



Міністерство освіти і науки України

**ХАРКІВСЬКИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

**ЗОШИТ ТА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ**
при навчанні робочої спеціальності «Лаборант хімічного аналізу»

Затверджено методичною
радою університету,
протокол №__ від_____

Харків – 2008



Укладачі: В.В. Даценко
Е.Б. Хоботова



Кафедра хімії



ВСТУП

Навчально-методичні вказівки рекомендовано для проведення лабораторних робіт при навчанні робочої спеціальності «Лаборант хімічного аналізу».

Зміст лабораторних робіт з якісного аналізу дозволяє продовжувати розвиток хімічного мислення студента, який засвоїв курс неорганічної хімії, набуває навички проведення хімічного експерименту. Методичні вказівки розраховані також на самостійну роботу студента.

При проведенні всіх дослідів слід суворо дотримуватися правил техніки безпеки, виконувати їх сумлінно, акуратно, без метушні.

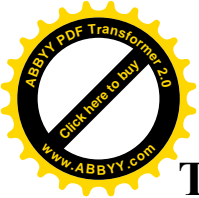
Перед початком роботи необхідно чітко з'ясувати суть методики та порядок її виконання. Відповідно до завдань потрібно скласти рівняння реакції в молекулярному та іонному вигляді, розставити в них стехіометричні коефіцієнти. Під час проведення експерименту слід обов'язково записати усі зміни, помічені під час реакції: утворення нових фаз (осад, газ), зміну забарвлення розчину.

Викладач оцінює роботу студента, ураховуючи теоретичні знання, ретельність виконання дослідів та оформлення їх результатів.



Техніка безпеки та правила роботи в лабораторії

1. Перед початком кожної лабораторної роботи треба підготувати теоретичний матеріал з відповідної теми за підручником. Приступити до виконання роботи можна тільки після дозволу викладача.
2. На кожному лабораторному занятті результати експерименту обов'язково записують у робочий зошит – лабораторний журнал.
3. На першому лабораторному занятті треба ознайомитися з розташуванням реактивів у штативі.
4. Робоче місце, а також посуд і прилади завжди повинні бути бездоганно чистими. Особливо потрібно стежити за чистотою реактивів у склянках. Для уникнення помилок пробірки та інший реактивний посуд слід підписати.
5. Необхідно ощадливо використовувати газ, електроенергію та дистильовану воду. При роботі з природним газом слід бути обережним і уникати його витоку.
6. Для збереження одягу перебувати в лабораторії необхідно тільки в халаті.
7. Концентровані кислоти, луги та реактиви із сильним запахом повинні зберігатися у витяжній шафі.
8. Концентровані кислоти та луги при потраплянні на шкіру викликають опіки. Ці реактиви також псують одяг, тому робота з ними потребує обережності. Якщо кислота або луг попали на шкіру, треба спочатку ретельно промити уражене місце проточною водою (під краном), а якщо необхідно, залишки кислоти нейтралізувати розчином соди, а залишки лугу – розчином оцтової кислоти.
9. Заборонено зливати у раковину розчини концентрованих кислот і лугів, солей важких металів, викидати туди осади, фільтри, біте скло, папір та ін. Для цього повинні бути спеціальні керамічні банки.
10. У лабораторії категорично забороняється вживати їжу.
11. Займісті суміші та леткі речовини (органічні розчинники) не повинні бути розташовані поблизу відкритого вогню або нагрівальних приладів.



Тема 1. Основні теоретичні положення якісного аналізу

Аналітична хімія – це розділ хімічної науки, який вивчає методи дослідження якісного та кількісного складу речовин або їх сумішей.

Кількісний аналіз – розділ аналітичної хімії, метою якого є визначення кількісного складу речовини або суміші, тобто встановлення співвідношення елементів, які входять до складу цієї речовини або речовин у суміші.

При дослідженні нової сполуки насамперед визначають, з яких елементів (або іонів) вона складається, а вже потім установлюють кількісні співвідношення, у яких вони перебувають. Тому якісний аналіз речовини, як правило, передує кількісному. **Якісний аналіз** – це розділ аналітичної хімії, який досліджує якісний склад речовини або суміші.

Сучасна аналітична хімія використовує багато різноманітних методів аналізу, які поділяють на три групи: хімічні, фізичні та фізико-хімічні.

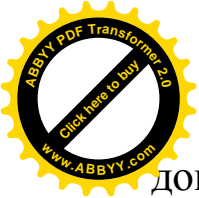
Хімічні методи ґрунтуються на хімічних перетвореннях, які відбуваються в результаті проведення хімічних реакцій.

Фізичні методи аналізу базуються на існуванні залежностей між фізичними властивостями речовин та їх хімічним складом.

Фізико-хімічні методи аналізу ґрунтуються на спостереженні фізичних явищ, які виникають при хімічних реакціях.

Сучасні аналітичні дослідження повинні відповідати двом основним вимогам: мати високу точність і швидкість проведення аналізу. До таких методів належать передусім фізичні та фізико-хімічні методи. Частіше їх називають *інструментальними методами аналізу*, оскільки їх проводять за допомогою вимірювального обладнання. Методи аналітичної хімії широко використовуються в різних галузях народного господарства. Отже, вивчення студентами аналітичної хімії має велике практичне значення. Отримані на практичних заняттях навички сприятимуть розвитку хімічного мислення, закріпленню знань, одержаних під час вивчення неорганічної хімії.

Існують різноманітні види якісного аналізу. Наприклад, розповсюджений фізичний метод аналізу – спектральний аналіз. Він базується на вивченні спектрів випромінювання речовини: кожен елемент при активації має свій спектр випромінювання з певною



довжиною хвилі. Ще одним прикладом якісного хімічного аналізу є пірохімічні методи. Один із цих методів полягає у нагріванні речовини (суміші), яку досліджують, у полум'ї. За характерним забарвленням полум'я визначають склад речовини (суміші), що аналізується.

