

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

ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ

модуль 1

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА АНАЛІЗУ АНІОНІВ.

АНАЛІЗ СУМІШІ СУХИХ СОЛЕЙ

змістовий модуль 3

Навчально-методичний посібник
для викладачів та студентів
2 курсу спеціальності «Фармація»

Запоріжжя 2017

Навчально-методичний посібник склали:

доктор фармацевтичних наук С. О. Васюк;

кандидат фармацевтичних наук А. С. Коржова

Рецензенти:

доктор фармацевтичних наук, професор, завідувач кафедри органічної і біоорганічної 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 «Фармація».

ОКИСНО-ВІДНОВНІ РІВНОВАГИ В АНАЛІТИЧНІЙ ХІМІЇ

Окисно-відновні системи

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)*.

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

$$E_{\text{p Ox/Red}} = E_{\text{Ox/Red}}^0 + \frac{RT}{Fn} \cdot \ln \frac{a_{\text{Ox}}}{a_{\text{Red}}}, \text{ де}$$

$E_{\text{p Ox/Red}}$ – реальний ОВ потенціал даної редокс-пари, В;

$E_{\text{Ox/Red}}^0$ – стандартний ОВ потенціал даної редокс-пари, В;

R – універсальна газова стала (8,314 Дж/К·моль);

T – абсолютна температура, при якій перебігає реакція, К;

F – число Фарадея (96500 Кл);

n – число електронів, що приймають участь у напівреакції;

a_{Ox} и a_{Red} – активності відповідно окисленої та відновленої форм даної редокс-пари.

На практиці зручніше користуватися рівнянням Нернста, в якому підставлені числові значення констант, а натуральні логарифми переведені у десятичні. Тоді для температури 25°C рівняння Нернста має наступний вигляд:

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

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

Напрямок перебігу 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: $\text{ЭДС} = E_{p\text{ Ox}} - E_{p\text{ Red}}$.

Реакція окислення-відновлення перебігає в прямому напрямку, якщо $\text{ЕРС} > 0$. При $\text{ЕРС} < 0$ перебігає зворотня реакція.

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_{Ox}^0 и E_{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.

Якщо $K_p > 1$, то реакція перебігає в прямому напрямку (в напрямку утворення продуктів реакції). При $K_p < 1$ реакція перебігає в сторону утворення вихідних речовин.

АНІОНИ

Аналітична класифікація аніонів

Аніони утворюють тільки *p*- та інколи *d*-елементи (Cr, Mn) періодичної системи Д. І. Менделєєва, які, виявляючи позитивний ступінь окислення, мають більш сильні поляризуючі властивості, ніж *s*-елементи.

У зв'язку з цим більшість аніонів є складними, тобто складаються з відповідного елемента та кисню або іншого елемента (CrO_4^{2-} , SO_4^{2-} , MnO_4^- , SCN^- и др.). Аніони, утворені елементами з негативним ступенем окислення, є простими (Cl^- , Br^- , S^{2-} и др.). Один і той же *p*-елемент може утворювати прості та складні аніони в залежності від знаку проявленого при цьому ступеня окислення, наприклад, SO_4^{2-} , S^{2-} , SCN^- , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, SO_3^{2-} .

Загальновизнаної та повсюдно прийнятої класифікації аніонів за групами не існує. Описано різноманітні класифікації аніонів.

Частіше приймають до уваги розчинність солей барію та срібла тих чи інших аніонів та їх окисно-відновні властивості у водних розчинах.

Заняття № 9

1. ТЕМА: Якісні реакції аніонів I аналітичної групи (SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, PO_4^{3-} , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, CO_3^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, AsO_3^{3-} , 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 (Cl^- , Br^- , I^- , SCN^- , S^{2-} , $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$) та III аналітичної групи (NO_3^- , NO_2^- , BrO_3^- , CH_3COO^- , $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOO}^-$).

2. 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.

3. ЦІЛЬОВІ ЗАВДАННЯ:

3.1. Усвідомити теоритичні основи застосування реакцій окислення-відновлення в якісному аналізі.

3.2. Навчитися розраховувати редокс-потенціал, ЕРС, константу рівноваги окисно-відновних реакцій та на основі цих величин з'ясовувати можливість перебігу та напрямок окисно-відновних реакцій.

3.3. Вивчити хіміко-аналітичні властивості аніонів та їх аналітичні класифікації.

3.4. Вивчити якісні реакції аніонів I-III аналітичних груп та умови їх проведення.

3.5. Навчитися виконувати якісні реакції з загальними реагентами та реакції виявлення окремих аніонів.

4. ПЛАН ТА ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА ЗАНЯТТЯ:

- | | |
|--|-------|
| 4.1. Організаційний момент..... | 3 хв |
| 4.2. Постановка мети заняття та мотивація вивчення теми заняття (вступне слово викладача)..... | 7 хв |
| 4.3. Корекція вихідного рівня знань-умінь..... | 30 хв |

4.4. Організація самостійної роботи студентів (цільові вказівки викладача, техніка безпеки).....	5 хв
4.5. Лабораторна робота.....	120 хв
4.6. Підсумковий контроль: перевірка результатів лабораторної роботи та протоколів.....	10 хв
4.7. Заключне слово викладача, вказівки до наступного заняття.....	5 хв

5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ:

5.1. Повторити теоретичний матеріал з курсу загальної та неорганічної хімії: теорія реакцій окислення-відновлення, окисно-відновні властивості речовин; *p*-елементи: бор, вуглець, азот, фосфор, миш'як, кисень, сірка, хлор, бром, йод, їх положення в періодичній системі Д. І. Менделєєва, електронна будова; властивості кислот: сірчаної, сірчистої, сірководневої, фосфорної, борної, вугільної, миш'якової, миш'яковистої, хлороводневої, бромоводневої, йодо-водневої, азотної, азотистої.

Повторити теоретичний матеріал з курсу органічної хімії: карбонові кислоти – оцтова, винна, бензойна, саліцилова, щавлева, лимонна.

5.2. Вивчити програмний матеріал з даної теми згідно питан-ням, що наведені нижче.

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.

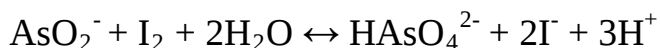
5. Як ураховують при складанні рівняння Нернста агрегатний стан однієї з форм редокс-пари та рН середовища?

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:



перебігала в прямому напрямку? За яких умов її можна змістити в зворотньому напрямку?

10. Загальна характеристика аніонів та аналітичні класифікації аніонів за групами.

11. Чому пробу на аніони I аналітичної групи з BaCl_2 виконують у нейтральному або слабо лужному середовищі, а на аніони II групи з AgNO_3 – в азотнокислому?

12. Чи свідчить негативна проба з BaCl_2 про відсутність всіх аніонів I групи?

13. Які заключення можна зробити на підставі розчинності барієвих солей аніонів I групи?

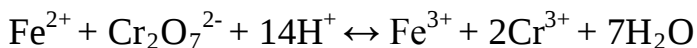
14. Які реакції, в якій послідовності та з яким зовнішнім ефектом перебігають при додаванні хлорної води краплями до підкисленого розчину, який містить I^- та Br^- -іони в присутності бензолу чи хлороформу? Чи можна цією реакцією виявити I^- та Br^- -іони у разі їх спільної присутності? Чому хлорну воду необхідно додавати краплями?

15. Які аніони та якими реакціями можна виявити в сухій пробі (твердому зразку)?

16. Якісні реакції виявлення аніонів I-III аналітичних груп та умови їх проведення (див. п. 6).

5.3. Розв'язати задачі:

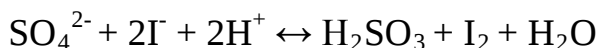
Задача 1. Розрахуйте ЕРС системи:



при $\text{pH} = 0$, $[\text{Fe}^{2+}] = 0,01$ моль/л; $[\text{Fe}^{3+}] = 10^{-6}$ моль/л; $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = 0,1$ моль/л; $[\text{Cr}^{3+}] = 10^{-6}$ моль/л.

