text{Mg}$ ) в кислому середовищі та подальше виявлення арсіну папером, просоченим розчином  $\text{AgNO}_3$  або  $\text{HgCl}_2$

#### Реакції $\text{Sn}^{2+}$ -іонів

1. Реакція відновлення солей вісмуту

#### Характерні реакції катіонів V і VI аналітичних груп

#### Реакції $\text{Mg}^{2+}$ -іонів

1. Реакція з гідрофосфатом натрію

#### Реакції $\text{Fe}^{2+}$ -іонів

1. Реакція з гексацианоферратом(III) калію
2. Реакція з диметилгліоксимом (диацетилдиоксимом)

#### Реакції $\text{Fe}^{3+}$ -іонів

1. Реакція з гексацианоферратом (II) калію
2. Реакція з тіоціанатом амонію
3. Реакція з сульфосаліциловою кислотою

#### Реакції стибію(III) та стибію(V)

1. Гідроліз солей  $\text{Sb(III)}$  та  $\text{Sb(V)}$

#### Реакції $\text{Bi}^{3+}$ -іонів

1. Реакція гідролізу
2. Реакція з йодидом калію

#### Реакції $\text{Cu}^{2+}$ -іонів

1. Реакція з гексацианоферратом (II) калію
2. Проба на забарвлення полум'я

#### Реакції $\text{Hg}^{2+}$ -іонів

1. Реакція з йодидом калію

#### Реакції $\text{Co}^{2+}$ -іонів

1. Реакція з тіоціанатом амонію
2. Реакція з  $\alpha$ -нітрозо- $\beta$ -нафтолом

#### Реакції $\text{Ni}^{2+}$ -іонів

1. Реакція з диметилгліоксимом (диацетилдиоксимом)

**Реакції  $\text{Cd}^{2+}$ -іонів**

- 1. Реакція з сірководнем або сульфідами*
- 2. Реакція з дитизоном*

## ОКИСНО-ВІДНОВНІ РІВНОВАГИ В АНАЛІТИЧНІЙ ХІМІЇ

**Окисно-відновними, або редокс-реакціями,** називаються реакції, в яких відбувається перехід (перерозподіл) електронів між реагуючими частками (атоми, молекули, іони).

Частку, яка приєднує електрон, називають *окисником*, а яка віддає – *відновником*.

Внаслідок перерозподілу електронів відбувається одночасно *окислення відновника* (підвищення його ступеня окислення) та *відновлення окисника* (зниження його ступеня окислення). Причому число відданих і приєднаних електронів повинно бути однаковим.

### Окисно-відновні (ОВ) потенціали

Кількісною мірою окисно-відновної здатності різних редокс-пар є електродний або **окисно-відновний потенціал (E)**.

*Потенціал даного електрода* – це електрорушійна сила (ЕРС) елемента, який складається з даного та стандартного водневого електродів.

Залежність окисно-відновного потенціала від концентрації та температури можна визначити з рівняння Нернста:

$$E_{p\text{Ox/Red}} = E_{\text{Ox/Red}}^0 + \frac{0,059}{n} \cdot \lg \frac{[\text{Ox}]}{[\text{Red}]}$$

Окисно-відновні потенціали редокс-пар залежать від природи учасників ОВР та розчинника, температури, тиску, присутності сторонніх електролітів та інших речовин.

### Напрямок протікання окисно-відновних реакцій

Напрямок та повнота перебігу окисно-відновної реакції залежить від *ЕРС* та *константи рівноваги* реакції.

**Електрорушійна сила (ЕРС)** реакції – це величина, що дорівнює різниці окисно-відновних потенціалів редокс-пар.

У стандартних станах:  $\text{ЭДС} = E_{\text{Ox}}^0 - E_{\text{Red}}^0$  ;

У реальних станах:  $\text{ЭДС} = E_{p\text{Ox}} - E_{p\text{Red}}$  .

Напрямок та повноту перебігу окисно-відновної реакції можна оцінити також, розрахувавши її **константу рівноваги**. Константа рівноваги розраховується за формулою:

$$K_p = 10^{\frac{(E_{\text{Ox}}^0 - E_{\text{Red}}^0) \cdot n_1 \cdot n_2}{0,059}} , \text{ де}$$

$E_{\text{Ox}}^0$  и  $E_{\text{Red}}^0$  – стандартні ОВ потенціали редокс-пар (окисника та відновника), які приймають участь у реакції, В;

$n_1$  и  $n_2$  – число електронів, що перерозподіляються окисником та відновником відповідно.

## АНІОНИ

В аналітичній класифікації аніонів, яка базується на утворенні малорозчинних солей барію та срібла, аніони поділяють на три групи.

Група	Аніони	Груповий реагент
I	$\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , $\text{AsO}_3^{3-}$ , $\text{AsO}_4^{3-}$ , $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$ , $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$ , $\text{CrO}_4^{2-}$ , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ тощо.	Розчин $\text{BaCl}_2$ у нейтральному або слабколужному середовищі
II	$\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{S}^{2-}$ , $\text{SCN}^-$ , $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ тощо.	Розчин $\text{AgNO}_3$ у 2 М $\text{HNO}_3$
III	$\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{BrO}_3^-$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOO}^-$ , $\text{MnO}_4^-$ тощо.	Немає

В аналітичній класифікації аніонів, яка базується на їх окисно-відновних властивостях, виділяють три групи аніонів.

Група	Аніони	Груповий реагент
Окисники	$\text{BrO}_3^-$ , $\text{AsO}_4^{3-}$ , $^*\text{NO}_2^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{MnO}_4^-$ , $\text{CrO}_4^{2-}$ , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	Розчин $\text{KI}$ у сірчаноокислому середовищі
Відновники	$\text{S}^{2-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , $\text{AsO}_3^{3-}$	Розчин $\text{I}_2$ у $\text{KI}$
	$\text{S}^{2-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , $\text{AsO}_3^{3-}$ , $^*\text{NO}_2^-$ , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{SCN}^-$ , $\text{CN}^-$	Розчин $\text{KMnO}_4$ у сірчаноокислому середовищі
Індиферентні	$\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$	Немає

\* $\text{NO}_2^-$ -іони проявляють редокс-амфотерні властивості.

Виділяють також групу аніонів, які під дією мінеральних кислот розкладаються з виділенням газоподібних або летких речовин:  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ .

На відміну від катіонів аніони в більшості випадків не заважають відкриттю один одного, тому часто аніони виявляють окремими реакціями. У зв'язку з цим групові реагенти застосовують не задля розподілу груп, а тільки для виявлення груп аніонів.

## Заняття № 4

**ТЕМА:** Якісні реакції аніонів I аналітичної групи ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{AsO}_3^{3-}$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$ ), II аналітичної групи ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{SCN}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ ) та III аналітичної групи ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{BrO}_3^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOO}^-$ ).

**МЕТА:** Вивчити теоритичні основи застосування реакцій окислення-відновлення в якісному аналізі, хіміко-аналітичні властивості аніонів I-III аналітичних груп та придбати навички виконувати якісні реакції цих аніонів.

## Навчальні питання для самопідготовки студентів

1. Сутність окисно-відновних реакцій. У чому полягає процес окислення та процес відновлення? Найважливіші окисники та відновники, які застосовують в аналізі, редокс-амфотерні сполуки.
2. Поняття електродного потенціала, природа його виникнення, розрахунок значення електродного потенціала (рівняння Нернста). Поняття редокс-пари.
3. Стандартний редокс-потенціал, реальний редокс-потенціал, формальний редокс-потенціал.
4. Як значення стандартного редокс-потенціала характеризує окисно-відновні властивості редокс-пар? Навести приклади сильних та слабких окисників та відновників, які застосовуються в аналізі.
5. Як ураховують при складанні рівняння Нернста агрегатний стан однієї з форм редокс-пари та рН середовища?
6. Вплив різноманітних факторів на значення редокс-потенціала.
7. Електрорушійна сила (ЕРС) системи, константа рівноваги ( $K_p$ ) реакцій окислення-відновлення, формули їх розрахунків.
8. Можливість, напрямок та повнота перебігу реакцій окислення-відновлення.
9. Які умови потрібно створити, щоб реакція:  

$$\text{AsO}_2^- + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HAsO}_4^{2-} + 2\text{I}^- + 3\text{H}^+$$
10. перебігала в прямому напрямку? За яких умов її можна змістити в зворотньому напрямку?
11. Загальна характеристика аніонів та аналітичні класифікації аніонів за групами.
12. Чому пробу на аніони I аналітичної групи з  $\text{BaCl}_2$  виконують у нейтральному або слабо лужному середовищі, а на аніони II групи з  $\text{AgNO}_3$  – в азотнокислому?
13. Чи свідчить негативна проба з  $\text{BaCl}_2$  про відсутність всіх аніонів I групи?
14. Які заключення можна зробити на підставі розчинності барієвих солей аніонів I групи?
15. Які реакції, в якій послідовності та з яким зовнішнім ефектом перебігають при додаванні хлорної води краплями до підкисленого розчину, який містить  $\text{I}^-$  та  $\text{Br}^-$  іони в присутності бензолу чи хлороформу? Чи можна цією реакцією виявити  $\text{I}^-$  та  $\text{Br}^-$  іони у разі їх спільної присутності? Чому хлорну воду необхідно додавати краплями?
16. Які аніони та якими реакціями можна виявити в сухій пробі (твердому зразку)?
17. Якісні реакції виявлення аніонів I-III аналітичних груп та умови їх проведення.

## Література:

1. Алексеев В.Н. Качественный анализ. – М.: Химия, 1972. – С. 349-370, 463-522.
2. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 480 с.
3. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения: Учеб. для вузов / Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева и др. Под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Высшая школа, 2002. – С. 177-191.