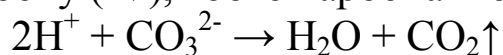
Класичний якісний аналіз пов'язаний з водними розчинами електролітів, тобто солей, лугів, кислот, які дисоціюють на іони. Кожен іон має свої властивості, які він зберігає незалежно від присутності в розчині інших іонів. Реакції, які відбуваються у розчинах між електролітами, – це реакції між іонами. Вони допомагають визначити певний іон за відомими особливостями. Хімічні процеси, які використовують при аналізі речовини, називають **аналітичними (якісними) реакціями**. Аналітичними є тільки ті хімічні реакції, які супроводжуються зовнішнім ефектом: утворенням або розчиненням осаду, зміною забарвлення розчину, що аналізується, виділенням газоподібних речовин.

Речовини, за допомогою яких проводять аналітичні реакції, називають **реагентами (реактивами)**. У якісному аналізі використовують достатньо концентровані розчини реагентів: 2 н розчини кислот і лугів, 0,5 н розчини солей.

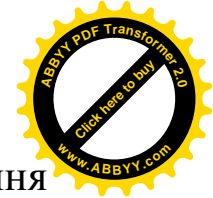
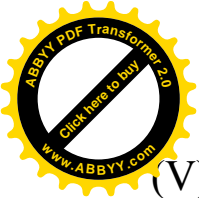
Для переведення сухої речовини у розчин проводять проби на її розчинність у різноманітних розчинниках при кімнатній температурі, а якщо потрібно – і при нагріванні. Речовину, яка не розчиняється у воді або розчиняється в ній слабо, випробують на розчинність спочатку в оцтовій кислоті, а потім у розбавлених та концентрованих хлоридній, нітратній кислотах і навіть у суміші хлоридної та нітратної кислот (3:1).

При виконанні аналітичної реакції необхідно дотримуватися певних умов, які залежать від властивостей речовини, що аналізується.

Першою із цих умов є *певне середовище розчину*. Наприклад, для визначення карбонат-іона (CO_3^{2-}) середовище повинне бути нейтральним або лужним, тому що в кислому середовищі утворюється оксид карбону (IV), тобто карбонат-іон зникає:



Другою умовою виконання аналітичної реакції є *підтримання необхідної температури розчину*. Більшість аналітичних реакцій виконують при кімнатній температурі або навіть охолоджують пробірку під водою (наприклад, при осадженні гексагідроксостібіату



(V) натрію $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$). Однак деякі реакції потребують нагрівання до певної температури. Наприклад, визначення іона NH_4^+ за допомогою лугів виконують при нагріванні.

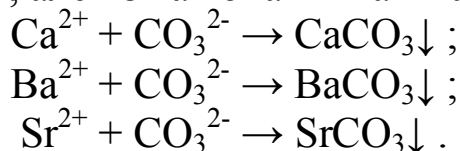
Не менш важлива третя умова – *певна концентрація іона*, який виявляють у розчині. Для проведення хімічного аналізу певних іонів у розчині аналітична реакція повинна мати достатню чутливість. Чутливість реакції характеризується кількісно за допомогою двох величин – відкритого мінімуму та мінімальної концентрації.

Відкритий мінімум – це найменша кількість іона, яку можна виявити за допомогою певної аналітичної реакції. Для визначення досліджуваних іонів цей мінімум повинен становити менше ніж 50 мкг.

Мінімальна концентрація показує, з якого розведення розчину можна визначити аналізований іон. Аналітичні реакції, які дозволяють визначити іони в малих концентраціях, називають *високочутливими*.

Для проведення якісного аналізу, крім чутливості, велике значення має специфічність і селективність аналітичної реакції. Аналітичні реакції поділяються на *селективні* та *специфічні*.

Найбільш поширеними серед якісних реакцій є так звані *селективні* (вибіркові) реакції, які дають подібний зовнішній ефект із кількома іонами. Наприклад, карбонат амонію $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ утворює не тільки з катіоном Ca^{2+} , але і з катіонами Ba^{2+} та Sr^{2+} білий осад:



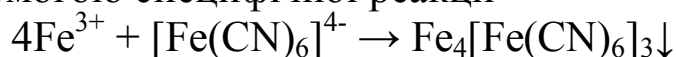
Такі реакції дозволяють виділити групу іонів із складної суміші. Реагент, який дозволяє виділити із складної суміші аналітичну групу іонів, називають *груповим реагентом*. Так карбонат амонію $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, в наведеному вище прикладі є груповим реагентом на II групу катіонів.

Відокремити певний іон від суміші інших іонів та визначити його можна за допомогою якісної реакції. До якісних реакцій можна віднести *специфічні реакції*.

Специфічні реакції дозволяють виявити іон в окремій порції аналізованого розчину в присутності інших іонів. Послідовність виявлення іонів може бути довільною.



Специфічною реакцією називають таку, що дозволяє виявити певний іон навіть у присутності інших іонів. Наприклад, виявити іон Fe^{3+} можна за допомогою специфічної реакції



Речовина, яка реагує з певним іоном і в специфічній реакції дає певний ефект називається **специфічним реагентом (реактивом)**.

Калій гексацианоферат (II) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ є специфічним реагентом для іона Fe^{3+} , адже утворює з ним осад синього кольору (осад „берлінської лазури“) навіть у присутності інших іонів.

Якісний аналіз залежно від складності проведення аналітичних операцій поділяють на **дробовий** та **систематичний**.

Дробовий аналіз - це виявлення іонів в окремих порціях аналізованого розчину за допомогою специфічних реакцій, які проводять в різній послідовності.