Відповідь: 0,903 В.

Задача 2. Розрахуйте значення K_p , оцініть напрямок та повноту перебігу реакції:



при $\text{pH} = 1$.

Відповідь: 10^{-40} .

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.

6. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

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

1. Роботи з концентрованими кислотами, розчинами сульфідів, спиртом проводити під витяжною шафою.
2. Пам'ятати, що сполуки миш'яку – отруйні!
3. Продукти, отримані при виконанні реакцій на AsO_3^{3-} та AsO_4^{3-} -іони, зливають у призначені склянки під витяжною шафою.

**Загальні реакції аніонів I аналітичної групи
З хлоридом барію**

Характерні реакції аніонів I аналітичної групи

Реакції SO_4^{2-} -іонів

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

Реакції SO_3^{2-} -іонів

1. *Реакція з мінеральними кислотами*
2. *Реакція з йодною або бромною водою*
3. *Реакція відновлення металевим цинком у кислому середовищі*

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 PO_4^{3-} -іонів

1. Реакція з нітратом срібла
2. Реакція з магнезіальною сумішшю (MgSO_4 , NH_3 і NH_4Cl)
3. Реакція з молібденовою рідиною (розчин $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ і NH_4NO_3 у HNO_3)

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

1. Реакція забарвлення полум'я складними ефірами борної кислоти

Реакції 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 AsO_3^{3-} -іонів

1. Реакція з нітратом срібла
2. Реакція з сульфід-іонами
3. Реакція з розчином йоду

Реакції AsO_4^{3-} -іонів

1. Реакція з нітратом срібла
2. Реакція з магнезіальною сумішшю (MgSO_4 , NH_3 і NH_4Cl)
3. Реакція з молібденовою рідиною (розчин $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ і NH_4NO_3 у HNO_3)
4. Реакція з сульфід-іонами
5. Реакція з йодидом калію

Реакції тартрат-іонів $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$

Реакція з хлоридом калію

Реакції цитрат-іонів $C_6H_5O_7^{3-}$

Реакція з хлоридом кальцію

**Загальні реакції аніонів II аналітичної групи
З нітратом срібла в розчині 2 М азотної кислоти**

Характерні реакції аніонів II аналітичної групи

Реакції Cl^- -іонів

- 1. Реакція з дихроматом калію – реакція утворення хлористого хромилу***
- 2. Реакція з окисниками ($KMnO_4$)***

Реакції Br^- -іонів

Реакція з окисниками (хлорна вода)

Реакції I^- -іонів

Реакція з окисниками (хлорна вода)

Реакції SCN^- -іонів

- 1. Реакція з солями кобальту(II)***
- 2. Реакція з солями заліза(III)***

Реакції S^{2-} -іонів

- 1. Реакція з мінеральними кислотами*
- 2. Реакція з солями кадмію*
- 3. Реакція з нітропрусидом натрію*

Реакції бензоат-іонів $C_6H_5COO^-$

Реакція з хлоридом заліза(III)

Характерні реакції аніонів III аналітичної групи

Реакції NO_3^- -іонів

- 1. Реакція з дифеніламіном*
- 2. Реакція з металевим Al або Zn*
- 3. Реакція з сульфатом заліза(II) и конц. сірчаною кислотою*
- 4. Реакція з антипірином*

Реакції NO_2^- -іонів

- 1. Реакція з мінеральними кислотами*
- 2. Реакція з йодидом калію*
- 3. Реакція з антипірином*

Реакції BrO_3^- -іонів

- 1. Реакція з сульфатом марганцю в кислому середовищі*
- 2. Реакція з бромід- або йодид-іонами в кислому середовищі*

Реакції ацетат-іонів CH_3COO^-

1. Реакція з мінеральними кислотами

2. Реакція з хлоридом заліза(III)

3. Реакція утворення ефірів

Реакції саліцилат-іонів $C_6H_4OHCOO^-$

Реакція з хлоридом заліза(III)

7. НАГЛЯДНІ ПОСІБНИКИ, ТЗ НАВЧАННЯ ТА КОНТРОЛЮ

7.1. Табличний фонд за темою заняття.

7.2. Навчальні посібники:

– довідник з аналітичної хімії.

7.3. ТЗ навчання та контролю:

– картки для виявлення початкового рівня знань-умінь;

– контрольні питання;

– тести.

Заняття № 10

1. ТЕМА: Аналіз суміші аніонів I-III аналітичних груп.

2. МЕТА: Закріпити теоритичні знання та навчитися їх застосовувати в самостійній практичній роботі з аналізу аніонів I-III аналітичних груп і для аналізу суміші аніонів I-III аналітичних груп.

3. ЦІЛЬОВІ ЗАВДАННЯ:

3.1. Закріпити знання з основ окисно-відновних реакцій і засто-суванню їх в якісному аналізі.

3.2. Сформувати уміння застосовувати знання теоретичних питань та якісних реакцій на аніони для проведення систематичного ходу аналізу деяких сумішей аніонів і для рішення запропонованих ситуаційних задач.

3.4. Навчитися проводити аналіз суміші аніонів I-III аналітич-них груп, поєднуючи дробний аналіз аніонів з елементами систематичного ходу анализу, та робити логічні висновки за результатами аналізу задач.

4. ПЛАН ТА ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА ЗАНЯТТЯ:

4.1. Організаційний момент....	3 хв
4.2. Постановка мети заняття та мотивація вивчення теми заняття (вступне слово викладача).....	7 хв
4.3. Корекція вихідного рівня знань-умінь.....	30 хв
4.4. Організація самостійної роботи студентів (цільові вказівки викладача, техніка безпеки).....	5 хв
4.5. Лабораторна робота.....	120 хв
4.6. Підсумковий контроль: перевірка результатів лабораторної роботи та протоколів.....	10 хв

4.7. Заключне слово викладача, вказівки до наступного заняття.....5 хв

5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ:

5.1. Повторити теоретичний матеріал попереднього заняття з аналітичної хімії: окисно-відновні реакції в аналітичній хімії; хіміко-аналітичні властивості аніонів I-III аналітич-них груп, класифікація аніонів; якісні реакції аніонів I-III аналітичних груп.

5.2. Вивчити програмний матеріал з даної теми згідно питань, що наведені нижче.

Навчальні питання для самопідготовки студентів

1. Як поділяються аніони на групи згідно розчинності солей барію та срібла?
2. Як поділяються аніони на групи згідно окисно-відновним властивостям?
3. Як використовують окисно-відновні властивості аніонів в аналізі сумішей аніонів?
4. Які аніони можна виявити по знебарвленню розчину перманганату калію в кислому, нейтральному середовищах?
5. Які аніони спричиняють знебарвлення розчину йоду?
6. Які аніони можна виявити за виділенням йоду з розчину йодиду калію в кислому середовищі?
7. Які аніони при взаємодії з хлороводною кислотою виділяють газу? Як виявляють ці газу?
8. Яку інформацію про наявність або відсутність аніонів можна отримати на підставі значення рН водного розчину? Наявність яких аніонів можна виключити в кислому середовищі?

9. Як виявити нітрит- і нітрат-іони при їх сумісній присутності в розчині?

10. Як можна виявити йодид- і тіоціонат-іони при їх сумісній присутності в розчині?

11. Чи можна виявити хлорною водою йодид- і бромид-іони при їх сумісній присутності в розчині? В якій послідовності буде проходити окислення вказаних іонів? Відповідь підтвердіть, використовуючи значення редокс-потенціалів відповідних окисно-відновних пар. Запишіть хімізм реакцій.

12. Як проаналізувати наступні суміші аніонів I-III аналітичних груп:

- Cl^- , Br^- , I^- ;
- SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, S^{2-} ;
- AsO_4^{3-} , AsO_3^{3-} , PO_4^{3-} ;
- SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, CO_3^{2-} ;
- NO_2^- , NO_3^- .

Література:

1. Алексеев В.Н. Качественный анализ. – М.: Химия, 1972. – С. 515-522.
2. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 480 с.
3. Пономарев В.Д. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 1. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 296-271.
4. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 479-500.

6. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Кожен студент отримує контрольну задачу в вигляді розчину суміші аніонів I-III аналітичних груп. Аналіз суміші аніонів I-III аналітичних груп проводять у послідовності, наведеній нижче.

АНАЛІЗ СУМІШІ АНІОНІВ І-ІІІ АНАЛІТИЧНИХ ГРУП

Попередні випробування

Визначення рН середовища

Якщо $\text{pH} < 2$, то в досліджуваному розчині відсутні аніони нестійких кислот, які розкладаються в кислому середовищі: SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, CO_3^{2-} , S^{2-} , NO_2^- . У кислому середовищі при $\text{pH} \leq 5$ також не можуть бути присутніми одночасно аніони-відновники і аніони-окисники, наприклад, I^- і NO_2^- , I^- і AsO_4^{3-} , NO_2^- і AsO_3^{3-} та ін., оскільки вони реагують один з одним.

У лужному середовищі можуть бути присутніми всі аніони.

Проба на присутність аніонів I аналітичної групи

У пробірку вміщують 4-5 крапель досліджуваного розчину, доводять (при необхідності) значення рН до 7-9, додають 4-5 крапель розчину хлориду барію.

Утворення осаду вказує на присутність аніонів I аналітичної групи.

Якщо осад не випадає, то зазначені аніони відсутні в розчині, але $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ і AsO_3^{3-} можуть бути присутніми, оскільки їх осад утворюються тільки з концентрованих розчинів.

У разі утворення осаду отриману суміш розчину з осадом підкислюють розчином хлороводневої кислоти. Якщо осад розчинився не повністю, то це означає, що в досліджуваному розчині присутні SO_4^{2-} -іони. Повне розчинення осаду вказує на відсутність SO_4^{2-} -іонів в досліджуваному розчині.

Проба на присутність аніонів II аналітичної групи

У пробірку вміщують 4-5 крапель досліджуваного розчину, додають 4-5 крапель розчину нітрату срібла і 2-3 краплі розведеної азотної кислоти.

Випадіння осаду свідчить про присутність у розчині аніонів II аналітичної групи.

Проба на присутність аніонів-окисників

У пробірку вміщують 5-6 крапель досліджуваного розчину, додають 2 краплі розведеної сірчаної кислоти, 5 крапель хлороформу, 2-3 краплі розчину йодиду калію та збовтують.

Поява фіолетового забарвлення хлороформного шару указує на можливу присутність аніонів – BrO_3^- , AsO_4^{3-} , NO_2^- , NO_3^- , MnO_4^- , CrO_4^{2-} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$.

Проба на присутність аніонів-відновників

▪ До 5-6 крапель досліджуваного розчину додають 1-2 краплі розведеної сірчаної кислоти, 2-3 краплі розчину перманганату калію.

Якщо розчин знебарвився, то в ньому можуть бути присутні аніони – S^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, AsO_3^{3-} , NO_2^- , Cl^- , Br^- , I^- , SCN^- , CN^- .

Якщо розчин не знебарвився, то його обережно нагрівають на водяній бані до 70-80°C, оскільки $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ -іони окисляються тільки при нагріванні.

▪ До 3-4 крапель досліджуваного розчину додають краплю розведеної сірчаної кислоти та 2-3 краплі розчину йоду.

Знебарвлення розчину указує на можливу присутність у ньому аніонів – S^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, AsO_3^{3-} .

Проба на присутність аніонів нестійких кислот

У пробірку вміщують 4-5 крапель досліджуваного розчину, додають 1-2 краплі розведеної сірчаної кислоти і обережно нагрівають на киплячій водяній бані.

Виділення бульбашок газу вказує на можливу присутність у розчині аніонів SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, CO_3^{2-} , S^{2-} , NO_2^- .

Жовто-бурий колір газів оксидів азоту свідчить про наявність NO_2^- -іонів у розчині з можливою присутністю і інших аніонів нестійких кислот. Помутніння розчину при його підкисленні свідчить про наявність у ньому $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ -іонів, які розкладаються з виділенням елементарної сірки.

Виявлення аніонів

З урахуванням даних, отриманих у попередніх випробуваннях, роблять заключення про можливу присутність тих чи інших аніонів у досліджуваному розчині, після чого виявляють їх *дробним методом* і, застосовуючи *систематичний хід аналізу* для деяких сумішей аніонів.

Виявлення SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, S^{2-} -іонів

Якщо проба на присутність відновників розчином I_2 була позитивною, то в окремій порції початкового розчину виявляють аніони SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, S^{2-} .

Виявлення і відділення S^{2-} -іонів

До краплі лужного досліджуваного розчину додають краплю розчину нітропрусиду натрію. Поява червоно-фіолетового забарвлення указує на присутність S^{2-} -іонів.

Якщо S^{2-} -іони виявлено, то до 5 крапель розчину додають трохи твердого CdCO_3 , взбовтують, суміш центрифугують і перевіряють повноту осадження, діючи на краплю розчину нітропрусидом натрію:

<u>осад 1</u>	<u>розчин 1</u>
$\text{CdS} \downarrow$	SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

Осад 1 промивають, жовтий колір осаду підтверджує присутність S^{2-} -іонів. S^{2-} -іони також виявляють за виділенням $\text{H}_2\text{S} \uparrow$ при дії на осад 1 розведеної хлороводневої кислоти.

Виявлення $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ -іонів

До 2 крапель розчину 1 (або початкового досліджуваного розчину, якщо S^{2-} -іони відсутні) додають 3-4 краплі 2 М розчину HCl і суміш нагрівають на

киплячій водянній бані. Утворення білої або жовтуватої каламуті (сірка) указує на присутність $S_2O_3^{2-}$ -іонів.

Виявлення SO_3^{2-} -іонів і SO_4^{2-} -іонів

Якщо виявлено $S_2O_3^{2-}$ -іони, то до розчину 1, що залишився, додають розчин $Sr(NO_3)_2$ або $SrCl_2$ до повного осадження. Утворений осад ($SrSO_3\downarrow$, $SrSO_4\downarrow$) ретельно промивають (для відділення $S_2O_3^{2-}$ -іонів), збовтують з 3-4 краплями води і ділять каламутну рідину на дві частини.

Виявлення SO_3^{2-} -іонів. До однієї частини додають 2-3 краплі 2 М розчину HCl і по краплям розчин I_2 . Знебарвлення його свідчить про присутність SO_3^{2-} -іонів.

Виявлення SO_4^{2-} -іонів. На іншу порцію осаду діють 2 краплями розчину $BaCl_2$ (для переведення $SrSO_4\downarrow$ в менш розчинну сіль – $BaSO_4\downarrow$) і надлишком 2 М розчину HCl . Нерозчинність у ній осаду указує на присутність SO_4^{2-} -іонів.

SO_4^{2-} -іони також виявляють у попередніх випробуваннях.

Виявлення CO_3^{2-} -іонів

у присутності SO_3^{2-} і $S_2O_3^{2-}$ -іонів

Якщо попередньо була виявлена присутність SO_3^{2-} і $S_2O_3^{2-}$ -іонів, то їх попередньо окислюють додаванням 5-6 крапель 3%-вого розчину H_2O_2 . Потім CO_3^{2-} -іони виявляють реакцією з мінеральними кислотами.

Виявлення Cl^- , Br^- , I^- -іонів

Якщо в попередніх дослідженнях виявлено присутність аніонів II аналітичної групи, то в окремій порції початкового розчину виявляють аніони Cl^- , Br^- , I^- .