4. Пономарев В.Д. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 1. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 85-104, 250-269.
5. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 146-175, 418-500.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

**При виконанні лабораторної роботи необхідно суворо дотримуватися правил ТБ роботи в хімічній лабораторії**

### **Загальні реакції аніонів I аналітичної групи**

#### **З хлоридом барію**

### **Характерні реакції аніонів I аналітичної групи**

#### **Реакції $\text{SO}_4^{2-}$ -іонів**

- 1. Реакція з хлоридом барію та родизонатом натрію (крапельна реакція)*
- 2. Реакція з катіонами свинцю*

#### **Реакції $\text{SO}_3^{2-}$ -іонів**

- 1. Реакція з мінеральними кислотами*

- 2. Реакція з йодною або бромною водою*

#### **Реакції $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ -іонів**

- 1. Реакція з мінеральними кислотами*
- 2. Реакція з йодною водою*
- 3. Реакція з нітратом срібла*

#### **Реакції $\text{PO}_4^{3-}$ -іонів**

- 1. Реакція з нітратом срібла*
- 2. Реакція з магнезійною сумішшю ( $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{NH}_3$  і  $\text{NH}_4\text{Cl}$ )*
- 3. Реакція з молібденовою рідиною (розчин  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$  і  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  у  $\text{HNO}_3$ )*

#### **Реакції $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ -іонів**

- 1. Реакція забарвлення полум'я складними ефірами борної кислоти*

#### **Реакції $\text{CO}_3^{2-}$ -іонів**

- 1. Реакція з мінеральними кислотами*
- 2. Реакція з сульфатом магнію*

#### **Реакції $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ -іонів**

- 1. Реакція з хлоридом кальцію*
- 2. Реакція з перманганатом калію в кислому середовищі*



## Реакції $\text{AsO}_3^{3-}$ -іонів

### 1. Реакція з нітратом срібла

Загальні реакції аніонів II аналітичної групи

З нітратом срібла в розчині 2 М азотної кислоти

Характерні реакції аніонів II аналітичної групи

### Реакції $\text{Cl}^-$ -іонів

*Реакція з окисниками ( $\text{KMnO}_4$ )*

### Реакції $\text{Br}^-$ -іонів

*Реакція з окисниками (хлорна вода)*

### Реакції $\text{I}^-$ -іонів

*Реакція з окисниками ( хлорна вода)*

### Реакції $\text{SCN}^-$ -іонів

1. *Реакція з солями кобальту(II)*

2. *Реакція з солями заліза(III)*

### Реакції $\text{S}^{2-}$ -іонів

1. *Реакція з мінеральними кислотами*

2. *Реакція з солями кадмію*

Характерні реакції аніонів III аналітичної групи

### Реакції $\text{NO}_3^-$ -іонів

1. *Реакція з антипірином*

### Реакції $\text{NO}_2^-$ -іонів

*Реакція з антипірином*

### Реакції ацетат-іонів $\text{CH}_3\text{COO}^-$

1. *Реакція з мінеральними кислотами*

2. *Реакція з хлоридом заліза(III)*

3. *Реакція утворення ефірів*

## Заняття № 5

**ТЕМА:** Семінарське заняття з теорії та практики аналізу катіонів та аніонів. Тестування.

**МЕТА:** Перевірити засвоєння студентами вивченого матеріалу та навички застосовувати його в якісному аналізі.

## Питання по вивченому розділу якісного аналізу

**I. Введення в якісний аналіз**

1. Предмет та задачі аналітичної хімії, основні поняття, принципи та методи якісного хімічного аналізу.
2. Сутність та задачі якісного аналізу. Класифікація методів якісного аналізу. Дробний та систематичний аналіз.
3. Хіміко-аналітичні властивості сполук та їх зв'язок з положенням відповідних елементів в Періодичній системі Д. І. Менделєєва.
4. Аналітичні реакції, способи їх виконання. Специфічні, селективні і групові реакції і реагенти.

**II. Теорія розчинів електролітів в аналітичній хімії**

1. Основні положення теорії сильних електролітів та використання цієї теорії в якісному аналізі.
2. Іонна сила розчинів, активність іонів, коефіцієнт активності, зв'язок між ними і розрахунок цих характеристик.
3. Закон діючих мас і константа хімічної рівноваги. Напрямок реакцій та зміщення хімічної рівноваги.

**III. Гетерогенні рівноваги в системі осад-насичений розчин малорозчинного електроліту**

1. Застосування закону діючих мас до рівноважних систем осад-насичений розчин малорозчинного електроліту. Способи вираження розчинності малорозчинного електроліту. Добуток розчинності малорозчинного електроліту.
2. Утворення та розчинення осадів, фактори, що впливають на ці процеси. Застосування процесів осадження в хімічному аналізі.

**IV. Протолітичні рівноваги в аналітичній хімії**

1. Протолітична теорія кислот та основ, типи протолітів.
2. Застосування закону діючих мас до кислотно-основних рівноваг та їх роль в аналітичній хімії.
3. Протолітична рівновага у воді. Характеристики слабких електролітів, сила кислот та основ, константи кислотності та основності,  $pK_a$  і  $pK_b$ .
4. Розрахунок  $pH$  і  $pOH$  у водних розчинах кислот, основ, амфолітів.

**V. Реакції комплексоутворення в аналітичній хімії**

1. Комплексні сполуки, їх склад, будова, типи зв'язків.
2. Застосування закону діючих мас до реакцій комплексоутворення. Константа утворення і константа нестійкості комплексних сполук, як вони характеризують міцність комплексного іону та який зв'язок між ними.
3. Значення комплексних сполук в аналітичній хімії. Приклади використання реакцій комплексоутворення в аналізі катіонів IV-VI аналітичних груп для розділення, маскуванню та виявлення катіонів. Умова розчинності осадів при додаванні комплексоутворюючих реагентів.

4. Органічні реагенти в аналітичній хімії.

**VI. Хіміко-аналітичні властивості та аналіз катіонів I-VI аналітичних груп**

1. Аналітичні класифікації катіонів, їх переваги та недоліки.

2. Кислотно-основна класифікація. Принцип розділення катіонів на аналітичні групи та групові реагенти. Дробний та систематичний хід аналізу.
3. Хіміко-аналітичні властивості сполук катіонів I-VI аналітичних груп за кислотно-основною класифікацією. Дія групових реагентів.
4. Якісні реакції катіонів I-VI аналітичних груп.

### **VII. Окисно-відновні рівноваги в аналітичній хімії**

1. Окисно- відновні реакції, їх механізм.
2. Окисно- відновні потенціали редокс-пар.
3. Потенціал реакції (ЄРС). Напрямок перебігу окисно-відновних реакцій.
4. Вплив рвзних факторів на значення ОВ потенціалів та напрямок перебігу реакцій окиснення-відновлення.
5. Повнота перебігу реакцій окиснення-відновлення. Константи рівноваги ОВР.
6. Застосування окисно- відновних реакцій в якісному аналізі.

### **VIII. Хіміко-аналітичні властивості та аналіз аніонів**

1. Загальна характеристика аніонів. Аналітичні класифікації аніонів. Принцип розділення аніонів на аналітичні групи і групові реагенти. Роль групових реагентів в аналізі аніонів.
2. Хіміко-аналітичні властивості аніонів I-III аналітичних груп.
3. Якісні реакції аніонів I аналітичної групи ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{V}_4\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{AsO}_3^{3-}$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$ ), II аналітичної групи ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{SCN}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ ) і III аналітичної групи ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{BrO}_3^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOO}^-$ ).

### **Література:**

1. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 480 с.
2. Пономарев В. Д. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 1. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 85-104, 250-270.
3. Харитонов Ю. Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 146-176, 233-262, 450-500.

### **ПИТАННЯ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЮ З АНАЛІЗУ КАТІОНІВ I-VI АНАЛІТИЧНИХ ГРУП**

1. Які катіони з хлороводневою кислотою утворюють осад, який розчинний в гарячій воді:
  - A. Свинцю.\*
  - B. Барію.
  - C. Цинку.
  - D. Срібла.
  - E. Кадмію.
2. Які катіони з гідроксидом натрію осад не утворюють, але при нагріванні виділяють газ із різким запахом:
  - A. Амонію.\*
  - B. Ртуті(I)
  - C. Вісмуту.
  - D. Алюмінію.
  - E. Миш'яку.

3. Які катіони знаходяться в розчині, якщо після додавання карбонату кальцію, виділення осаду і додавання оцтової кислоти до нейтральної реакції середовища утворюються жовто-зелені кристали з ураніацетатом у формі октаедрів і тетраедрів:

- A. Натрію.\*
- B. Калію.
- C. Амонію.
- D. Свинцю.
- E. Барію.

4. При додаванні надлишку хлороводневої кислоти до розчину, який містить катіони I-III аналітичних груп, і відділення осаду, центрифугат дає забарвлений осад з дихроматом калію. Які катіони знаходяться в задачі:

- A. Барію.\*
- B. Стронцію.
- C. Ртуті(I).
- D. Кальцію.
- E. Срібла.

5. Розчин, який отриманий після обробки осаду хлоридів гарячою водою, дає характерні реакції з йодидом калію і дихроматом калію. Які катіони присутні в задачі.

- A. Свинцю.\*
- B. Ртуті(I).
- C. Барію.
- D. Срібла.
- E. Кальцію.

6. Які катіони з реактивом Неслера дають червоно-бурий осад? Такий же зовнішній ефект спостерігається і після проведення реакції з центрифугатом, який отриманий після додавання до задачі розчину карбонату натрію і відділення осаду:

- A. Амонію.\*
- B. Ртуті(I).
- C. Срібла.
- D. Кобальту.
- E. Заліза(III).

7. Які катіони знаходяться в задачі, якщо сухий залишок після випарювання розчинну забарвлює безбарвне полум'я пальника в жовтий колір, а при розгляданні забарвлення через індигову призму – фіолетовий колір.

- A. Натрію і калію.\*
- B. Натрію і стронцію.
- C. Калію і кальцію.
- D. Натрію і барію.
- E. Натрію і кальцію.