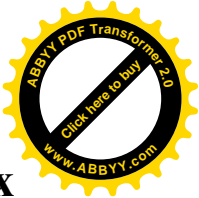
Аналіз аніонів проводиться дробовим методом. Більшість аніонів фактично не перешкоджають визначенню певного іона в присутності інших.

Коли аналітичні реакції не є специфічними, а несприятливу дію іонів, що перешкоджають усунути неможливо, використовують систематичний хід аналізу. **Систематичний аналіз** – це певна послідовність виконання аналітичних реакцій, які допомагають відкривати певний іон тільки після того, як будуть виявлені та усунуті всі перешкоджаючі іони.

Отже, в систематичному аналізі використовують не тільки реакції виявлення окремих іонів (специфічні та якісні), але також і реакції відділення (селективні), які проводять за допомогою групового реагенту.

Питання для самоконтролю

1. Що вивчає аналітична хімія?
2. Який аналіз в аналітичній хімії називають якісним?
3. Який аналіз в аналітичній хімії називають кількісним?
4. Які види якісного аналізу існують в аналітичній хімії?
5. Яких певних умов необхідно дотримуватися при виконанні аналітичної реакції.
6. Які реакції в аналітичній хімії називають специфічними?
7. Які реакції в аналітичній хімії називають селективними?



Тема 2. Класифікація іонів. Аніони та особливості їх виявлення

Класифікація іонів (катіонів так і аніонів) проводиться завдяки однакової дії групового реагенту (випадінню в осад групи іонів, або, навпаки, розчиненню осаду). *Групові реагенти* – це речовини, які із суміші виділяють певну аналітичну групу іонів. Вони дозволяють складне аналітичне завдання розподілити на кілька простих. Крім того, якщо груповий реагент не утворює осаду в аналізованому розчині з певною аналітичною групою іонів, то це вказує на її відсутність в розчині.

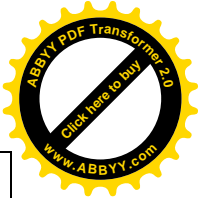
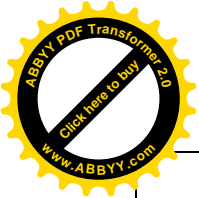
Класифікація аніонів

Аніони – негативно заряджені іони. За будовою вони можуть бути класифіковані на прості (Cl^-) і складні (NO_3^-), а за зарядністю – на однозарядні (NO_2^-) та багатозарядні (PO_4^{3-}). У якісному аналізі аніони прийнято поділяти на три аналітичні групи за розчинністю солей Барію та Аргентуму (табл.1).

Як було вказано вище, аніони не перешкоджають виявленню один одного. Тому багато з них виявляють дробовим методом в окремих порціях досліджуваного розчину. Груповий реагент при цьому використовують не для відокремлення аналітичної групи, а для її попереднього виявлення.

Таблиця 1 - Класифікація аніонів

Аналітична група	Аніони	Характеристика	Груповий реагент
I	* SO_4^{2-} - сульфат-іон * CO_3^{2-} - карбонат-іон * PO_4^{3-} - фосфат-іон SO_3^{2-} - сульфит-іон SiO_3^{2-} - сілікат-іон BO_2^- - борат-іон	Солі Барію мало розчинні у воді, але розчинні в розведених кислотах (за винятком BaSO_4)	BaCl_2 у нейтральному або слаболужному середовищах
II	* Cl^- - хлорид-іон Br^- - бромід-іон I^- - йодид-іон S^{2-} - сульфід-іон	Солі Аргентуму мало розчинні у воді та HNO_3 , але добре розчинні в NH_4OH	AgNO_3 в присутності HNO_3
III	* NO_3^- - нітрат-іон	Солі Барію та	



	NO_2^- - нітрит-іон <u>*CH_3COO^-</u> - ацетат-іон	Аргентуму, розчинні у воді	-
--	---	-------------------------------	---

*Підкреслені аніони найбільш розповсюджені.

Лабораторна робота №1

Якісні реакції на деякі аніони. Реакції на аніони першої групи

1. Реакція сульфат-іона (SO_4^{2-})

У пробірку вносимо дві - три краплі розчину Na_2SO_4 та стільки ж 0,5 н розчину BaCl_2 .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

Одержаний осад розподіляємо у дві пробірки. У першу додаємо дві - три краплі 2 н розчину HCl .

Спостерігаємо _____

У другу додаємо дві - три краплі 2 н розчину NaOH .

Спостерігаємо _____

2. Реакції карбонат-іона (CO_3^{2-})

а) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину Na_2CO_3 та стільки ж 0,5 н розчину BaCl_2 .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

До одержаного осаду додаємо п'ять крапель 2 н розчину HCl

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції _____

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

б) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину Na_2CO_3 та стільки ж 2 н розчину HCl .

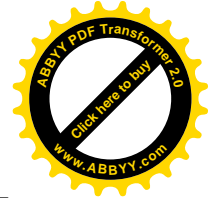
Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

3. Реакції фосфат-іона (PO_4^{3-})

а) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину Na_2HPO_4 та стільки ж 0,5 н розчину BaCl_2 .



Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

До одержаного осаду додаємо п'ять крапель 2 н розчину HCl .

Спостерігаємо _____

б) У пробірку вносимо п'ять-шість крапель розчину Na_2HPO_4 та додаємо вісім крапель молібденової рідини. Розчин підігріваємо.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції:

$\text{Na}_2\text{HPO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow$

Одержаний осад розподіляємо у дві пробірки. У першу додаємо дві-три краплі розчину NH_4OH .

Спостерігаємо _____

У другу пробірку додаємо дві - три краплі 2 н розчину NaOH .