Виявлення Cl^- , Br^- , I^- -іонів

До 3-4 крапель досліджуваного розчину додають декілька крапель розчину $AgNO_3$, 2-3 краплі розведеної азотної кислоти, домагаються повноти осадження. Осад відділяють центрифугуванням і промивають водою:

<u>осад 1</u>	<u>розчин 1</u>
$\text{AgCl}\downarrow, \text{AgBr}\downarrow, \text{AgI}\downarrow$	відкидають

Розчинення $\text{AgCl}\downarrow$ та виявлення Cl^- -іонів

Осад 1 ретельно збовтують 1 хвилину з 20-30 краплями 12%-вого розчину $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. Суміш центрифугують і промивають:

<u>осад 2</u>	<u>розчин 2</u>
$\text{AgBr}\downarrow, \text{AgI}\downarrow$	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+, \text{Cl}^-$

До розчину 2 додають по краплям розчин KBr . При наявності в ньому Cl^- -іонів утворюється інтенсивне помутніння (за рахунок утворення $\text{AgBr}\downarrow$), що свідчить про наявність Cl^- -іонів у досліджуваному розчині.

Переведення Br^- , I^- -іонів у розчин

До осаду 2 додають 5-6 крапель води, 5-6 крапель 1 М розчину сірчаної кислоти і декілька шматочків металевого цинку, суміш нагрівають на киплячій водяній бані протягом декілька хвилин, після чого осад відділяють центрифугуванням і відкидають:

<u>осад 3</u>	<u>розчин 3</u>
$\text{Zn}\downarrow, \text{Ag}\downarrow$	Br^-, I^-
відкидають	

Виявлення Br^- , I^- -іонів

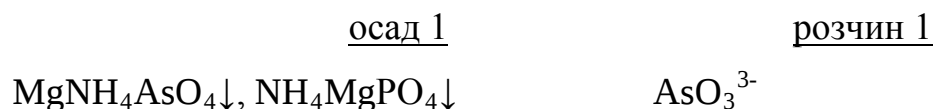
2 краплі розчину 3 підкислюють 2-3 краплями розчину сірчаної кислоти, додають 4-5 крапель хлороформу і виявляють Br^- , I^- -іони дією хлорної води, додаючи її по краплям.

Виявлення PO_4^{3-} , AsO_3^{3-} , AsO_4^{3-} -іонів

Якщо в попередніх дослідженнях виявлено прсутність аніонів I аналітичної групи, то в окремій порції початкового розчину виявляють аніони PO_4^{3-} , AsO_3^{3-} , AsO_4^{3-} .

Видділення AsO_4^{3-} і PO_4^{3-} -іонів від AsO_3^{3-} -іонів

До 5-6 крапель досліджуваного розчину додають 5-6 крапель магnezіальної суміші. Якщо осад випадає не зразу, потирають стінки пробірки скляною паличкою. Через 15 хвилин утворений осад відділяють центрифугуванням і промивають водою, яка містить декілька крапель NH_4OH :



Виявлення AsO_3^{3-} -іонів

Розчин 1 підкислюють декількома краплями 2 М розчину HCl , нагрівають на киплячій водяній бані і додають до нього H_2S . Випадіння жовтого осаду, який розчиняється в NH_4OH та знову випадає при підкисленні розчину, свідчить про присутність AsO_3^{3-} -іонів.

Виявлення AsO_4^{3-} и PO_4^{3-} -іонів

Осад 1 розчиняють у декількох краплях 2 М розчину CH_3COOH і в окремих порціях розчину виявляють AsO_4^{3-} і PO_4^{3-} -іони.

Виявлення AsO_4^{3-} -іонів. До 2-3 крапель отриманного розчину додають 2-3 краплі концентрованої хлороводневої кислоти, 1 краплю розчину йодиду калію і 2-3 краплі хлороформу. Поява при збовтуванні фіолетового забарвлення органічного шару свідчить про присутність AsO_4^{3-} -іонів.

Виявлення PO_4^{3-} -іонів. До 3-4 крапель отриманого розчину додають 3-4 краплі молібденової рідини в присутності винної кислоти. Суміш нагрівають на водяній бані при температурі не вище 50°C . Випадіння жовтого осаду підтверджує наявність PO_4^{3-} -іонів.

На підставі одержаних результатів досліджень роблять висновок про виявлені аніони в досліджуваному розчині.

7. НАГЛЯДНІ ПОСІБНИКИ, ТЗ НАВЧАННЯ ТА КОНТРОЛЮ

7.1. Табличний фонд за темою заняття.

7.2. Навчальні посібники:

– довідник з аналітичної хімії.

7.3. ТЗ навчання та контролю:

– картки для виявлення початкового рівня знань-умінь;

– контрольні питання;

– тести.

МЕТОДИ РОЗДІЛЕННЯ І КОНЦЕНТРУВАННЯ РЕЧОВИН В АНАЛІТИЧНІЙ ХІМІЇ

При проведенні хімічного аналізу часто доводиться виявляти речовину в присутності інших речовин, або, коли її концентрація дуже мала, або, коли концентрація незначна і є домішки заважаючих речовин. У таких випадках необхідно проводити *розділення* або *концентрування* речовин.

Розділення – це операція (процес), у результаті якої компоненти, які складають суміш, відділяють один від одного, причому їх концентрації можуть відрізнятися або бути близькими одна до одної.

Концентрування – це операція (процес), у результаті якої підвищується відношення концентрації мікрокомпоненту до концентрації макрокомпоненту. У цих випадках концентрації компонентів, які розділяють, різко відмінні.

СПІВОСАДЖЕННЯ

Зазвичай при утворенні твердої фази в осад переходять в більший або меншій кількості такі компоненти, котрі самі по собі не осаджуються за даних умов. Це явище називається *співосадженням*.

Наприклад, при осадженні BaSO_4 із розчину захоплюються осадом іони MnO_4^- , Cl^- , Fe^{3+} та інші, причому захоплені домішки не відмиваються водою.

Головними причинами співосадження буває *адсорбція*, *оклюзія*, *ізоморфізм* та деякі інші.

Адсорбцією називається поглинання речовини поверхнею твердого тіла (адсорбента).

Оклюзією називається вид співосадження, при якому відбувається захоплювання домішок з розчину всередину кристалу.

Ізоморфізм – властивість іонів заміщувати один одного в кристалі з утворенням змішаних кристалів або твердих розчинів.

ЕКСТРАКЦІЯ

Екстракція – це процес розподілення речовини між двома незмішними (або обмежено змішними) рідинами, зазвичай між водою та органічним розчинником.

Таке розподілення розчиненої речовини між двома незмішними рідкими фазами є рівноважним процесом, який описують за допомогою закону діючих мас:

$$A_B \leftrightarrow A_O, \text{ де}$$

A_B і A_O – речовина А у воді та органічному розчиннику відповідно.

Кількісно цей процес характеризується законом розподілення Нернста:

$$P = \frac{[A]_O}{[A]_B}, \text{ де}$$

$[A]_O$ і $[A]_B$ – концентрації однієї й тієї ж речовини в органічній і водній фазах відповідно;

P – константа розподілення.

Константа розподілення P дорівнює відношенню концентрацій (точніше активностей) однієї й тієї ж форми речовини в обох фазах і при постійній температурі є величиною постійною, яка не залежить від загальної концентрації розчиненої речовини.

Практично зручніше екстрагуванність виражати через *ступінь вилучення* (відсоток екстракції) R , який представляє собою виражене у % відношення

сумарної кількості речовини, що екстрагують, в органічній фазі до її загальної кількості в обох фазах:

$$R = \frac{E}{E + \frac{V_B}{V_O}} \cdot 100, \text{ де}$$

V_B і V_O – об'єми водної та органічної фаз відповідно.

Зазвичай достатнім вилученням речовини вважають, коли ступінь вилучення складає 99 або 99,9 %.

Ефективність екстракційного розподілення двох речовин характеризують *фактором розділення*:

$$F = \frac{E_1}{E_2}, \text{ де}$$

E_1 і E_2 – коефіцієнти розподілення першої та другої речовини.

ХРОМАТОГРАФІЯ

Хроматографія – це фізико-хімічний процес розділення речовин, заснований на розподіленні компонентів між двома фазами – *нерухомою фазою* (НФ) і *рухомою фазою* (РФ).

Рухома фаза (газ, рідина) в процесі хроматографування безперервно переміщується вздовж нерухомої фази (тверде тіло, рідина), так що частки речовин, які хроматографують, переносяться разом з РФ та можуть багаторазово переходити з рухомої фази до нерухомої та навпаки.