8. Які катіони I-III аналітичних груп містить розчин, якщо при дії розчину аміаку утворюється білий осад, який згодом чорніє:

- A. Ртуті(I).\*
- B. Ртуті(II).
- C. Срібла.
- D. Свинцю.
- E. Стронцію.

9. Які катіони містять досліджуваний розчин, якщо центрифугат, який отримали після додавання карбонату натрію і відділення осаду, утворює характерні кристали з гексанітрокупратом(II)натрію і свинцю:

- A. Калію.\*
- B. Натрію.
- C. Барію.
- D. Свинцю.
- E. Кальцію.

10. Які катіони містить досліджуваний розчин, якщо центрифугат, який отримали після додавання карбонату натрію і відділення осаду, утворює з винною кислотою білий кристалічний осад:

- A. Калію.\*
- B. Барію.
- C. Свинцю.
- D. Стронцію.
- E. Натрію.

11. Які катіони при нагріванні з формаліном в присутності аміаку утворюють блискучий наліт на стінках пробірки:

- A. Срібла.\*
- B. Ртуті(II).
- C. Ртуті(I).
- D. Свинцю.
- E. Міді(II).

12. При нанесенні досліджуваного розчину на мідну пластинку утворився дзеркальний наліт, обумовлений присутністю іонів:

- A. Ртуті(I).\*
- B. Ртуті(II).
- C. Срібла.
- D. Олова(II).
- E. Вісмуту.

13. Для виявлення катіонів III аналітичної групи по кислотно-основному методу аналізу використовують груповий реагент – розбавлену сульфатну кислоту. Однак осад  $\text{CaSO}_4$  достатньо добре розчинний у воді, тому осадження необхідно проводити:

- A. Із спиртово-водного розчину.\*
- B. При  $\text{pH}=7$ .
- C. Із сильно концентрованих розчинів.
- D. При нагріванні.
- E. При механічній дії.

14. Досліджуваний розчин містить катіони калію и натрію. Вкажіть реагент, який дозволяє визначити в цьому розчині катіони калію:

- A. Винна кислота.\*
- B. Оцтова кислота.
- C. Саліцилова кислота.
- D. Щавлева кислота.
- E. Бензойна кислота.

15. Досліджуваний розчин містить катіони амонію і натрію. Вкажіть реагент, який дозволяє визначити в цьому розчині катіони натрію:

- A. Цинкуранілацетат.\*
- B. Гідротартрат калію.
- C. Бензоат калію.
- D. Оксалат калію.
- E. Тетрайодмеркурат(II)калію.

16. До досліджуваного розчину додали 2М розчину хлороводневої кислоти. Утворився осад білого кольору, який у результаті обробки концентрованим розчином аміаку почорнів. Це свідчить про присутність у розчині катіонів:

- A. Ртуті(I).\*
- B. Срібла.
- C. Вісмуту.
- D. Ртуті(II).
- E. Свинцю.

17. До досліджуваного розчину додали розчин йодиду калію. Утворився жовтий осад, який розчиняється в гарячій воді, надлишку реагенту і в оцтовій кислоті. Це свідчить про присутність у розчині катіонів:

- A. Свинцю.\*
- B. Срібла.
- C. Вісмуту.
- D. Ртуті(II).
- E. Ртуті(II).

18. До досліджуваного розчину додали розчин хромату калію. Утворився осад жовтого кольору, який нерозчинний в оцтовій кислоті. Це свідчить про присутність у розчині катіонів:

- A. Барію.\*
- B. Кальцію.
- C. Стронцію.
- D. Магнію.
- E. Натрію.

19. Катіони III аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) відділяють в систематичному ході аналізу за допомогою групового реагенту:

- A. 1 М розчину сульфатної кислоти в присутності етанолу.\*
- B. 1 М розчину сульфатної кислоти.
- C. 1 М розчину хлороводневої кислоти.
- D. 6 М розчину гідроксиду натрію.
- E. 1 М розчину хлороводневої кислоти в присутності етанолу.

20. В якісному аналізі при осадженні сульфатів катіонів III аналітичної групи (кальцій, стронцій, барій) з метою зниження їх розчинності в розчин додають:

- A. Етиловий спирт.\*
- B. Надлишок сульфату амонію.
- C. Бензол.
- D. Хлороформ.
- E. Аміловий спирт.

21. Як називають реакції і реагенти, які дозволяють визначити даний іон в присутності інших іонів:

- A. Специфічними.\*
- B. Виборчими.
- C. Груповими.
- D. Характерними.
- E. Загальними.

22. Вкажіть, яким являється процес дисоціації слабого електроліту і чи можна до нього застосувати закон діючих мас (ЗДМ):

- A. Зворотний, можна застосувати ЗДМ.\*
- B. Незворотний, не можна застосовувати ЗДМ.
- C. Зворотний, не можна застосувати ЗДМ.
- D. Незворотний, можна застосовувати ЗДМ.
- E. Рівноважний, не можна застосовувати ЗДМ.

23. Як називається співвідношення активної концентрації іонів до їх загальної аналітичної концентрації:

- A. Коефіцієнтом активності.\*
- B. Коефіцієнтом рухливості.
- C. Коефіцієнтом розподілення.
- D. Коефіцієнтом концентрування.
- E. Коефіцієнтом розділення.

24. Вкажіть, яким аналітичним ефектом супроводжується реакція виявлення катіонів калію реагентом натрію гідротартратом:

- A. Утворюється білий кристалічний осад.\*
- B. Розчин утворює жовте забарвлення.
- C. Утворюється білий аморфний осад.
- D. Утворюється жовтий осад.
- E. Утворюється бурий осад.

25. Яка із вказаних реакцій визначення катіонів амонію являється найбільш чутливою:

- A. Реакція з лугом при нагріванні в газовій камері.\*
- B. Реакція з дегідроантимонатом(III) натрію.
- C. Реакція з гексанітрокобальтом(III) натрію.
- D. Реакція з тетраїодомеркурамом(II) калію в лужному середовищі.
- E. Реакція з гексанітрокобальтом(III) натрію в кислому середовищі.

26. Вкажіть, який об'ємреагента-осаджувачаслід брати для аналізу, щоб досягти повноти осадження:

- A. Півторакратний надлишок.\*
- B. Еквівалентну кількість.
- C. Довільно надлишковий.
- D. Трикратний надлишок.
- E. Двократний надлишок.

27. При проведенні якісного аналізу напівмікрометодом беруть аналітичну пробу (а.п.), яка представляє собою:

- A. 2-3 краплі досліджуваного розчину.\*
- B. 10-20 крапель.
- C. 5-10 крапель.
- D. 1 крапля.

Е. 5 крапель.

28. У результаті мікрокристалоскопічної реакції катіонів натрію з цинкураніацетатом утворюється осад у вигляді:

- А. Жовто-зелених октаедрів і тетраедрів.\*
- В. Жовто-зелених кубічних кристалів.
- С. Жовто-зелених голчастих кристалів.
- Д. Коричневих кубічних кристалів.
- Е. Коричневих октаедрів і тетраедрів.

29. Які катіони знаходяться в сухій пробі, якщо при внесенні в полум'я пальника спостерігається забарвлення полум'я в карміново-червоний колір:

- А. Стронцію.\*
- В. Барію.
- С. Натрію.
- Д. Кальцію.
- Е. Калію.

30. Які катіони знаходяться в сухій пробі, якщо при внесенні в полум'я пальника спостерігається забарвлення полум'я в жовто-зелений колір:

- А. Барію.\*
- В. Стронцію.
- С. Натрію.
- Д. Кальцію.
- Е. Калію.

31. Які катіони знаходяться в сухій пробі, якщо при внесенні в полум'я пальника спостерігається забарвлення полум'я в цегляно-червоний колір:

- А. Кальцію.\*
- В. Барію.
- С. Натрію.
- Д. Стронцію.
- Е. Калію.

32. Які катіони знаходились в розчині, якщо при дії хромату калію утворюється жовтий осад, розчинний в лугах:

- А. Свинцю.\*
- В. Срібла.
- С. Ртуті(I).
- Д. Ртуті(II).
- Е. Барію.

33. Розчин тетраїодогідраргірату(II) калію в середовищі гідроксиду калію, який застосовується при аналізі катіонів, називається:

- А. Реактив Неслера.\*
- В. Реактив Іллінського.
- С. Реактив Чугаєва.
- Д. Реактив Гріса.
- Е. Реактив Фелінга.

34. Гексанітрокупрат(II) натрію і свинцю осаджує в нейтральному середовищі осад гексанітрокупрату(II) калію і свинцю. Кристали мають форму:



- A. Чорних кубічних кристалів.\*
- B. Жовто-зелених кубічних кристалів.
- C. Жовто-зелених голчастих кристалів.
- D. Жовто-зелених октаедрів і тетраедрів.
- E. Коричневих октаедрів і тетраедрів.

35. По кислотно-основній класифікації до катіонів I аналітичної групи належать:

- A.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ .\*
- B.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ag}^+$ .
- C.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ag}^+$ .
- D.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ .
- E.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ .

36. За кислотно-основною класифікацією до катіонів II аналітичної групи належать:

- A.  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ .\*
- B.  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ .
- C.  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ .
- D.  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ .
- E.  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ .

37. За кислотно-основною класифікацією до катіонів III аналітичної групи належать:

- A.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ .\*
- B.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ .
- C.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ .
- D.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ .
- E.  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ .

38. При дії групового реагенту на катіони II аналітичної групи, катіони срібла випадають в осад  $\text{AgCl}$ , який розчинний:

- A. В розчині аміаку.\*
- B. В розчині ацетату амонію.
- C. В розчині йодиду калію.
- D. В 2 М розчині азотної кислоти.
- E. В 2 М розчині гідроксиду натрію.

39. При дії групового реагенту на катіони II аналітичної групи, катіони свинцю випадають в осад  $\text{PbCl}_2$ , який розчинний:

- A. В гарячій воді.\*
- B. В 0,2 М розчині карбонату натрію.
- C. В насиченому розчині карбонату натрію.
- D. В 2 М розчині сірчаної кислоти.
- E. В етанолі.