Спостерігаємо _____

в) У пробірку вносимо розчин магnezіальної суміші ($\text{MgCl}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$) та додаємо розчин Na_2HPO_4 .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції:

$\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{MgCl}_2 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{MgNH}_4\text{PO}_4\downarrow + \dots$

Одержаний осад розподіляємо у дві пробірки. У першу додаємо дві-три краплі 2 н розчину HCl .

Спостерігаємо _____

У другу пробірку додаємо дві - три краплі 2 н розчину CH_3COOH .

Спостерігаємо _____

Реакції на аніони другої групи

Реакції хлорид-іона (Cl)

У пробірку вносимо дві - три краплі розчину NaCl та стільки ж розчину AgNO_3 .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

Одержаний осад розподіляємо у дві пробірки. У першу додаємо дві - три краплі 2 н розчину HNO_3 .

Спостерігаємо _____



У другу пробірку додаємо п'ять - шість крапель розчину NH_4OH .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{AgCl}\downarrow + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$

Реакції на аніони третьої групи

1. Реакції нітрат-іона (NO_3^-)

а) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину NaNO_3 додаємо три - чотири краплі розчину FeSO_4 і обережно, капаючи на стіночку пробірки, вносимо 0,5 – 1,0 мл концентрованої сульфатної кислоти.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{NaNO}_3 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

б) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину NaNO_3 додаємо одну - дві краплі концентрованої сульфатної кислоти і занурюємо в розчин мідний дріт.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{NaNO}_3 + \text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NO}\uparrow + \dots$

$\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2\uparrow$

2. Реакція ацетат іона (CH_3COO^-)

У пробірку вносимо три - чотири краплі розчину CH_3COONa та додаємо стільки ж крапель 2 н H_2SO_4 . Розчин підігріваємо. До отвору пробірки підносимо зволожений лакмусовий папірець.

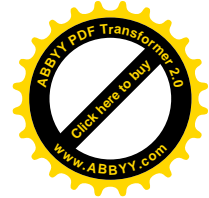
Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

Питання для самоконтролю

1. Які аніони належать до першої аналітичної групи?
2. Яка аналітична реакція є специфічною для виявлення фосфат іону? Напишіть рівняння реакції.
3. За допомогою якої аналітичної реакції можна встановити аніони другої аналітичної групи? Напишіть рівняння реакції.
4. Чому третя аналітична група аніонів не має групового реагенту?
5. У якому середовищі діє груповий реагент на першу групу аніонів? Чому?



Тема 3. Аналіз розчину при сумісній присутності декількох аніонів

Аналіз аніонів має свої особливості. Аніони, як правило, при виявленні не заважають один одному, тому багато з них знаходять дробовим методом в окремих порціях аналізованого розчину. Послідовності операцій дотримуватися при цьому не обов'язково. При аналізі суміші аніонів групові реагенти використовуються лише для попереднього виявлення тієї або іншої аналітичної групи. Це значно полегшує роботу, оскільки відсутність у розчині хоча б однієї з груп дозволяє не робити реакції на аніони, які до неї належать. Аналіз розпочинають з попередніх досліджень, які дозволяють встановити відсутність деяких іонів. Потім, якщо в ході попередніх проб було встановлено аналітичну групу, за допомогою специфічних реакцій визначають окремі іони, які можуть біти присутні у суміші.

Під час аналізу суміші аніонів доцільно дотримуватися певної послідовності проб.

Лабораторна робота №2

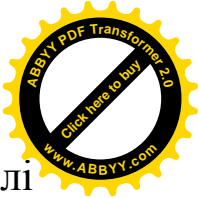
Аналіз суміші аніонів

1. Проба на аніони першої групи повинна відбуватися у нейтральному або слаболужному середовищі. До 0,5 мл аналізованого розчину додаємо одну-дві краплі 0,5 н розчину BaCl_2 . Білий осад – ознака присутності у розчині аніонів першої групи. За допомогою дробового аналізу, використовуючи специфічні реакції, знаходимо аніони першої аналітичної групи. Якщо осаду з груповим реагентом не виникає, то це вказує на відсутність аніонів першої групи і не потребує виконання пункту 1.1.

1.1. Специфічні реакції на аніони першої групи

а) проба на іон SO_4^{2-} . До осаду, який було одержано в пункті 1, додаємо дві - три краплі 2 н розчину HCl . Якщо осад не розчинився, то це вказує на присутність у розчині іона SO_4^{2-} ;

б) проба на іон CO_3^{2-} . У пробірку вносимо дві - три краплі аналізованого розчину та додаємо стільки ж 2 н HCl . Виділення газу – це ознака присутності у розчині іона CO_3^{2-} ;



в) проба на іон PO_4^{3-} . У пробірку вносимо дві - три краплі аналізованого розчину, додаємо вісім крапель молібденової рідини і розчин підігріваємо. Поява жовтого кристалічного осаду $(NH_4)_3H_4[P(Mo_2O_7)_6]$ – ознака наявності фосфат-іона.

2. Проба на аніони другої групи (проба на іон Cl^- , як найбільш розповсюджений). До двох - трьох крапель аналізованого розчину додаємо розчин $AgNO_3$ в присутності 2 н розчину HNO_3 . Білий осад свідчить про наявність в аналізованому розчині аніонів другої групи, зокрема хлорид-іона Cl^- .