Заняття № 11

1. ТЕМА: Підсумкове заняття з теорії та практики аналізу аніонів I-III аналітичних груп, методам розділення і концентрування.

2. МЕТА: Закріпити знання з теорії та практики аналізу аніонів I-III аналітичних груп, перевірити засвоєння студентами вивченого матеріалу та вміння застосовувати його для аналізу та рішення розрахункових задач.

3. ЦІЛЬОВІ ЗАВДАННЯ:

3.1. Перевірити та закріпити знання з окисно-відновних рівно-ваг та їх ролі в аналітичній хімії.

3.2. Перевірити знання з методів розділення та концентрування речовин в аналітичній хімії.

3.3. Закріпити вміння розв'язувати розрахункові задачі з вивчених тем.

3.4. Сформувані чіткі уявлення про дробний аналіз аніонів і систематичний хід аналізу деяких сумішей аніонів I-III аналітичної груп.

4. ПЛАН ТА ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА ЗАНЯТТЯ:

- | | |
|--|-------|
| 4.1. Організаційний момент.... | 3 хв |
| 4.2. Постановка мети заняття та мотивація вивчення теми заняття (вступне слово викладача)..... | 7 хв |
| 4.3. Виявлення вихідного рівня знань-умінь (картковий контроль)..... | 45 хв |
| 4.4. Індивідуальна співбесіда..... | 80 хв |

4.5. Тестовий контроль.....	25 хв
4.6. Перевірка протоколів.....	15 хв
4.7. Заключне слово викладача, вказівки до наступного заняття.....	5 хв

5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ:

5.1. Повторити теоритичний матеріал занять 9 і 10.

5.2. Повторити характерні реакції та аналіз суміші аніонів I-III аналітичних груп.

5.3. Вивчити програмний матеріал з даної теми згідно запропонованому переліку питань, розв'язати наведені нижче задачі, проробити тестові завдання.

Питання з вивченого розділу якісного аналізу

I. Окисно-відновні рівноваги в аналітичній хімії

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

II. Методи розділення і концентрування речовин в аналітичній хімії

1. Сутність і класифікація методів розділення і концентрування. Значення в аналітичній хімії.
2. Осадження і співосадження. Поняття адсорбції, оклюзії, ізоморфізму.
3. Екстракція в аналітичній хімії. Принцип методу екстракції. Основні закони і кількісні характеристики.

III. Хроматографічні методи аналізу

1. Хроматографія, сутність методу.
2. Класифікація хроматографічних методів аналізу.
3. Адсорбційна хроматографія.
4. Розподільна хроматографія.
5. Площинна хроматографія.
6. Осадова хроматографія.

IV. Хіміко-аналітичні властивості і аналіз аніонів

I-III аналітичних груп

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 (SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, PO_4^{3-} , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, CO_3^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, AsO_3^{3-} , 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 (Cl^- , Br^- , I^- , SCN^- , S^{2-} , $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$) і III аналітичної групи (NO_3^- , NO_2^- , BrO_3^- , CH_3COO^- , $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOO}^-$).
4. Аналіз суміші аніонів I-III аналітичних груп.
5. Укладіть схему ходу аналізу і напишіть рівняння реакцій виявлення наступних сумішей аніонів:

- CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , Cl^- , I^- ;
- SO_3^{2-} , Br^- , I^- , S^{2-} ;
- PO_4^{3-} , Br^- , Cl^- , I^- ;
- Cl^- , I^- , NO_3^- , CH_3COO^- ;
- SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Cl^- , CH_3COO^- ;
- SO_3^{2-} , CO_3^{2-} , Br^- , I^- , NO_2^- ;
- $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, S^{2-} , NO_3^- , NO_2^- ;
- SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , Cl^- , Br^- , NO_3^- ;
- PO_4^{3-} , Cl^- , Br^- , S^{2-} , NO_3^- .

5.3. Розв'язати задачі:

Задача 1. З 40 мл водного розчину екстрагують нікель(II) у вигляді диметилглюксимату 10 мл хлороформу, коефіцієнт розподілення нікелю(II) між хлороформом і водою дорівнює 410. Розрахуйте ступінь вилучення нікелю(II) у хлороформ при цих умовах.

Відповідь: 99%.

Задача 2. Коефіцієнт розподілення оксихінолята заліза(III) між водою і бензолом при $\text{pH}=12$ дорівнює 15. Розрахуйте молярну концентрацію заліза(III) у водній фазі після екстракції його з 50 мл водного 0,1 М розчину чотирма порціями бензолу по 10 мл.

Відповідь: $3,9 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

Задача 3. Для стандартних розчинів речовин А і В були отримані наступні значення R_f – відповідно 0,56 і 0,34. При хроматографуванні в тих же умовах невідомого розчину на пластинці були отримані дві плями, розташовані на відстані 5,7 см і 4,3 см. Розчинник теж пройшов відстань у 12,6 см. Встановіть, чи присутні в досліджуваному розчині речовини А і В.

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. 177-203, 207-236.
4. Пономарев В.Д. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 1. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 85-104, 250-270.
5. 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 АНІОНІВ I-III 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:

A. $K_p \geq 10^8$.*

B. $K_p < 10^8$.

C. $K_p \leq 10^{-8}$.

D. $K_p = 1 \cdot 10^7$.

E. $K_p = 10^{-8} - 10^7$.

6. Окисно-відновна реакція перебігає в прямому напрямку, якщо:

A. $\Delta DС > 0$.*

B. $\Delta DС < 0$.

C. $K_p \leq 10^{-8}$.

D. $K_p > 1$.*

E. $K_p < 1$.

7. Для яких редокс-пар величина потенціалу залежить від рН середовища:

A. $\text{HAsO}_4^{2-}, 3\text{H}^+/\text{AsO}_2^-$.*

B. $\text{MnO}_4^-, 8\text{H}^+/\text{Mn}^{2+}$.*

C. $\text{I}_2/2\text{I}^-$.

D. $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$.

E. $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$.

8. Для яких редокс-пар величина потенціалу не залежить від рН середовища:

A. $\text{Br}_2/2\text{Br}^-$.*

B. $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$.*

C. $\text{I}_2/2\text{I}^-$.*

D. $\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2\downarrow, 4\text{OH}^-$.

E. $\text{BrO}_3^-, 6\text{H}^+/\text{Br}^-$.

9. Коефіцієнт розподілення E залежить від:

A. Концентрації речовини в обох фазах.*

B. pH водної фази.*

C. Температури.*

D. Об'єму органічної фази.

E. Об'єму водної фази.

10. Ступінь вилучення R залежить від:

A. Співвідношення об'ємів органічної і водної фаз.*

B. pH водної фази.*

C. Кількості екстракцій.*

D. Природи розчинника.

E. Концентрації речовини, яку екстрагують.

11. В яких випадках застосовують реекстракцію в аналітичних цілях:

A. Коли визначення речовини, яку екстрагують, в органічній фазі утруднено.*

B. Для переведення речовини, яку екстрагують, у стан іонів.

C. Для підсилення забарвлення речовини, яку екстрагують.

D. Для послаблення забарвлення речовини, яку екстрагують.

E. Для підвищення «сольватації» молекулами екстрагенту.

12. Для яких цілей застосовують двумірну хроматографію на папері:

A. Для розділення речовин, серед яких одні мають близькі R_f в одному розчиннику та різні – в іншому.*

B. Для розділення речовин, з яких одна переноситься одним рухомих 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 добутоків розчинності утворених сполук неоднотипного складу.

D. Відмінність у розчинності розподіляємих речовин у двох незмішних рідких фазах.

E. Відмінність між розмірами часток розподіляємих компонентів та розмірами пор нерухомої фази.

16. Згідно класифікації аніонів, заснованій на утворенні малорозчинних солей барію та срібла, до I аналітичної групи відносяться:

A. $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$, SO_4^{2-} , SO_3^{2-} та ін.*

B. SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , S^{2-} , SCN^- та ін.

C. PO_4^{3-} , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, NO_3^- , BrO_3^- та ін.

D. $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, AsO_3^{3-} , $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$, Cl^- та ін.

E. SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, NO_3^- та ін.

17. Згідно класифікації аніонів, заснованій на утворенні малорозчинних солей барію та срібла, до II аналітичної групи відносяться:

A. I^- , S^{2-} , SCN^- , $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ та ін.*

B. Cl^- , Br^- , SO_4^{2-} , SO_3^{2-} та ін.

C. S^{2-} , SCN^- , NO_2^- , CH_3COO^- та ін.

D. SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, PO_4^{3-} та ін.

E. 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:

A. BrO_3^- , CH_3COO^- , $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOO}^-$, MnO_4^- та ін.*

B. NO_3^- , NO_2^- , AsO_3^{3-} , AsO_4^{3-} та ін.

C. PO_4^{3-} , NO_3^- , NO_2^- , BrO_3^- та ін.

D. NO_3^- , NO_2^- , Cl^- , MnO_4^- та ін.

E. NO_2^- , BrO_3^- , SCN^- , $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ та ін.

19. Які аніони проявляють окисні властивості:

- A. NO_3^- , AsO_4^{3-} , BrO_3^- *
- B. BrO_3^- , CrO_4^{2-} , S^{2-}
- C. AsO_4^{3-} , AsO_3^{3-} , NO_3^-
- D. MnO_4^- , Cl^- , Br^-
- E. AsO_4^{3-} , MnO_4^- , CO_3^{2-}

20. Які аніони проявляють відновні властивості:

- A. $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, AsO_3^{3-} , Cl^- , SCN^- та ін.*
- B. S^{2-} , BrO_3^- , AsO_4^{3-} та ін.
- C. Cl^- , Br^- , I^- , BrO_3^- та ін.
- D. S^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ та ін.
- E. S^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, AsO_4^{3-} та ін.

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

- A. SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ та ін.*
- B. SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , S^{2-} та ін.
- C. CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , Cl^- , Br^- та ін.
- D. PO_4^{3-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, SO_4^{2-} та ін.
- E. SO_4^{2-} , CH_3COO^- , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, 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. Саліцилат-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 азотнокислом 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.*
- B. Хлорид-іони.
- C. Оксалат-іони.
- D. Сульфід-іони.
- E. Арсенат-іони.

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

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

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

- A. Фосфат-іони.*
- B. Арсенат-іони.
- C. Арсеніт-іони.
- D. Бензоат-іони.
- E. Бромат-іони.

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

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

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

- A. Нітрит-іони.*
- B. Нітрат-іони.
- C. Фосфат-іони.
- D. Бромат-іони.
- E. Ацетат-іони.

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

- A. Бромат-іони.*
- B. Йодид-іони.
- C. Тіоціанат-іони.
- D. 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:

А. Нітрат-іони.*

В. Ацетат-іони.

С. Бромат-іони.

Д. Цитрат-іони.

Е. Тіоціонат-іони.

40. Які аніони з солями кобальту дають синє забарвлення органічного шару:

А. Тіоціанат-іони.*

В. Тіосульфат-іони.

С. Бромат-іони.

Д. Оксалат-іони.

Е. Ацетат-іони.

41. Яким розчином просочують фільтрований папір для виявлення сірководня, що виділяється при дії сильних кислот на сульфід-іони:

А. Ацетатом свинцю.*

В. Ацетатом барію.

- C. Ацетатом стронцію.
- D. Ацетатом кальцію.
- E. Ацетатом натрію.

42. Які аніони знебарвлюють розчин йоду тільки при $\text{pH} = 8,5$:

- 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.

С. Зелений.

Д. Білий.

Е. Чорний.

46. Якого кольору продукт взаємодії нітрит-іонів з антипірином:

А. Зелений.*

В. Жовтий.

С. Червоний.

Д. Фіолетовий.

Е. Чорний.

47. Які аніони з аміловим спиртом і конц. сірчаною кислотою при нагріванні утворюють продукт із характерним приємним запахом:

А. Ацетат-іони.*

В. Тіосульфат-іони.

С. Нітрит-іони.

Д. Оксалат-іони.

Е. Тіоціанат-іони.

48. Які аніони утворюють з катіонами заліза(III) в нейтральному середовищі рожево-жовтий осад:

А. Бензоат-іони.*

В. Цитрат-іони.

С. Тартрат-іони.

Д. Оксалат-іони.

Е. Саліцилат-іони.

49. Які аніони після підкислення розчину азотною кислотою виділяють безбарвний газ, що не має запаху:

А. Карбонат-іони.*

- В. Сульфід-іони.
- С. Ацетат-іони.
- Д. Тіосульфат-іони.
- Е. Тіоціанат-іони.

50. Які аніони з солями заліза(III) утворюють розчин червоного кольору:

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

51. При якому значенні рН у розчині не можуть існувати аніони SO_3^{2-} , S^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, NO_2^- , CO_3^{2-} :

- А. $\text{pH} < 2$.*
- В. $\text{pH} = 2-4$.
- С. $\text{pH} = 5-4$.
- Д. $\text{pH} > 2$.
- Е. $\text{pH} > 5$.

52. Які аніони при додаванні хлориду заліза(III), хлороводневої кислоти і хлороформу дають фіолетове озабарвлення хлороформного шару:

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

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

- A. Йодид-іони.*
- B. Ацетат-іони.
- C. Бромід-іони.
- D. Тіоціанат-іони.
- E. Саліцилат-іони.

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

- A. Тетраборат-іони.*
- B. Фосфат-іони.
- C. Бромат-іони.
- D. Ацетат-іони.
- E. Цитрат-іони.

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

- A. Карбонат-іони.*
- B. Тіосульфат-іони.
- C. Сульфід-іони.
- D. Сульфат-іони.
- E. Сульфід-іони.

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

- A. $\text{pH} \leq 5$.*
- B. $\text{pH} < 9$.

C. $\text{pH} = 5-7$.

D. $\text{pH} > 7$.

E. $\text{pH} > 5$.

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

A. Ацетат-іони.*

B. Нітрат-іони.

C. Тіосульфат-іони.

D. Нітрит-іони.

E. Тетраборат-іони.

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

A. Бромід-іони.*

B. Йодид-іони.

C. Бромат-іони.

D. Сульфід-іони.

E. 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. Сульфід-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. Сульфід-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. Сульфід барію.
- C. Карбонат барію.
- D. Оксалат барію.
- E. Фосфат барію.

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

- A. Карбонат-іони.*
- B. Сульфід-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 І аналітичної групи утворюють осад з хлоридом барію:

- A. $\text{pH} = 7-9$.*

B. pH = 5-7.

C. pH = 1-2.

D. pH = 10-12.

E. pH = 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.

Е. Тіоціанат іони.

71. Вкажіть груповий реагент на аніони II аналітичної групи:

- А. Розчин нітрату срібла.*
- В. Розчин нітрату барію.
- С. Розчин гідроксиду натрію.
- Д. Розчин аміаку.
- Е. Розчин сірчаної кислоти.

72. Вкажіть груповий реагент на аніони I аналітичної групи:

- А. Розчин хлориду барію.*
- В. Розчин хлориду натрію.
- С. Розчин хлориду кадмію.
- Д. Розчин хлориду калію.
- Е. Розчин хлороводневої кислоти.

73. Дією якого реагенту можна виявити тіосульфат-іони в присутності сульфід-іонів:

- А. Сірчаної кислоти.*
- В. Калію йодиду.
- С. Калію перманганату.
- Д. Барію хлориду.
- Е. Натрію гідроксиду.

74. Яку кількість досліджуваного розчину необхідно взяти для проведення якісного аналізу на аніони напівмікрометодом:

- А. 2,0 мл.*
- В. 1.0 мл.
- С. 3,0 мл.
- Д. 5,0 мл.

Е. 0,5 мл.

75. Яку кількість сухої речовини необхідно взяти для проведення якісного аналізу катіонів та аніонів напівмікрометодом:

А. 0,1 г.*

В. 0,5 г.