40. В ході систематичного аналізу після дії 2 М розчину хлороводневої кислоти, катіони свинцю переводять в розчин, обробляючи осад:

- A. Гарячою водою.\*
- B. Етанолом.
- C. Розчином карбонату натрію.
- D. Розчином аміаку.
- E. Розчином йодиду калію.

41. Досліджуваний розчин з родизонатом натрію утворює червоно-буру пляму, яка червоніє при дії розбавленого розчину хлороводневої кислоти. Вміст яких іонів можна припустити:

- A. Барію.\*
- B. Стронцію.
- C. Кальцію.
- D. Алюмінію.
- E. Магнію.

42. Яка з вказаних реакцій визначення катіонів амонію є специфічною:

- A. Реакція з гідроксидами лужних металів при нагріванні.\*
- B. Реакція з калію гексагідроксоантимонатом.
- C. Реакція з гексанітрокобальтатом(III) натрію.
- D. Реакція з тетраїдодогідраргіратом.
- E. Реакція з гексанітрокобальтатом(III) натрію в кислому середовищі.

43. Які катіони знаходяться в розчині, якщо при дії розчину гідроксиду натрію випадає білий осад, розчинний в надлишку реагенту:

- A. Свинцю.\*
- B. Вісмуту.
- C. Магнію.
- D. Марганцю.
- E. Ртуті(I).

44. Які катіони при додаванні надлишку лугу осаду не утворюють, але при кип'ятінні випадає сіро-зелений осад:

- A. Хрому(III).\*
- B. Нікелю.
- C. Кобальту.
- D. Міді.
- E. Марганцю.

45. Які катіони містять в розчині, якщо при додаванні дитизону в присутності лугу спостерігаються рожеве забарвлення водного і хлороформного шарів:

- A. Цинку.\*
- B. Кадмію.
- C. Олова(II).
- D. Свинцю.
- E. Міді.

46. Які катіони з діацетілдіоксимом при  $pH=5-10$  утворюють яскраво-червоний осад:

- A. Нікелю.\*
- B. Заліза(III).
- C. Заліза(II).
- D. Кобальту.
- E. Міді.

47. Які катіони утворюють білий осад з сульфідом натрію:

- A. Цинку.\*
- B. Сурми(III).
- C. Миш'яку(III).

- D. Марганцю.
- E. Миш'яку(V).

48. Які катіони при нагріванні з надлишком лугу і пероксиду водню осад не утворюється, але розчин набуває жовте забарвлення:

- A. Хрому(III).\*
- B. Олова(II).
- C. Олова(IV).
- D. Кобальту.
- E. Миш'яку(III).

49. Які катіони знаходяться в розчині, якщо при дії хлориду олова(II) в лужному середовищі випадає чорний осад:

- A. Вісмуту.\*
- B. Заліза(II).
- C. Марганцю.
- D. Сурми(III).
- E. Миш'яку(III).

50. Які катіони знаходяться в задачі, якщо при розбавленні її водою спостерігається помутніння, яке не зникає при додаванні винної кислоти:

- A. Вісмуту.\*
- B. Сурми(III).
- C. Сурми(V).
- D. Олова(II).
- E. Олова(IV).

51. Які катіони з сірководневою водою утворює осад жовтого кольору, який розчинний в 1 M розчині HCl:

- A. Кадмію.\*
- B. Сурми(V).
- C. Олова(II).
- D. Цинку.
- E. Сурми(III).

52. Які катіони з розчином йодиду калію утворюють червоно-оранжевий осад, розчинний у надлишку реагенту з утворенням безбарвного розчину:

- A. Ртуті(II).\*
- B. Ртуті(I).
- C. Вісмуту.
- D. Сурми(V).
- E. Свинцю.

53. Які катіони з надлишком лугу утворюють осад брудно-зеленого кольору, який при стоянні на повітрі стає бурим:

- A. Заліза(II).\*
- B. Марганцю.
- C. Заліза(III).
- D. Нікелю.
- E. Срібла.

54. Які катіони з розчином діацетилдіоксиму утворюють розчин карміново-червоного забарвлення:
- A. Заліза(III).\*
  - B. Нікелю.
  - C. Заліза(II).
  - D. Кобальту.
  - E. Ртуті(II).
55. Про наявність яких катіонів можна зробити висновок, якщо фільтрувальний папір, просякнутий розчином нітрату кобальту і досліджуваним розчином, після спалювання дає попіл зеленого забарвлення:
- A. Цинку.\*
  - B. Алюмінію.
  - C. Нікелю.
  - D. Хрому(III).
  - E. Вісмуту.
56. Які катіони можуть знаходитись у розчині, якщо при нагріванні з персульфатом амонію в присутності нітрату срібла розчин набуває малинове забарвлення:
- A. Марганцю.\*
  - B. Заліза(III).
  - C. Кобальту.
  - D. Вісмуту.
  - E. Магнію.
57. Які катіони знаходяться в розчині, якщо при додаванні розчину дитизону хлороформний шар набуває оранжевого забарвлення:
- A. Кадмію.\*
  - B. Алюмінію.
  - C. Цинку.
  - D. Магнію.
  - E. Нікелю.
58. Які катіони з гексаціанофератом(III) калію утворюють синій осад:
- A. Заліза(II).\*
  - B. Заліза(III).
  - C. Міді.
  - D. Цинку.
  - E. Сурми(III).
59. Які катіони з  $\alpha$ -нітросо- $\beta$ -нафтолом утворюють червоно-бурий осад:
- A. Кобальту.\*
  - B. Кадмію.
  - C. Заліза(III).
  - D. Нікелю.
  - E. Ртуті(II).
60. Які катіони VI аналітичної групи з гексаціанофератом(II) калію утворюють червоно-бурий осад:
- A. Міді.\*
  - B. Заліза(III).
  - C. Заліза(II).

- D. Нікелю.
- E. Кадмію.

61. Які катіони дають позитивну крапельну реакцію з алізарином в присутності гексаціаноферату(II) калію:

- A. Алюмінію.\*
- B. Магнію.
- C. Нікелю.
- D. Вісмуту.
- E. Сурми(IV).

62. Які катіони з розчином йодиду калію дають чорний осад, розчинний в надлишку реактиву з утворенням розчину оранжевого кольору:

- A. Вісмуту.\*
- B. Ртуті(II).
- C. Свинцю.
- D. Ртуті(I).
- E. Срібла.

63. Які катіони із сульфосаліциловою кислотою при  $\text{pH}=5-8$  утворюють розчин червоно-бурого кольору:

- A. Заліза(III).\*
- B. Заліза(II).
- C. Міді.
- D. Нікелю.
- E. Магнію.

64. Якого кольору утворюється осад катіону марганцю(II) з сульфід-іонами:

- A. Тілесний.\*
- B. Оранжевий.
- C. Жовтий.
- D. Білий.
- E. Коричневий.

65. Підберіть найбільш характерний реагент для виявлення катіонів нікелю екстракційними методом:

- A. Діацетилдиоксим.\*
- B. Тіоціанат амонію.
- C. Гексаціаноферат(II) калію.
- D. Гексаціаноферат(III) калію.
- E. 8-оксихінолін.

66. Підберіть найбільш характерний реагент для виявлення катіонів заліза(III) екстракційним методом:

- A. Тіоціанат амонію.\*
- B. Гексаціаноферат(III) калію.
- C. Гексаціаноферат(II) калію.
- D. Діетилдитіокарбамінат натрію.
- E. Дитизон.

67. Підберіть найбільш характерний реагент для виявлення катіонів цинку екстракційним методом:

- A. Дитизон.\*
- B. 8-оксихінолін.
- C. Гексаціаноферат(II) калію.
- D. Гексаціаноферат(III) калію.
- E. Дифенілкарбазон.

68. Підберіть найбільш характерний реагент для виявлення катіонів кадмію екстракційним методом:

- A. Дитизон.\*
- B. 8-оксихінолін.
- C. Гексаціаноферат(II) калію.
- D. Реактив Ільїнського.
- E. Родамін Б.

69. Підберіть найбільш характерний реагент для виявлення катіонів кобальту екстракційним методом:

- A. Реактив Ільїнського.\*
- B. 8-оксихінолін.
- C. Хлороводнева кислота (конц.).
- D. Сірководень.
- E. Дитизон.

70. До розчину в пробірці додали металевий цинк, розбавлену сульфатну кислоту, вставили грудочку свинцевої вати, зверху помістили смужку фільтрувального папірця, змоченого розчином нітрату срібла. З часом на папірці з'явилось сіра пляма. Які катіони присутні в досліджуваному розчині.

- A. Миш'яку(III).\*
- B. Сурми(III)
- C. Олово(II).
- D. Ртуті(II).
- E. Ртуті(I).

71. Які катіони з розчином аміаку спочатку утворюють голубий осад, а потім з надлишком реагенту – інтенсивно синій розчин:

- A. Міді.\*
- B. Кобальту.
- C. Нікелю.
- D. Хрому(III).
- E. Заліза(III).

72. При додаванні аміачного буферного розчину і розчину гідрофосфату натрію до аналізуємого розчину утворився білий осад. Це свідчить про присутність катіонів:

- A. Магнію.\*
- B. Алюмінію.
- C. Миш'яку(III).
- D. Хрому(III).
- E. Калію.

73. До досліджуваного розчину додали надлишок 6 М розчину гідроксиду натрію і 3%-ний розчин пероксиду водню. Розчин при нагріванні забарвився в жовтий колір. Це свідчить про наявність катіонів:

- A. Хрому(III).\*

- В. Олова(II).
- С. Алюмінію.
- Д. Цинку.
- Е. Свинцю.