3. Специфічні реакції на аніони третьої групи

а) проба на іон NO_3^- (реакція „бурого кільця”). У пробірку вносимо дві - три краплі аналізованого розчину, додаємо три-чотири краплі розчину $FeSO_4$ і обережно по стіночці пробірки додаємо 0,5 - 1,0 мл концентрованої сульфатної кислоти. Буре кільце на межі двох шарів рідини – ознака наявності іона NO_3^- ;

б) проба на іон CH_3COO^- . У пробірку вносимо 0,5 мл аналізованого розчину та додаємо сім - вісім крапель 2 н розчину H_2SO_4 . Розчин підігріваємо і до отвору пробірки підносимо зволожений лакмусовий папірець. Запах оцтової кислоти, а також червоне забарвлення лакмусового папірця свідчать про наявність у розчині іона CH_3COO^- . Результати ходу аналізу вносимо у табл. 2.

Таблиця 2 - Результати ходу аналізу

№ операції	Аналізована речовина	Реагент, який додають	Спостереження	Висновок

Питання для самоконтролю

1. Назвіть, які методи аналізу використовуються в сучасній аналітичній хімії?
2. Що називають в аналітичній хімії аналітичною хімічною реакцією та аналітичним хімічним реагентом?
3. Чим відрізняється дробовий аналіз від систематичного?



4. Які класифікації аніонів Ви знаєте? Наведіть приклади.

5. За допомогою якого методу, аналізують суміш аніонів? Чому?

6. За допомогою яких специфічних реакцій, можна відрізнити аніони SO_4^{2-} , CO_3^{2-} та PO_4^{3-} ? Напишіть рівняння реакцій.

7. За допомогою якої аналітичної реакції можна визначити другу групу аніонів в аналізованому розчині? Наведіть приклад? Напишіть рівняння реакції.

8. Яка аналітична реакція є специфічною на ацетат іон? Напишіть її.

9. За допомогою яких реагентів можна розділити першу та другу аналітичні групи? Напишіть рівняння реакцій.

10. Напишіть рівняння реакції, за допомогою якої можна визначити нітрат-іон.

Тема 4. Катіони. Класифікація катіонів

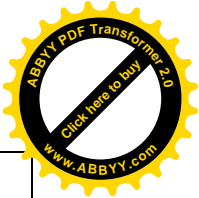
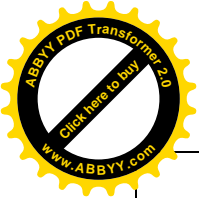
Катіони – позитивно заряджені іони. За складністю будови іона вони всі прості, крім іона амонію NH_4^+ .

Залежно від групових реагентів, які використовують при аналізі катіонів, методи систематичного аналізу розподіляють на: сірководневий (сульфідний) – груповими реагентами є карбонат, сульфід амонію і сульфідна кислота; кислотно-лужний – груповими реагентами є кислоти і луги та фосфатний, де груповим реагентом є амоній гідрофосфат в різних середовищах. Залежно від методу аналізу той же самий катіон може бути в різних аналітичних групах.

У цій роботі розглянуто сірководневий метод класифікації катіонів, який було запропоновано в 1871 р. російським хіміком М.О. Меншуткіним. Усі катіони за цим методом підрозділяють на п'ять аналітичних груп за розчинністю утворюваних ними карбонатів, сульфідів, хлоридів та гідроксидів (табл. 3).

Таблиця 3- Класифікація катіонів за сірководневим методом

№ аналітичної групи	Катіони	Груповий реагент	Характеристика аналітичної групи за дією групового реагенту
I	Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+}	-	-
II	Ca^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+}	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ в амонійному	Утворюють осадки карбонатів, розчинні в



		буфери (NH ₄ OH+NH ₄ Cl)	кислотах
III	Fe ³⁺ , Fe ²⁺ , Mn ²⁺ , Al ³⁺ , Cr ³⁺ , Zn ²⁺ , Co ²⁺ , Ni ²⁺	(NH ₄) ₂ S в амонійному буфері (NH ₄ OH+NH ₄ Cl)	Утворюють осад сульфідів, розчинні в кислотах
IV	а)*Ag ⁺ , Pb ²⁺ , Hg ₂ ²⁺ б)Cu ²⁺ , Cd ²⁺ , Bi ³⁺	H ₂ S у присутності HCl	Утворюють осад сульфідів, не розчинні в кислотах
V	Hg ²⁺ , As ³⁺ , As ⁵⁺ , Sb ³⁺ , Sb ⁵⁺ , Sn ²⁺ , Sn ⁴⁺	1) H ₂ S (HCl) 2) Na ₂ S	Утворюють осад сульфідів, розчинні в Na ₂ S

*Реагентом на аналітичну підгрупу IVa є хлоридна кислота, яка із зазначеними катіонами утворює осад хлоридів.

Лабораторна робота №3

Якісні реакції на деякі катіони першої та другої груп.

Якісні реакції на катіони першої групи

1. Реакції катіона Калію (K⁺)

а) У пробірку вносимо дві - три краплі 0,5 н розчину KCl, додаємо стільки ж розчину натрій гідротартрату NaHC₄H₄O₆.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $KCl + NaHC_4H_4O_6 \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

б) У безбарвне полум'я газового пальника вміщуємо на ніхромовому дротику декілька кристаликів солі KCl.

Спостерігаємо _____

2. Реакції катіона Натрію (Na⁺)

а) У пробірку вносимо три краплі розчину NaCl, додаємо стільки ж розчину калій гексагідроксостібіату (V) K[Sb(OH)₆]. Розчин треба охолодити під струменем водопровідної води та потерти склянню паличкою у середині по стінці пробірки.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $NaCl + K[Sb(OH)_6] \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

б) Внести ніхромовий дріт у розчин NaCl та підігріти у полум'ї газового пальника.

Спостерігаємо _____



3. Реакції катіона амонію (NH_4^+)

а) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину NH_4Cl , додаємо стільки ж 2 н розчину NaOH , підігріваємо розчин у полум'ї газового пальника. Обережно нюхаємо та до отвору пробірки підносимо зволожений лакмусовий папірець.