С. 0,02 г.

Д. 1,0 г.

Е. 0,25 г.

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

А. 2-3 краплі досліджуваного розчину.*

В. 10-20 крапель.

С. 5-10 крапель.

Д. 1 крапля.

Е. 5 крапель.

77. При пропусканні надлишку CO_2 , отриманого при дії розведеної мінеральної кислоти на карбонат-іон, крізь вапняну воду утворюється осад (помутніння розчину), який при подальшому пропусканні CO_2 зникає внаслідок утворення продукту:

А. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.*

В. $\text{Ca}(\text{OH})_2$

С. CaCO_3

Д. H_2CO_3

Е. $\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

78. При дії хлорної води на суміш бромід- і йодид-іонів у кислому середовищі в присутності хлороформу спостерігається поступова зміна забарвлення органічного шару:

- A. Фіолетове, безбарвне, оранжеве, жовте.*
- B. Фіолетове, оранжеве, безбарвне, жовте.
- C. Фіолетове, оранжеве, жовте, безбарвне.
- D. Оранжеве, жовте, безбарвне, фіолетове.
- E. Фіолетове, жовте, безбарвне, оранжеве.

79. За допомогою якого органічного реагенту можна провести виявлення нітрат- і нітрит-іонів при їх сумісній присутності:

- A. Розчину антипірину.*
- B. Розчину дифеніламіну.
- C. Розчину сульфату заліза(II).
- D. Розчину йодиду калію.
- E. 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. CrO_2Cl_2 *.
- B. CrOCl_2
- C. CrO_2Cl
- D. $\text{Cr}_2\text{O}_2\text{Cl}_2$
- E. CrOCl

81. Яку реакцію можна застосувати для виявлення хлорид-іонів у суміші Cl^- , Br^- та 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:

А. Реакцією з солями заліза(III) в присутності органічного екстрагенту.*

В. Реакцією з солями заліза(III).

С. Реакцією з солями кобальту(II) в присутності органічного екстрагенту.

Д. Реакцією з хлорною водою в присутності органічного екстрагенту.

Е. Реакцією з концентрованою сірчаною кислотою та етиловим спиртом.

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

А. *p*-елементами.*

В. *d*-елементами.*

С. *f*-елементами.

Д. s^1 - елементами.

Е. s^2 - елементами.

87. Розчини яких аніонів є забарвленими:

А. Перманганат-іони.*

В. Хромат-іони.*

С. Дихромат-іони.*

Д. Саліцилат-іони.

Е. Бромат-іони.

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

А. Саліцилат-іони.*

В. Бензоат-іони.*

С. Цитрат-іони.

Д. Тартрат-іони.

Е. Оксалат-іони.

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

А. Сульфат-іони.*

В. Йодид-іони.

С. Хромат-іони.

Д. Дихромат-іони.

Е. Сульфід-іони.

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

А. Хлорид-іони.*

В. Йодид-іони.

С. Сульфат-іони.

Д. Фосфат-іони.

Е. Сульфід-іони.

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

А. Фосфат-іони.*

В. Арсеніт-іони.*

С. Арсенат-іони.

Д. Оксалат-іони.

Е. Сульфід-іони.

Заняття № 12

1. ТЕМА: Аналіз суміші сухих солей.

2. МЕТА: Закріпити теоретичні знання і практичні навички з аналізу сумішей катіонів та аніонів і навчитися застосовувати їх для проведення аналізу суміші сухих солей невідомого складу.

3. ЦІЛЬОВІ ЗАВДАННЯ:

3.1. Закріпити теоретичні знання основних етапів і способів аналізу невідомої речовини.

3.2. Навчитися на засадах знань хіміко-аналітичних властивостей катіонів і аніонів робити вірні висновки про сумісність та несумісність катіонів і аніонів у суміші.

3.3. Навчитися складати схеми систематичного або дробного аналізу суміші катіонів і аніонів у відповідності до результатів аналізу.

3.4. Оволодіти практичними навичками та методикою аналізу суміші сухих солей і навчитися робити вірні висновки за результатами проведеного дослідження.

4. ПЛАН ТА ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА ЗАНЯТТЯ:

4.1. Організаційний момент....	3 хв
4.2. Постановка мети заняття та мотивація вивчення теми заняття (вступне слово викладача).....	7 хв
4.3. Корекція вихідного рівня знань-умінь.....	30 хв
4.4. Організація самостійної роботи студентів (цільові вказівки викладача, техніка безпеки).....	5 хв
4.5. Лабораторна робота.....	120 хв

4.6. Підсумковий контроль: перевірка результатів лабораторної роботи та протоколів.....	10 хв
4.7. Заключне слово викладача, вказівки до наступного заняття.....	5 хв

5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ:

5.1. Повторити теоретичний матеріал попередніх занять з аналітичної хімії: якісні реакції катіонів та аніонів із загальними і характерними реагентами, умови проведення цих реакцій; дробний і систематичний аналіз катіонів I-VI аналітичних груп згідно кислотно-основної класифікації; аналіз суміші аніонів I-III аналітичних груп.

5.2. Вивчити матеріал з аналізу суміші речовин невідомого складу.

Навчальні питання для самопідготовки студентів

1. Основні етапи аналізу речовин невідомого складу.
2. Попередні спостереження та випробування суміші сухих солей. Яку інформацію про склад зразка можна отримати на підставі дослідження його однорідності, форми і кольору кристалів окремих компонентів? Які катіони і аніони можна виключити, якщо досліджувана речовина не є забарвленою?
3. Підбір розчинника для переведення твердого зразка у розчин.
4. Як можна встановити часткову розчинність речовини в воді?
5. Яка речовина присутня у суміші сухих солей, якщо вона не розчиняється в воді, в 2 М CH_3COOH , HCl , H_2SO_4 , але розчиняється: а) у конц. розчині NH_3 ; б) у 30% розчині $\text{CH}_3\text{COONH}_4$?
6. В якій послідовності підбирають потрібну кислоту для розчинення суміші сухих солей?

7. Якщо суміш солей розчиняється тільки в HCl , чи можуть бути присутніми в ній катіони I аналітичної групи?
8. Про відсутність яких катіонів можна судити, якщо суміш сухих солей розчиняється в H_2SO_4 , HCl ?
9. Як проводять аналіз розчину на наявність катіонів?
10. Як виявляють аніони в досліджуваному розчині?
11. На підставі чого можна зробити висновок про несумісність катіонів і аніонів в досліджуваному розчині?
12. Які аніони повинні бути відсутніми в розчині, якщо в ньому виявлено: катіони Ba^{2+} ; катіони Ag^+ ?
13. Які аніони можуть бути присутніми в розчині, якщо середовище кисле, лужне, нейтральне?
14. Який аніон присутній у суміші сухих солей, якщо при дії 1 М розчину H_2SO_4 виділяється газ без запаху; з запахом сірки, що горить; бурого кольору?
15. Що таке «содовая витяжка»? В яких випадках вона готується, як нейтралізується? Чи можна в ній виявляти CO_3^{2-} -іон?
16. Як на підставі результатів проведеного дослідження роблять висновок про склад досліджуваного зразка?

Література:

1. Алексеев В.Н. Качественный анализ. – М.: Химия, 1972. – С. 522-557.
2. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 480 с.
3. Пономарев В.Д. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 1. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 271-277.
4. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 501-515.

6. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Кожний студент одержує контрольну задачу, яка представляє собою суміш двох сухих солей невідомого складу. Аналіз проводять у послідовності, що наведена нижче.

АНАЛІЗ СУМІШІ СУХИХ СОЛЕЙ

Одержану суміш подрібнюють у ступці, висипають на лист білого паперу і проводять ретельний огляд проби, у тому числі і під мікроскопом. Звертають увагу на форму, колір і запах кристалів, на підставі чого роблять припущення про наявність (або відсутність) тих чи інших іонів.

Попередні випробування

Забарвлення полум'я пальника

Досліджують поведінку зразка в полум'ї газового пальника (обуглення, випаровування, забарвлення полум'я) і роблять відповідні припущення.