74. До розчину, який містить катіони VI аналітичної групи додали розчин йодиду калію. Утворився червоний осад, розчинний в надлишку реагенту. Які катіони присутні в розчині:

- А. Ртуті(II).\*
- В. Нікелю.
- С. Кобальту.
- Д. Кадмію.
- Е. Міді.

75. Вкажіть, для виявлення якого катіону не використовують окисно-відновних реакції.

- А. Цинку.\*
- В. Олова(II).
- С. Хрому(III).
- Д. Миш'яку(V).
- Е. Миш'яку(III).

76. Вкажіть груповий реагент для відділення катіонів VI аналітичної групи в систематичному аналізі:

- А. Надлишок конц. Розчину аміаку.\*
- В. Розчин сульфатної кислоти.
- С. Надлишок розчину натрію гідроксиду.
- Д. Розчин хлороводневої кислоти.
- Е. Надлишок розчину натрію гідроксиду і 3%-ого розчину перексиду водню.

77. В якісному аналізі при певних умовах специфічним реактивом на катіони заліза(III) являється гексаціаноферат(II) калію. Якого кольору утворюється осад:

- А. Синього.\*
- В. Бурого.
- С. Зеленого.
- Д. Рожевого.
- Е. Чорного.

78. В якісному аналізі при дії надлишку групового реагенту конц. розчину аміаку на катіони VI аналітичної групи утворюються:

- А. Аміакатні комплекси цих металів.\*
- В. Гідроксиди цих металів.
- С. Основні солі цих металів.
- Д. Оксиди цих металів.
- Е. Гідроксидні комплекси цих металів.

79. Вкажіть, з яким реагентом визначають катіони цинку:

- А. Дитизон.\*
- В. Розчин аміаку.
- С. Алізарин.
- Д. Карбонати лужних металів
- Е. Персульфат амонію

80. Яку кількість досліджуваного розчину необхідно взяти для проведення якісного аналізу на катіони полумікрометодом:
- A. 1,0 мл.\*
  - B. 0,5 мл.
  - C. 2,0 мл.
  - D. 1,5 мл.
  - E. 5,0 мл.
81. Надхромова кислота, що утворюється при окисненні хрому, у водних розчинах нестійка та розкладається. Вкажіть, який розчинник використовують для її екстракції:
- A. Ізоаміловий спирт з ефіром.\*
  - B. Хлороформ.
  - C. Бензол.
  - D. Нітробензол.
  - E. Ізопропіловий спирт.
82. Для виявлення катіонів кобальту з тіоціонатом амонію, утворену комплексну сполуку вилучають у шар органічного розчинника, що являє собою:
- A. Ізоаміловий спирт з ефіром.\*
  - B. Хлороформ.
  - C. Бензол.
  - D. Нітробензол.
  - E. Ізопропіловий спирт.
83. При виявленні катіонів цинку за утворенням «зелені Рінмана» смужку фільтрувального паперу змочують розбавленим розчином:
- A. Нітрату кобальту.\*
  - B. Нітрату кадмію.
  - C. Нітрату міді.
  - D. Сульфату кобальту.
  - E. Хлориду кобальту.
84. Зовнішнім ефектом реакції катіонів кобальту з реактивом Іллінського є:
- A. Пурпурно-червоний осад.\*
  - B. Карміново-червоний розчин.
  - C. Зелений осад.
  - D. Блакитний осад.
  - E. Червоне забарвлення хлороформного шару.
85. Катіони заліза(III) реагують у водних розчинах з сульфосаліциловою кислотою з утворенням забарвлених комплексів. При  $\text{pH}=2-3$  домінують комплекси:
- A. Червоного кольору.\*
  - B. Жовтого кольору.
  - C. Зеленого кольору.
  - D. Синього кольору.
  - E. Блакитного кольору.
86. Катіони заліза(III) реагують в водних розчинах з сульфосаліциловою кислотою з утворенням забарвлених комплексів. При  $\text{pH} = 9-11$  домінують комплекси:
- A. Жовтого кольору.\*
  - B. Червоного кольору.
  - C. Зеленого кольору.



- D. Синього кольору.
- E. Блакитного кольору.

87. Виявити мікрокількості миш'яку можливо, відновивши його до арсину. В якості відновника використовують:

- A. Цинк.\*
- B. Залізо.
- C. Мідь.
- D. Срібло.
- E. Ртуть.

88. Розчин, що містить катіони I-VI аналітичних груп, забарвлений в рожевий колір. Наявність яких катіонів в розчині можливо припустити:

- A. Кобальту.\*
- B. Нікелю.
- C. Хрому.
- D. Міді.
- E. Марганцю.

89. Розчин, що містить катіони I-VI аналітичних груп, забарвлений в блакитний колір. Наявність яких катіонів в розчині можливо припустити:

- A. Міді.\*
- B. Нікелю.
- C. Хрому.
- D. Кобальту.
- E. Марганцю.

90. Розчин, що містить катіони I-VI аналітичних груп, забарвлений в зелений колір. Наявність яких катіонів в розчині можливо припустити:

- A. Нікелю.\*
- B. Кобальту.
- C. Заліза(III).
- D. Міді.
- E. Марганцю.

91. Реактив Чугаєва, який використовують для виявлення деяких катіонів, являє собою:

- A. Діацетилдиоксим.\*
- B.  $\alpha$ -нітрозо- $\beta$ -нафтол.
- C. Діетилдитіокарбамінат натрію.
- D. Дифенілкарбазон.
- E. Дитизон.

92. Які катіони містить розчин, якщо при дії гідроксиду натрію спостерігають випадіння світло-зеленого осаду:

- A. Заліза(II).\*
- B. Заліза(III).
- C. Марганцю.
- D. Магнію.
- E. Ртуті(II).

93. Які катіони містить розчин, якщо при дії гідроксиду натрію спостерігають випадіння кольорового осаду, що буріє на повітрі внаслідок окиснення киснем повітря:

- A. Заліза(II).\*
- B. Заліза(III).
- C. Марганцю.
- D. Магнію.
- E. Ртуті(II).

94. За кислотно-основною класифікацією до катіонів IV аналітичної групи належать:

- A.  $Zn^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $As^{III}$ ,  $As^V$ ,  $Sn^{2+}$ ,  $Sn^{IV}$ .\*
- B.  $Zn^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $As^{III}$ ,  $As^V$ ,  $Sn^{2+}$ ,  $Sn^{IV}$ .
- C.  $Zn^{2+}$ ,  $Bi^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $As^{III}$ ,  $As^V$ ,  $Sn^{2+}$ ,  $Sn^{IV}$ .
- D.  $Zn^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $As^{III}$ ,  $As^V$ ,  $Sb^{3+}$ ,  $Sb^V$ .
- E.  $Mn^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $As^{III}$ ,  $As^V$ ,  $Sn^{2+}$ ,  $Sn^{IV}$ .

95. За кислотно-основною класифікацією до катіонів V аналітичної групи належать:

- A.  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Bi^{3+}$ ,  $Sb^{III}$ ,  $Sb^V$ .\*
- B.  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Bi^{3+}$ ,  $Sn^{2+}$ ,  $Sn^{IV}$ .
- C.  $Hg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Bi^{3+}$ ,  $Sb^{III}$ ,  $Sb^V$ .
- D.  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Sb^{III}$ ,  $Sb^V$ .
- E.  $Mg^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Bi^{3+}$ ,  $Sb^{III}$ ,  $Sb^V$ .

96. За кислотно-основною класифікацією до катіонів VI аналітичної групи належать:

- A.  $Cu^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$ .\*
- B.  $Cu^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Hg_2^{2+}$ .
- C.  $Cu^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$ .
- D.  $Cu^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$ .
- E.  $Cu^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ .

97. Груповим реагентом на катіони IV аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією є:

- A. Надлишок 2 М розчину NaOH в присутності  $H_2O_2$ .\*
- B. Надлишок 2 М розчину NaOH.
- C. Надлишок 0,2 М розчину NaOH в присутності  $H_2O_2$ .
- D. Еквівалентний об'єм 2 М розчину NaOH в присутності  $H_2O_2$ .
- E. Надлишок 2 М розчину NaOH в присутності етанолу.

98. Груповим реагентом на катіони V аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією є:

- A. 25% водний розчин аміаку.\*
- B. 2 М розчин хлористоводневої кислоти.
- C. 0,2 М розчин гідроксиду натрію.
- D. Надлишок 2 М розчину NaOH в присутності  $H_2O_2$ .
- E. 2 М розчин сірчаної кислоти.

99. Груповим реагентом на катіони VI аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією є:

- A. 25% водний розчин аміаку.\*
- B. 5% водний розчин аміаку.

- C. 0,2 М розчин гідроксиду натрію.
- D. Надлишок 2 М розчину NaOH в присутності H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.
- E. 2 М розчин сірчаної кислоти.

100. При дії групового реагенту катіони V аналітичної групи осаджуються у вигляді:

- A. Mg(OH)<sub>2</sub>, Mn(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub>, Sb(OH)<sub>3</sub>, SbO(OH)<sub>3</sub>, Bi(OH)<sub>3</sub>.\*
- B. Mg(OH)<sub>2</sub>, MnO(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub>, Sb(OH)<sub>3</sub>, SbO(OH)<sub>3</sub>, Bi(OH)<sub>3</sub>.
- C. Mg(OH)<sub>2</sub>, Mn(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub>, SbO(OH)<sub>3</sub>, Bi(OH)<sub>3</sub>.
- D. Mg(OH)<sub>2</sub>, Mn(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub>, SbO(OH)<sub>3</sub>, Bi(OH)<sub>3</sub>.
- E. Mg(OH)<sub>2</sub>, Mn(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub>, SbO(OH)<sub>3</sub>, Bi(OH)<sub>3</sub>.

101. Катіони вісмуту з розчином йодиду калію утворюють чорний осад, розчинний у надлишку реактиву з утворенням розчину:

- A. Оранжевого кольору.\*
- B. Червоного кольору.
- C. Жовтого кольору.
- D. Брудно-зеленого кольору.
- E. Чорного кольору.