Спостерігаємо:

- 1) _____
- 2) _____

Рівняння реакції: $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

б) У пробірку вносимо дві краплі розчину NH_4Cl , додаємо три краплі реактиву Неслера $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{K}_2[\text{HgI}_4] + \text{KOH} \rightarrow$

4. Реакції катіона Магнію (Mg^{2+})

а) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину MgCl_2 та п'ять крапель 2 н розчину NaOH або NH_4OH .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{MgCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

Одержаний осад розподіляємо у дві пробірки. У першу додаємо дві - три краплі 2 н розчину NaOH .

Спостерігаємо _____

У другу пробірку додаємо дві-три краплі 2 н розчину HCl .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: _____

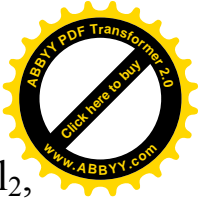
б) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину MgCl_2 , додаємо по одній краплі амоній гідроксиду NH_4OH , амоній хлориду NH_4Cl (буферна суміш з $\text{pH}=9$) та дві - три краплі розчину натрій гідрофосфату Na_2HPO_4 .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{MgCl}_2 + \text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{MgNH}_4\text{PO}_4 \downarrow +$

Якісні реакції на катіони другої групи

1. Реакції катіона Барію (Ba^{2+})



а) У пробірку вносимо дві - п'ять крапель розчину BaCl_2 , додаємо по одній краплі амоній гідроксиду NH_4OH та амоній хлориду NH_4Cl , дві краплі розчину амоній карбонату $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{BaCl}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

Одержаний осад розподіляємо у дві пробірки. У першу додаємо дві - три краплі 2 н розчину HCl .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: _____

У другу пробірку додаємо дві - три краплі 2 н розчину CH_3COOH .

Спостерігаємо _____

б) У пробірку вносимо дві - п'ять крапель розчину BaCl_2 , додаємо одну - дві краплі розчину CH_3COONa та дві-три краплі розчину калій дихромату $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{BaCl}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{BaCrO}_4 \downarrow + \dots$

Одержаний осад розподіляємо у дві пробірки. У першу додаємо дві - три краплі 2 н розчину HCl .

Спостерігаємо _____

У другу пробірку додаємо дві - три краплі 2 н розчину CH_3COOH .

Спостерігаємо _____

Реакція с $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ є специфічною для виявлення катіона Ba^{2+} в сумішах.

в) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину BaCl_2 , додаємо стільки ж 2 н розчину H_2SO_4 .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

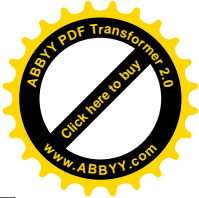
Скорочене іонне рівняння реакції: _____

2. Реакції катіона Кальцію (Ca^{2+})

а) У пробірку вносимо три - чотири краплі розчину CaCl_2 , додаємо по три краплі розчинів амоній гідроксиду NH_4OH та амоній хлориду NH_4Cl , три краплі насиченого розчину амоній карбонату $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{CaCl}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow$



Скорочене іонне рівняння реакції: _____

Одержаний осад розподіляємо у три пробірки. У першу додаємо дві - три краплі 2 н розчину HCl.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: _____

У другу пробірку додаємо дві - три краплі 2 н розчину CH_3COOH .

Спостерігаємо _____

У третю пробірку додаємо надлишок сухого NH_4Cl .

Спостерігаємо _____

б) У пробірку вміщуємо дві - три краплі розчину CaCl_2 , додаємо стільки ж розчину амоній оксалату $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{CaCl}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

Реакція з $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ є якісною для виявлення катіона Ca^{2+} при відсутності катіона Ba^{2+} .

Питання для самоконтролю

1. Визначити груповий реагент на I групу катіонів:

а) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$; б) AgNO_3 ; в) $(\text{NH}_4)_2\text{S}$; г) немає.

2. Визначити, сульфіді яких груп катіонів не розчинні в розведених кислотах:

а) 1, 2; б) 4, 5; в) 3.

3. Визначити, яке повинно бути середовище при визначенні катіона Магнію (Mg^{2+}) натрій гідрофосфатом Na_2HPO_4 .

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

Напишіть реакцію.

4. Напишіть реакцію в молекулярному та іонному вигляді для відкриття іона Кальцію Ca^{2+} .

5. Яка реакція є специфічною для виявлення Ba^{2+} ? Напишіть реакцію.



Лабораторна робота №4.

Якісні реакції на катіони третьої групи (та катіон Cu^{2+})

1. Реакції катіона Алюмінію (Al^{3+})

а) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, додаємо дві краплі розчину амоній сульфід ($\text{NH}_4)_2\text{S}$ у присутності аміачної буферної суміші

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + (\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

До одержаного осаду додаємо дві - три краплі 2 н розчину HCl .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: _____

б) У пробірку вносимо розчин $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, додаємо п'ять крапель 2 н розчину NaOH .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NaOH} \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

Одержаний осад розподіляємо у дві пробірки. У першу додаємо надлишок 2 н розчину NaOH .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: _____

У другу пробірку додаємо дві - три краплі 2 н розчину HCl .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: _____

в) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, додаємо дві - три краплі розчину амоній гідроксиду NH_4OH та одну - дві краплі розчину амоній хлориду NH_4Cl .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

Реакція з амонійною буферною сумішшю є якісною для виявлення катіона Al^{3+} .

2. Реакції катіона Цинку (Zn^{2+})

а) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину ZnCl_2 , додаємо три - чотири краплі розчину амоній сульфід ($\text{NH}_4)_2\text{S}$ в присутності аміачної буферної суміші.