Вибір розчинника

Розчинність досліджуваної речовини в різних розчинниках вивчають, відбираючи невеликі його порції (2-5 мг). Спочатку перевіряють розчинність у воді при кімнатній температурі та (у разі необхідності) при нагріванні. Якщо речовина нерозчинна або частково розчинна в воді, то випробовують її розчинність у кислотах: розведеній оцтовій, розведених та концентрованих (при необхідності) хлороводневій і азотній кислотах, спостерігаючи за тим, чи виділяються газоподібні продукти.

Підготовка суміші до аналізу та переведення досліджуваного зразка в розчин

Досліджувану суміш розділяють на три частини: для аналізу катіонів, для аналізу аніонів, для контролю (арбітражна).

Біля 50 мг суміші розчиняють у 3 мл підбраного розчинника, регулюють рН середовища.

Виявлення катіонів

Аналіз суміші доцільно починати з виявлення катіонів, оскільки наявність деяких з них буде свідчити про відсутність ряду аніонів. Для аналізу катіонів беруть 1 мл розчину, що приготували, і проводять систематичний хід аналізу.

Виявлення аніонів

Для аналізу аніонів беруть 2 мл приготованого розчину і попередньо осаджують з нього катіони розчином Na_2CO_3 (отримують «содову витяжку»). Надлишок Na_2CO_3 нейтралізують різними кислотами (CH_3COOH , H_2SO_4 , HNO_3) в залежності від аніонів, які виявляють. Аналіз аніонів проводять дробним методом з елементами систематичного ходу аналізу.

На підставі всіх отриманих результатів дослідження роблять *висновок про склад сухих солей*.

7. НАГЛЯДНІ ПОСІБНИКИ, ТЗ НАВЧАННЯ ТА КОНТРОЛЮ

7.1. Табличний фонд за темою заняття.

7.2. Навчальні посібники:

– довідник з аналітичної хімії.

7.3. ТЗ навчання та контролю:

– картки для виявлення початкового рівня знань-умінь;

– контрольні питання;

– тести.

Заняття № 13

1. ТЕМА: Аналіз суміші сухих солей (продовження).

2. МЕТА: Закріпити теоретичні знання і практичні навички з аналізу сумішей катіонів та аніонів і навчитися застосовувати їх для проведення аналізу суміші сухих солей невідомого складу.

3. ЦІЛЬОВІ ЗАВДАННЯ:

3.1. Здійснити підсумковий комп'ютерний контроль знань студентів з якісного аналізу.

3.2. Закінчити аналіз суміші сухих солей і зробити правильні висновки за результатами проведеного дослідження.

4. ПЛАН ТА ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА ЗАНЯТТЯ:

4.1. Організаційний момент.....	3 хв
4.2. Постановка мети заняття та мотивація вивчення теми заняття (вступне слово викладача).....	7 хв
4.3. Корекція вихідного рівня знань-умінь.....	30 хв
4.4. Організація самостійної роботи студентів (цільові вказівки викладача, техніка безпеки).....	5 хв
4.5. Лабораторна робота.....	120 хв
4.6. Підсумковий контроль: перевірка результатів лабораторної роботи та протоколів.....	10 хв
4.7. Заключне слово викладача, вказівки до наступного заняття.....	5 хв

5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ:

5.1. Повторити теоретичний матеріал попередніх занять з аналітичної хімії.

5.2. Проробити теоретичний матеріал за рекомендованою літературою та лекціями, а також тестові завдання з усіх тем якісного аналізу.

Література:

1. Алексеев В.Н. Качественный анализ. – М.: Химия, 1972. – 583 с.
2. Кунце У., Шведт Г. Основы качественного и количественного анализа: Пер. с нем. – М.: Мир, 1997. – С. 14-38, 51-71, 184-199, 212-223, 228-258, 277-307.
3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 480 с.
4. 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. 4-21, 96-107, 117-268.
5. Пономарев В.Д. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 1. – М.: Высшая школа, 1982. – 303 с.
6. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. – М.: Высшая школа, 2001. – 614 с.

6. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

Закінчити аналіз суміші двох сухих солей невідомого складу, оформити протокол.

7. НАГЛЯДНІ ПОСІБНИКИ, ТЗ НАВЧАННЯ ТА КОНТРОЛЮ

7.1. Табличний фонд за темою заняття.

7.2. Навчальні посібники:

– довідник з аналітичної хімії.

7.3. ТЗ навчання та контролю:

– картки для виявлення початкового рівня знань-умінь;

– контрольні питання;

– тести.

Заняття № 14

1. ТЕМА: Залікове заняття з якісного аналізу. Тестовий контроль.

2. МЕТА: Оцінити знання та вміння студентів з вивченого розділу аналітичної хімії.

3. ЦІЛЬОВІ ЗАВДАННЯ:

3.1. Провести підсумковий тестовий контроль і індивідуальну співбесіду зі студентами з якісного аналізу.

3.2. Перевірити вміння студентів обґрунтовано складати схему аналізу суміші речовин.

4. ПЛАН ТА ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА ЗАНЯТТЯ:

4.1. Організаційний момент	3 хв
4.2. Виявлення кінцевого рівня знань-умінь (тестовий письмовий контроль).....	50 хв
4.3. Корекція кінцевого рівня знань-умінь (індивідуальна співбесіда).....	100 хв
4.4. Перевірка протоколів.....	20 хв
4.5. Заключне слово викладача за результатами підсумкового контролю.....	7 хв

5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ:

5.1. Повторити теоретичний матеріал і розв'язання розрахункових задач за темами: «Аналіз катіонів I-III аналітичних груп», «Аналіз катіонів IV-VI

аналітичних груп», «Аналіз аніонів I-III аналітичних груп. Аналіз суміші сухих солей».

5.2. Проробити питання тестового контролю з розділів «Аналіз катіонів I-III аналітичних груп», «Аналіз катіонів IV-VI аналітичних груп», «Аналіз аніонів I-III аналітичних груп. Аналіз суміші сухих солей».

Література:

1. Алексеев В.Н. Качественный анализ. – М.: Химия, 1972. – 583 с.
2. Кунце У., Шведт Г. Основы качественного и количественного анализа: Пер. с нем. – М.: Мир, 1997. – С. 14-38, 51-71, 184-199, 212-223, 228-258, 277-307.
3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 480 с.
4. 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. 4-21, 96-107, 117-268.
5. Пономарев В.Д. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 1. – М.: Высшая школа, 1982. – 303 с.
6. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. – М.: Высшая школа, 2001. – 614 с.

6. НАГЛЯДНІ ПОСІБНИКИ, ТЗ НАВЧАННЯ ТА КОНТРОЛЮ

6.1. Табличний фонд за темою заняття.

6.2. Навчальні посібники:

– довідник з аналітичної хімії.

6.3. ТЗ навчання та контролю:

– картки для виявлення початкового рівня знань-умінь;

– контрольні питання;

– тести.

Зміст

Окисно-відновні рівноваги в аналітичній хімії.....	3
Аніони.....	5
Заняття № 9. Якісні реакції аніонів I аналітичної групи (SO_4^{2-}, SO_3^{2-}, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, PO_4^{3-}, $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, CO_3^{2-}, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, AsO_3^{3-}, 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 (Cl^-, Br^-, I^-, SCN^-, S^{2-}, $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$) та III аналітичної групи (NO_3^-, NO_2^-, BrO_3^-, CH_3COO^-, $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOO}^-$).....	9
Заняття № 10. Аналіз суміші аніонів I-III аналітичних груп.....	15
Методи розділення і концентрування речовин в аналітичній хімії..	25
Заняття № 11. Підсумкове заняття з теорії та практики аналізу аніонів I-III аналітичних груп, методам розділення і концентрування.....	28
Питання тестового контролю з аналізу аніонів I-III аналітичних груп	33
Заняття № 12. Аналіз суміші сухих солей.....	58
Заняття № 13. Аналіз суміші сухих солей (продовження).....	63
Заняття № 14. Залікове заняття з якісного аналізу. Тестовий контроль.....	66