### ПИТАННЯ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЮ З АНАЛІЗУ АНІОНІВ І-ІІІ АНАЛІТИЧНИХ ГРУП

1. Висновок про можливість та напрямок перебігу окисно-відновних процесів можна зробити на підставі:
  - A. ЕРС реакції.\*
  - B. Концентрації реагуючих речовин.
  - C. Величин стандартних редокс-потенціалів.
  - D. Протікання конкуруючих реакцій з учасниками ОВ процесу.
  - E. Природи окисно-відновних пар.
2. Висновок про повноту перебігу окисно-відновних процесів можна зробити на підставі:
  - A. Константи рівноваги.\*
  - B. Концентрації реагуючих речовин.
  - C. Величин стандартних редокс-потенціалів.
  - D. Перебігу конкуруючих реакцій з учасниками ОВ процесу.
  - E. Природи окисно-відновних пар.
3. Величина стандартного потенціалу залежить від:
  - A. Температури.\*
  - B. Тиску\*.
  - C. Природи розчинника\*.
  - D. Іонної сили.
  - E. Концентрації реагентів.
4. Величина формального потенціалу залежить від:
  - A. Температури.\*
  - B. Тиску.\*
  - C. Природи розчинника.\*
  - D. Іонної сили.\*
  - E. Концентрації сторонніх електролітів.\*

5. Окисно-відновна реакція перебігає до кінця (99,9%), якщо:
- $K_p \geq 10^8$ .\*
  - $K_p < 10^8$ .
  - $K_p \leq 10^{-8}$ .
  - $K_p = 1-10^7$ .
  - $K_p = 10^{-8} - 10^7$ .
6. Окисно-відновна реакція перебігає в прямому напрямку, якщо:
- $\Delta DС > 0$ .\*
  - $\Delta DС < 0$ .
  - $K_p \leq 10^{-8}$ .
  - $K_p > 1$ .\*
  - $K_p < 1$ .
7. Для яких редокс-пар величина потенціалу залежить від рН середовища:
- $\text{HAsO}_4^{2-}, 3\text{H}^+/\text{AsO}_2^-$ .\*
  - $\text{MnO}_4^-, 8\text{H}^+/\text{Mn}^{2+}$ .\*
  - $\text{I}_2/2\text{I}$ .
  - $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ .
  - $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$ .
8. Для яких редокс-пар величина потенціалу не залежить від рН середовища:
- $\text{Br}_2/2\text{Br}^-$ .\*
  - $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ .\*
  - $\text{I}_2/2\text{I}$ .\*
  - $\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2\downarrow, 4\text{OH}^-$ .
  - $\text{BrO}_3^-, 6\text{H}^+/\text{Br}^-$ .
9. Коефіцієнт розподілення  $E$  залежить від:
- Концентрації речовини в обох фазах.\*
  - рН водної фази.\*
  - Температури.\*
  - Об'єму органічної фази.
  - Об'єму водної фази.
10. Ступінь вилучення  $R$  залежить від:
- Співвідношення об'ємів органічної і водної фаз.\*
  - рН водної фази.\*
  - Кількості екстракцій.\*
  - Природи розчинника.
  - Концентрації речовини, яку екстрагують.
11. В яких випадках застосовують реекстракцію в аналітичних цілях:
- Коли визначення речовини, яку екстрагують, в органічній фазі утруднено.\*
  - Для переведення речовини, яку екстрагують, у стан іонів.
  - Для підсилення забарвлення речовини, яку екстрагують.
  - Для послаблення забарвлення речовини, яку екстрагують.
  - Для підвищення «сольватації» молекулами екстрагенту.
12. Для яких цілей застосовують двумірну хроматографію на папері:
- Для розділення речовин, серед яких одні мають близькі  $R_f$  в одному розчиннику та різні – в іншому.\*

- В. Для розділення речовин, з яких одна переноситься одним рухомим розчинником, а друга – іншим.
- С. Для розділення двох речовин з однаковими значеннями  $R_f$  в обох розчинниках.
- Д. Для підвищення чутливості хроматографічного методу.
- Е. Для отримання забарвлених зон на хроматограмі.
13. Від яких факторів залежить швидкість переміщення та значення  $R_f$ :
- А. Від природи речовини та складу застосованого розчинника.\*
- В. Від концентрації досліджуваної речовини.
- С. Від тиску парів застосованого розчинника.
- Д. Від методу проявлення плями.
- Е. Від розмірів пластинки для хроматографування.
14. Чим відрізняється розподільна хроматографія від адсорбційної:
- А. У розподільній хроматографії речовини поглинаються рідинами, а в адсорбційній – поверхнею твердого сорбенту.\*
- В. Розрізень немає.
- С. Розподільна хроматографія дає можливість точніше розділити суміш речовин.
- Д. У розподільній хроматографії використовують більш низькі температури.
- Е. Адсорбційна хроматографія дозволяє точніше розділити суміші речовин.
15. Що лежить в основі розділення сумішей речовин методом осадової хроматографії:
- А. Неоднакова розчинність сполук, що утворюються.\*
- В. Утворення осадів компонентів суміші з реагентом-осадником.
- С. Різні значення добутків розчинності утворених сполук неоднотипного складу.
- Д. Відмінність у розчинності розподіляємих речовин у двох незмішних рідких фазах.
- Е. Відмінність між розмірами часток розподіляємих компонентів та розмірами пор нерухої фази.
16. Згідно класифікації аніонів, заснованій на утворенні малорозчинних солей барію та срібла, до I аналітичної групи відносяться:
- А.  $C_4H_4O_6^{2-}$ ,  $C_6H_5O_7^{3-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$  та ін.\*
- В.  $SO_4^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $S^{2-}$ ,  $SCN^-$  та ін.
- С.  $PO_4^{3-}$ ,  $VO_4^{3-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $BrO_3^-$  та ін.
- Д.  $C_2O_4^{2-}$ ,  $AsO_3^{3-}$ ,  $C_6H_5COO^-$ ,  $Cl^-$  та ін.
- Е.  $SO_4^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $S_2O_3^{2-}$ ,  $NO_3^-$  та ін.
17. Згідно класифікації аніонів, заснованій на утворенні малорозчинних солей барію та срібла, до II аналітичної групи відносяться:
- А.  $I^-$ ,  $S^{2-}$ ,  $SCN^-$ ,  $C_6H_5COO^-$  та ін.\*
- В.  $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$  та ін.
- С.  $S^{2-}$ ,  $SCN^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $CH_3COO^-$  та ін.
- Д.  $SO_4^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $S_2O_3^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$  та ін.
- Е.  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $BrO_3^-$ ,  $CH_3COO^-$  та ін.
18. Згідно класифікації аніонів, заснованій на утворенні малорозчинних солей барію та срібла, до III аналітичної групи відносяться:
- А.  $BrO_3^-$ ,  $CH_3COO^-$ ,  $C_6H_4OHCOO^-$ ,  $MnO_4^-$  та ін.\*
- В.  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $AsO_3^{3-}$ ,  $AsO_4^{3-}$  та ін.
- С.  $PO_4^{3-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $BrO_3^-$  та ін.
- Д.  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $Cl^-$ ,  $MnO_4^-$  та ін.
- Е.  $NO_2^-$ ,  $BrO_3^-$ ,  $SCN^-$ ,  $C_6H_5COO^-$  та ін.

19. Які аніони проявляють окисні властивості:

- A.  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$ ,  $\text{BrO}_3^-$ \*
- B.  $\text{BrO}_3^-$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{S}^{2-}$
- C.  $\text{AsO}_4^{3-}$ ,  $\text{AsO}_3^{3-}$ ,  $\text{NO}_3^-$
- D.  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$
- E.  $\text{AsO}_4^{3-}$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$

20. Які аніони проявляють відновні властивості:

- A.  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{AsO}_3^{3-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SCN}^-$  та ін.\*
- B.  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{BrO}_3^-$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$  та ін.
- C.  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{BrO}_3^-$  та ін.
- D.  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  та ін.
- E.  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$  та ін.

21. Які аніони не проявляють окисно-відновні властивості (індіферентні аніони):

- A.  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$  та ін.\*
- B.  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{S}^{2-}$  та ін.
- C.  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$  та ін.
- D.  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  та ін.
- E.  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$  та ін.

22. Які аніони з нітратом срібла утворюють осад, розчинний у карбонаті амонію:

- A. Хлорид-іони.\*
- B. Бромід-іони.
- C. Сульфід-іони.
- D. Йодид-іони.
- E. Тіоціанат-іони.

23. Які аніони при нагріванні з алюмінієм у лужному середовищі виділяють газ, що викликає посиніння червоного лакмусового папірця, змоченого водою:

- A. Нітрат-іони.\*
- B. Нітрит-іони.
- C. Ацетат-іони.
- D. Карбонат-іони.
- E. Тіосульфат-іони.

24. Які аніони з солями заліза(III) спочатку дають забарвлення чайно-червоного кольору, а при нагріванні – осад червоно-бурого кольору:

- A. Ацетат-іони.\*
- B. Йодид-іони.
- C. Тіоціанат-іони.
- D. Бромат-іони.
- E. Бензоат-іони.

25. Які аніони з хлоридом барію утворюють білий осад, частково розчинний у хлороводневій кислоті:

- A. Сульфат- і карбонат-іони.\*
- B. Сульфат- і хлорид-іони.
- C. Хлорид- і бромид-іони.
- D. Ацетат- і сульфат-іони.
- E. Сульфат- і сульфід-іони.