Спостерігаємо _____



Рівняння реакції: $ZnCl_2 + (NH_4)_2S \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

До одержаного осаду додаємо дві - три краплі 2 н розчину HCl.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: _____

б) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину $ZnCl_2$, додаємо п'ять крапель 2 н розчину NaOH.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $ZnCl_2 + NaOH \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

Одержаний осад розподіляємо у дві пробірки. У першу додаємо надлишок 2 н розчину NaOH.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: _____

У другу пробірку додаємо дві - три краплі 2 н розчину HCl.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: _____

в) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину $ZnCl_2$, додаємо дві краплі розчину амоній гідроксиду NH_4OH .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $ZnCl_2 + NH_4OH \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

До одержаного осаду додаємо надлишок 2 н розчину NH_4OH .

Спостерігаємо _____

Реакція з надлишком розчину NH_4OH є якісною для виявлення катіона Zn^{2+} , оскільки Al^{3+} в цих умовах утворює білий осад.

г) У пробірку вносимо три - чотири краплі розчину $ZnCl_2$, додаємо одну - дві краплі розчину калій гексаціаноферату (III) $K_3[Fe(CN)_6]$.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $ZnCl_2 + K_3[Fe(CN)_6] \rightarrow$

Реакція з $K_3[Fe(CN)_6]$ є якісною для виявлення катіона Zn^{2+} , якщо іони Cu^{2+} та Fe^{2+} в розчині відсутні.

3. Реакції катіона Феруму (III) (Fe^{3+})

а) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину $FeCl_3$, додаємо дві краплі розчину амоній сульфід ($NH_4)_2S$ у присутності аміачної буферної суміші.

Спостерігаємо _____



Рівняння реакції: $\text{FeCl}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

До одержаного осаду додаємо дві - три краплі 2 н розчину HCl .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: _____

б) У пробірку вносимо п'ять - шість крапель розчину FeCl_3 , додаємо три - чотири краплі води та п'ять крапель 2 н розчину NaOH або NH_4OH .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{FeCl}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

До одержаного осаду додаємо надлишок розчину NaOH .

Спостерігаємо _____

Гідроксид феруму (III) на відміну від $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$ та $\text{Zn}(\text{OH})_2$ не розчинний в надлишку лугів.

в) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину FeCl_3 , додаємо три - чотири краплі води, одну - дві краплі 2 н розчину HCl та дві краплі розчину калій гексаціаноферату (II) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{FeCl}_3 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

Реакція з $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ є специфічною для виявлення катіона Fe^{3+} .

г) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину FeCl_3 , додаємо три - чотири краплі води, одну краплю розчину амоній роданіду NH_4SCN .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{FeCl}_3 + \text{NH}_4\text{SCN} \rightarrow$

Реакція з NH_4SCN є специфічною для виявлення катіона Fe^{3+} .

4. Реакції катіона Феруму (II) (Fe^{2+})

а) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину FeSO_4 , додаємо дві краплі розчину амоній сульфідіду $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ у присутності аміачної буферної суміші.

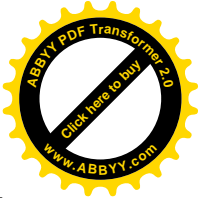
Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{FeSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

До одержаного осаду додаємо дві - три краплі 2 н розчину HCl .

Спостерігаємо _____



Рівняння реакції: _____

б) У пробірку вносимо п'ять - шість крапель розчину FeSO_4 додаємо дві - три краплі 2 н розчину NaOH або дві - три краплі розчину амоній гідроксиду NH_4OH .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{FeSO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

в) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину FeSO_4 , додаємо три - чотири краплі води, одну - дві краплі 2 н HCl та дві краплі розчину калій гексаціаноферату (III) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{FeSO}_4 + \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

Реакція з $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ є специфічною для виявлення катіона Fe^{2+} .

5. Реакції катіона Мангану (Mn^{2+})

а) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину MnCl_2 , додаємо дві краплі розчину амоній сульфід (NH_4)₂S у присутності аміачної буферної суміші.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{MnCl}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

Специфічне забарвлення осаду сульфід мангану (II) дає змогу вважати реакцію з $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ якісною для виявлення катіона Mn^{2+} , якщо інші катіони в розчині відсутні.

До одержаного осаду додаємо дві - три краплі 2 н розчину HCl .

Спостерігаємо _____

б) У пробірку вносимо п'ять - шість крапель розчину MnCl_2 , додаємо дві - три краплі 2 н розчину NaOH .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{MnCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції _____

6. Реакції катіона Кобальту Co^{2+}

а) У пробірку вміщуємо дві - три краплі розчину CoCl_2 , додаємо дві краплі розчину амоній сульфід (NH_4)₂S у присутності аміачної буферної суміші.

Спостерігаємо _____



Рівняння реакції: $\text{CoCl}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

До одержаного осаду додаємо дві - три краплі 2 н розчину HCl .

Спостерігаємо _____

б) У пробірку вносимо розчин CoCl_2 , додаємо дві - три краплі 2 н розчину NaOH

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{CoCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$

в) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину CoCl_2 , додаємо вісім - десять крапель насиченого розчину амоній роданіду NH_4SCN та п'ять - шість крапель амілового спирту (пентанол-1) і перемішуємо.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{CoCl}_2 + \text{NH}_4\text{SCN} \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

Реакція з NH_4SCN є якісною для виявлення катіона Co^{2+} .

7. Реакції катіона Нікелю (Ni^{2+})

а) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину NiCl_2 , додаємо одну краплю розчину амоній сульфід ($\text{NH}_4)_2\text{S}$ у присутності аміачної буферної суміші.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{NiCl}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

б) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину NiCl_2 , додаємо три - чотири краплі 2 н розчину NaOH .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{NiCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

До одержаного осаду додаємо дві - три краплі 2 н розчину HCl .