26. Які аніони з розчином нітрату срібла в азотнокислому середовищі утворюють чорний осад, розчинний в конц. азотній кислоті при нагріванні:
- A. Сульфід-іони.\*
  - B. Ацетат-іони.
  - C. Фосфат-іони.
  - D. Бромат-іони.
  - E. Бромід-іони.
27. Які аніони при підкисленні досліджуваного розчину виділяють газ, що має запах і викликає помутніння розчину в пробірці:
- A. Тіосульфат-іони.\*
  - B. Сульфід-іони.
  - C. Карбонат-іони.
  - D. Сульфід-іони.
  - E. Нітрит-іони.
28. Які аніони з солями кадмію утворюють жовтий осад:
- A. Сульфід-іони.\*
  - B. Салцилат-іони.
  - C. Тартрат-іони.
  - D. Цитрат-іони.
  - E. Тіоціанат-іони.
29. Які аніони утворюють з катіонами барію осад, спроможний адсорбувати на собі перманганат-іони, забарвлюючись при цьому в фіолетово-червоний колір:
- A. Сульфат-іони.\*
  - B. Фосфат-іони.
  - C. Сульфід-іони.
  - D. Тіосульфат-іони.
  - E. Сульфід-іони.
30. Які аніони в азотнокислому середовищі з нітратом срібла утворюють осад світло-жовтого кольору, нерозчинний у розчині карбонату амонію і частково розчинний у концентрованому розчині аміаку:
- A. Бромід-іони.\*
  - B. Хлорид-іони.
  - C. Йодид-іони.
  - D. Тіоціанат-іони.
  - E. Бромат-іони.
31. Які аніони присутні у досліджуваному розчині, якщо при його підкисленні виділяється забарвлений газ, що має запах:
- A. Нітрит-іони.\*
  - B. Карбонат-іони.
  - C. Тіосульфат-іони.
  - D. Сульфід-іони.
  - E. Сульфід-іони.
32. Які аніони при взаємодії з червоною плямою родизонату барію руйнують його, викликаючи знебарвлення:
- A. Сульфат-іони.\*

- В. Хлорид-іони.
- С. Оксалат-іони.
- Д. Сульфід-іони.
- Е. Арсенат-іони.

33. Які аніони з нітратом срібла в нейтральному середовищі утворюють осад шоколадного кольору:

- А. Арсенат-іони.\*
- В. Фосфат-іони.
- С. Арсеніт-іони.
- Д. Тіосульфат-іони.
- Е. Сульфід-іони.

34. Які аніони утворюють з молібденовою рідиною в присутності винної кислоти жовтий осад:

- А. Фосфат-іони.\*
- В. Арсенат-іони.
- С. Арсеніт-іони.
- Д. Бензоат-іони.
- Е. Бромат-іони.

35. Які аніони є у розчині, якщо при проведенні реакції з розчином йоду реакція середовища стає кислою:

- А. Сульфід-іони.\*
- В. Сульфід-іони.
- С. Тіосульфат-іони.
- Д. Карбонат-іони.
- Е. Фосфат-іони.

36. Які аніони з антипірином у кислому середовищі дають смарагдово-зелене забарвлення:

- А. Нітрит-іони.\*
- В. Нітрат-іони.
- С. Фосфат-іони.
- Д. Бромат-іони.
- Е. Ацетат-іони.

37. Які аніони з солями марганцю(II) утворюють червоний розчин, який переходить у бурий осад:

- А. Бромат-іони.\*
- В. Йодид-іони.
- С. Тіоціанат-іони.
- Д. Ацетат-іони.
- Е. Бромід-іони.

38. Які аніони з нітратом срібла в нейтральному середовищі утворюють білий осад, який швидко розкладається до чорного осаду:

- А. Тіосульфат-іони.\*
- В. Сульфід-іони.
- С. Хлорид-іони.
- Д. Нітрат-іони.
- Е. Сульфід-іони.



39. Які аніони з солями заліза(II) в присутності конц. сірчаної кислоти утворюють буре кільце:
- A. Нітрат-іони.\*
  - B. Ацетат-іони.
  - C. Бромат-іони.
  - D. Цитрат-іони.
  - E. Тіоціонат-іони.
40. Які аніони з солями кобальту дають синє забарвлення органічного шару:
- A. Тіоціанат-іони.\*
  - B. Тіосульфат-іони.
  - C. Бромат-іони.
  - D. Оксалат-іони.
  - E. Ацетат-іони.
41. Яким розчином просочують фільтрований папір для виявлення сірководня, що виділяється при дії сильних кислот на сульфід-іони:
- A. Ацетатом свинцю.\*
  - B. Ацетатом барію.
  - C. Ацетатом стронцію.
  - D. Ацетатом кальцію.
  - E. Ацетатом натрію.
42. Які аніони знебарвлюють розчин йоду тільки при  $pH = 8,5$ :
- A. Арсеніт-іони.\*
  - B. Саліцилат-іони.
  - C. Арсенат-іони.
  - D. Оксалат-іони.
  - E. Фосфат-іони.
43. Які аніони утворюють осад з солями кальцію тільки при кип'ятінні:
- A. Цитрат-іони.\*
  - B. Оксалат-іони.
  - C. Карбонат-іони.
  - D. Тартрат-іони.
  - E. Сульфат-іони.
44. Які аніони при взаємодії з нітропрусидом натрію в лужному середовищі або аміачному середовищі утворюють продукт фіолетового кольору:
- A. Сульфід-іони.\*
  - B. Сульфат-іони.
  - C. Ацетат-іони.
  - D. Тіосульфат-іони.
  - E. Саліцилат-іони.
45. Якого кольору продукт взаємодії нітрат-іонів з антипірином:
- A. Червоний.\*
  - B. Жовтий.
  - C. Зелений.
  - D. Білий.
  - E. Чорний.

46. Якого кольору продукт взаємодії нітрит-іонів з антипірином:
- A. Зелений.\*
  - B. Жовтий.
  - C. Червоний.
  - D. Фіолетовий.
  - E. Чорний.
47. Які аніони з аміловим спиртом і конц. сірчаною кислотою при нагріванні утворюють продукт із характерним приємним запахом:
- A. Ацетат-іони.\*
  - B. Тіосульфат-іони.
  - C. Нітрит-іони.
  - D. Оксалат-іони.
  - E. Тіоціанат-іони.
48. Які аніони утворюють з катіонами заліза(III) в нейтральному середовищі рожево-жовтий осад:
- A. Бензоат-іони.\*
  - B. Цитрат-іони.
  - C. Тартрат-іони.
  - D. Оксалат-іони.
  - E. Саліцилат-іони.
49. Які аніони після підкислення розчину азотною кислотою виділяють безбарвний газ, що не має запаху:
- A. Карбонат-іони.\*
  - B. Сульфід-іони.
  - C. Ацетат-іони.
  - D. Тіосульфат-іони.
  - E. Тіоціанат-іони.
50. Які аніони з солями заліза(III) утворюють розчин червоного кольору:
- A. Тіоціанат-іони.\*
  - B. Бромід-іони.
  - C. Йодид-іони.
  - D. Бромат-іони.
  - E. Цитрат-іони.
51. При якому значенні рН у розчині не можуть існувати аніони  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ :
- A.  $\text{pH} < 2$ .\*
  - B.  $\text{pH} = 2-4$ .
  - C.  $\text{pH} = 5-4$ .
  - D.  $\text{pH} > 2$ .
  - E.  $\text{pH} > 5$ .
52. Які аніони при додаванні хлориду заліза(III), хлороводневої кислоти і хлороформу дають фіолетове озабарвлення хлороформного шару:
- A. Йодид-іони.\*
  - B. Бромід-іони.
  - C. Тіоціанат-іони.
  - D. Бромат-іони.

Е. Бензоат-іони.

53. Які аніони в кислому середовищі при додаванні хлорної води краплями дають фіолетове забарвлення хлороформного шару, а потім знебарвлюються:

- А. Йодид-іони.\*
- В. Ацетат-іони.
- С. Бромід-іони.
- Д. Тіоціанат-іони.
- Е. Салцилат-іони.

54. Які аніони після упарювання, додавання до сухого залишку конц. сірчаної кислоти та етилового спирту утворюють продукт, що горить зеленим полум'ям:

- А. Тетраборат-іони.\*
- В. Фосфат-іони.
- С. Бромат-іони.
- Д. Ацетат-іони.
- Е. Цитрат-іони.

55. Які аніони при підкисленні розчину виділяють газ без запаху, який призводить до помутніння баритової води:

- А. Карбонат-іони.\*
- В. Тіосульфат-іони.
- С. Сульфід-іони.
- Д. Сульфат-іони.
- Е. Сульфід-іони.

56. При якому значенні рН у розчині не можуть співіснувати аніони-окисники та аніони-відновники:

- А.  $\text{pH} \leq 5$ .\*
- В.  $\text{pH} < 9$ .
- С.  $\text{pH} = 5-7$ .
- Д.  $\text{pH} > 7$ .
- Е.  $\text{pH} > 5$ .

57. Які аніони при додаванні етилового спирту і сірчаної кислоти при нагріванні дають характерний запах:

- А. Ацетат-іони.\*
- В. Нітрат-іони.
- С. Тіосульфат-іони.
- Д. Нітрит-іони.
- Е. Тетраборат-іони.

58. Які аніони при підкисленні розчину і додаванні хлорної води дають оранжеве забарвлення хлороформного шару:

- А. Бромід-іони.\*
- В. Йодид-іони.
- С. Бромат-іони.
- Д. Сульфід-іони.
- Е. Хлорид-іони.

59. Які аніони при підкисленні розчину виділяють газ без запаху, який викликає помутніння вапняної води:

- A. Карбонат-іони.\*
- B. Тіосульфат-іони.
- C. Сульфід-іони.
- D. Сульфит-іони.
- E. Хлорид-іони.

60. Які аніони при підкисленні розчину викликають його помутніння та виділяють газ, який викликає помутніння вапняної води:

- A. Тіосульфат-іони.\*
- B. Фосфат-іони.
- C. Сульфат-іони.
- D. Оксалат-іони.
- E. Хлорид-іони.

61. Які аніони при підкисленні розчину виділяють газ з характерним запахом, який викликає помутніння вапняної води:

- A. Сульфит-іони.\*
- B. Бромат-іони.
- C. Арсенат-іони.
- D. Ацетат-іони.
- E. Сульфат-іони.

62. Які аніони знебарвлюють розчин перманганату калію тільки при нагріванні:

- A. Оксалат-іони.\*
- B. Сульфит-іони.
- C. Тіосульфат-іони.
- D. Йодид-іони.
- E. Тіоціанат-ион.

63. Які аніони утворюють з розчином солі свинцю жовтий осад, який розчиняється при нагріванні в воді та знов випадає у вигляді золотистих лусочок після охолодження:

- A. Йодид-іони.\*
- B. Фосфат-іони.
- C. Хлорид-іони.
- D. Арсенат-іони.
- E. Тіоціанат-іони.

64. Досліджуваний розчин з розчином хлориду барію утворює білий осад, який не розчиняється ні в кислотах, ні в лугах. Яким є склад отриманого осаду:

- A. Сульфат барію.\*
- B. Сульфит барію.
- C. Карбонат барію.
- D. Оксалат барію.
- E. Фосфат барію.

65. Досліджуваний розчин утворює з розчином хлориду барію білий осад, розчинний в 2 M розчині хлороводневої кислоти з виділенням газу без кольору та запаху. Які аніони присутні в розчині:

- A. Карбонат-іони.\*
- B. Сульфит-іони.
- C. Тіосульфат-іони.
- D. Тіоціанат-іони.
- E. Сульфат-іони.

66. Досліджуваний розчин утворює з розчином нітрату срібла білий сирнистий осад, розчинний у розчині аміаку. Вкажіть склад отриманого осаду:
- A. Хлорид срібла.\*
  - B. Бромід срібла.
  - C. Йодид срібла.
  - D. Тіоціанат срібла.
  - E. Сульфід срібла.
67. При якому значенні рН аніони I аналітичної групи утворюють осад з хлоридом барію:
- A. рН = 7-9.\*
  - B. рН = 5-7.
  - C. рН = 1-2.
  - D. рН = 10-12.
  - E. рН = 4-9.
68. Які аніони заважають виявленню тіосульфат-іонів реакцією з розчином нітрату срібла:
- A. Сульфід-іони.\*
  - B. Карбонат-іони.
  - C. Оксалат-іони.
  - D. Фосфат-іони.
  - E. Сульфат-іони.
69. При додаванні до розчину, якій містить аніони III аналітичної групи, розчину сірчаної кислоти і розчину йодиду калію спостерігається виділення вільного йоду. Які аніони присутні в розчині:
- A. Нітрит-іони.\*
  - B. Нітрат-іони.
  - C. Сульфат-іони.
  - D. Бромід-іони.
  - E. Арсенит-іони.
70. При додаванні до розчину, якій містить аніони II аналітичної групи, нітрату срібла утворюється чорний осад, нерозчинний у розчині аміаку, але розчинний при нагріванні в розчині розведеної азотної кислоти. Які аніони присутні в розчині:
- A. Сульфід-іони.\*
  - B. Йодид-іони.
  - C. Хлорид-іони.
  - D. Бромід-іони.
  - E. Тіоціанат іони.
71. Вкажіть груповий реагент на аніони II аналітичної групи:
- A. Розчин нітрату срібла.\*
  - B. Розчин нітрату барію.
  - C. Розчин гідроксиду натрію.
  - D. Розчин аміаку.
  - E. Розчин сірчаної кислоти.
72. Вкажіть груповий реагент на аніони I аналітичної групи:
- A. Розчин хлориду барію.\*
  - B. Розчин хлориду натрію.
  - C. Розчин хлориду кадмію.
  - D. Розчин хлориду калію.

- Е. Розчин хлороводневої кислоти.
73. Дією якого реагенту можна виявити тіосульфат-іони в присутності сульфід-іонів:
- Сірчаної кислоти.\*
  - Калію йодиду.
  - Калію перманганату.
  - Барію хлориду.
  - Натрію гідроксиду.
74. Яку кількість досліджуваного розчину необхідно взяти для проведення якісного аналізу на аніони напівмікрометодом:
- 2,0 мл.\*
  - 1,0 мл.
  - 3,0 мл.
  - 5,0 мл.
  - 0,5 мл.
75. Яку кількість сухої речовини необхідно взяти для проведення якісного аналізу катіонів та аніонів напівмікрометодом:
- 0,1 г.\*
  - 0,5 г.
  - 0,02 г.
  - 1,0 г.
  - 0,25 г.
76. При проведенні якісного аналізу напівмікрометодом беруть аналітичну пробу (а. п.), яка представляє собою:
- 2-3 краплі досліджуваного розчину.\*
  - 10-20 крапель.
  - 5-10 крапель.
  - 1 крапля.
  - 5 крапель.
77. При пропусканні надлишку  $\text{CO}_2$ , отриманого при дії розведеної мінеральної кислоти на карбонат-іон, крізь вапняну воду утворюється осад (помутніння розчину), який при подальшому пропусканні  $\text{CO}_2$  зникає внаслідок утворення продукту:
- $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ \*.
  - $\text{Ca}(\text{OH})_2$
  - $\text{CaCO}_3$
  - $\text{H}_2\text{CO}_3$
  - $\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
78. При дії хлорної води на суміш бромід- і йодид-іонів у кислому середовищі в присутності хлороформу спостерігається поступова зміна забарвлення органічного шару:
- Фіолетове, безбарвне, оранжеве, жовте.\*
  - Фіолетове, оранжеве, безбарвне, жовте.
  - Фіолетове, оранжеве, жовте, безбарвне.
  - Оранжеве, жовте, безбарвне, фіолетове.
  - Фіолетове, жовте, безбарвне, оранжеве.
79. За допомогою якого органічного реагенту можна провести виявлення нітрат- і нітрит-іонів при їх сумісній присутності:
- Розчину антипірину.\*

- В. Розчину дифеніламіну.
- С. Розчину сульфату заліза(II).
- Д. Розчину йодиду калію.
- Е. Розчину сульфату заліза(III).

80. При дії дихромату калію на хлорид-іони в присутності сірчаної кислоти утворюється летка сполука хрому – хлорид хромілу, що має наступний склад:

- A.  $\text{CrO}_2\text{Cl}_2^*$
- B.  $\text{CrOCl}_2$
- C.  $\text{CrO}_2\text{Cl}$
- D.  $\text{Cr}_2\text{O}_2\text{Cl}_2$
- E.  $\text{CrOCl}$

81. Яку реакцію можна застосувати для виявлення хлорид-іонів у суміші  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$  та  $\text{I}^-$  при їх сумісній присутності:

- A. Реакція утворення хлористого хромілу.\*
- B. Реакція з нітратом срібла.
- C. Реакція окислення хлорною водою.
- D. Реакція з нітритом натрію.
- E. Реакція з перманганатом калію.

82. При дії розчину хлориду барію на суміш аніонів осад утворюється після механічного впливу (потирання скляною паличкою по стінкам пробірки). Які аніони присутні в розчині:

- A. Тетраборат-іони.\*
- B. Оксалат-іони.
- C. Сульфат-іони.
- D. Арсенат-іони.
- E. Карбонат-іони.

83. При дії розчину хлориду барію на суміш аніонів осад утворюється після механічного впливу (потирання скляною паличкою по стінкам пробірки). Які аніони присутні в розчині:

- A. Тіосульфат-іони.\*
- B. Оксалат-іони.
- C. Сульфат-іони.
- D. Арсенат-іони.
- E. Карбонат-іони.

84. Як можна виявити фосфат-іони в присутності арсенат-іонів:

- A. Реакцією з молібденовою рідиною в присутності винної кислоти.\*
- B. Реакцією з молібденовою рідиною.
- C. Реакцією з магnezіальною сумішшю.
- D. Реакцією з хлоридом барію в нейтральному середовищі.
- E. Реакцією з мінеральними кислотами.

85. Як можна виявити йодид- і тіоціонат-іони при їх сумісній присутності:

- A. Реакцією з солями заліза(III) в присутності органічного екстрагенту.\*
- B. Реакцією з солями заліза(III).
- C. Реакцією з солями кобальту(II) в присутності органічного екстрагенту.
- D. Реакцією з хлорною водою в присутності органічного екстрагенту.
- E. Реакцією з концентрованою сірчаною кислотою та етиловим спиртом.

86. Якими елементами періодичної системи Д.І. Менделєєва утворюються аніони:

- A. *p*-елементами.\*
- B. *d*-елементами.\*
- C. *f*-елементами.
- D.  $s^1$ - елементами.
- E.  $s^2$ - елементами.

87. Розчини яких аніонів є забарвленими:

- A. Перманганат-іони.\*
- B. Хромат-іони.\*
- C. Дихромат-іони.\*
- D. Саліцилат-іони.
- E. Бромат-іони.

88. Які аніони при підкисленні їх розчинів утворюють вільну кислоту, яка випадає у вигляді білого осаду:

- A. Саліцилат-іони.\*
- B. Бензоат-іони.\*
- C. Цитрат-іони.
- D. Тартрат-іони.
- E. Оксалат-іони.

89. Досліджуваний розчин з катіонами свинцю дає білий кристалічний осад, розчинний у 30%-ному ацетаті амонію. Які аніони є у розчині:

- A. Сульфат-іони.\*
- B. Йодид-іони.
- C. Хромат-іони.
- D. Дихромат-іони.
- E. Сульфід-іони.

90. Які аніони з катіонами свинцю утворюють білий осад, розчинний у гарячій воді та який знов утворюється при охолодженні в формі голок:

- A. Хлорид-іони.\*
- B. Йодид-іони.
- C. Сульфат-іони.
- D. Фосфат-іони.
- E. Сульфід-іони.

90. Які аніони з нітратом срібла в нейтральному середовищі утворюють осад жовтого кольору:

- A. Фосфат-іони.\*
- B. Арсеніт-іони.\*
- C. Арсенат-іони.
- D. Оксалат-іони.
- E. Сульфід-іони.