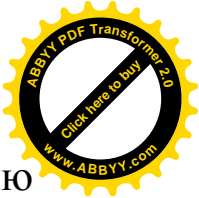
Спостерігаємо _____

в) У пробірку вносимо дві - три краплі розчину NiCl_2 , додаємо три - п'ять крапель реактиву Чугаєва (1 % спиртового розчину диметилглюксиму).

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{NiCl}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_2)_2 \downarrow +$

8. Реакції катіона Купруму (II) (Cu^{2+})



а) У пробірку вносимо розчин CuCl_2 , додаємо одну краплю розчину амоній сульфід у присутності аміачної буферної суміші.

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{CuCl}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow$

Скорочене іонне рівняння реакції: _____

Одержаний осад розділяємо у дві пробірки. У першу додаємо дві - три краплі 2 н розчину HCl .

Спостерігаємо _____

У другу пробірку додаємо дві - три краплі 2 н розчину HNO_3

Спостерігаємо _____

б) У пробірку вносимо розчин CuCl_2 , додаємо три-чотири краплі 2 н розчину NaOH .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{CuCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$

Скорочене і іонне рівняння реакції: _____

Одержаний осад розподіляємо у три пробірки. У першу додаємо одну краплю 2 н розчину NH_4OH .

Спостерігаємо _____

У другу пробірку додаємо дві - три краплі 2 н розчину HCl .

Спостерігаємо _____

У третю пробірку додаємо дві - три краплі 2 н розчину NaOH .

Спостерігаємо _____

в) У пробірку вносимо чотири - п'ять крапель розчину CuCl_2 , додаємо одну краплю концентрованого розчину NH_4OH .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: $\text{CuCl}_2 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$

До одержаного осаду додаємо надлишок розчину NH_4OH .

Спостерігаємо _____

Рівняння реакції: _____

Реакція з концентрованим NH_4OH є специфічною для виявлення катіона Cu^{2+} .

Питання для самоконтролю

1. Якою реакцією можна відрізнити іони Al^{3+} від іонів Zn^{2+} ?
2. Який колір має осад при визначенні Fe^{2+} специфічною реакцією з $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$:
а) білий; б) синій; в) червоний; г) чорний?



Скласти рівняння реакцій у молекулярному та іонному вигляді.

3. Який колір має осад при визначенні Fe^{3+} специфічною реакцією з NH_4SCN :

а) білий; б) синій; в) червоний; г) чорний?

Скласти рівняння реакцій у молекулярному та іонному вигляді.

4. Який колір має розчин сульфиду мангану (II):

а) білий; б) чорний; в) синій; г) бежевий?

Скласти рівняння реакції Mn^{2+} з амоній сульфідом.

5. Яка реакція є специфічною для виявлення Fe^{3+} ? Напишіть рівняння реакції в іонному та молекулярному вигляді.

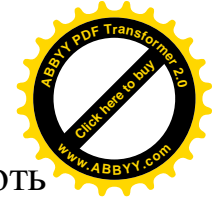
Лабораторна робота № 5

Аналіз сухої солі

Аналіз суміші аніонів та катіонів достатньо складне завдання. Для його виконання використовують систематичний аналіз, який потребує багато часу. Мета цієї роботи – визначення одного катіона та одного аніона в сухій середній солі. Такий аналіз є по суті дробовим. Групові реагенти використовуються тільки для визначення групи.

Проведення даної роботи може мати певне значення для визначення неорганічного реактиву, якщо етикетку з його назвою було втрачено. Роботу починають з попередніх спостережень та визначення розчинності солей у різних розчинниках, слідкуючи за забарвленням розчину. Відомо, що солі Феруму (II) мають зелений колір, солі Феруму (III) – жовтий, солі Кобальту (II) – рожевий, а солі Купруму (II) – блакитний. Таке саме забарвлення мають і розчини цих солей.

Аналітична реакція проводиться у розчині, тому суху сіль, яку аналізують, спочатку потрібно розчинити. Проби на розчинність починають з обробки 0,1 - 0,2 г солі дистильованою водою в пробірці при кімнатній температурі, а якщо потрібно – при нагріванні. Сіль перемішують у воді скляною паличкою. Якщо сіль у дистильованій воді не розчиняється або розчиняється в ній погано, випробовують її розчинність поступово: спочатку в оцтовій кислоті, а потім у хлоридній кислоті (розбавленій та концентрованої), нітратній кислоті (розбавленій та концентрованої) і навіть у суміші хлоридної та нітратної кислот (3:1).



Після визначення розчинника 0,1 - 0,3 г сухої солі розчиняють у 10 мл певного розчинника. Аналіз катіона та аніона проводять дробовим методом. Групові реагенти використовують при цьому для визначення аналітичної групи. Для проведення кожної якісної реакції використовують кілька крапель (0,3 - 0,5 мл) одержаного розчину.

Для виконання аналізу солі, яка містить катіони першої-третьої аналітичної групи (та Cu^{2+}) доцільно дотримуватися такої послідовності у проведенні роботи.

1. Проба на катіони третьої аналітичної групи.

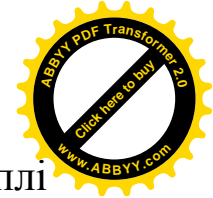
У пробірку вносимо 0,5 мл аналізованого розчину (розчин, який утворився після розчинення солі) та додаємо по дві краплі амоній гідроксиду NH_4OH і амоній хлориду NH_4Cl (буферна суміш з $\text{pH}=9$) та одну - дві краплі розчину $(\text{NH}_4)_2\text{S}$. Поява чорного осаду свідчить про присутність у розчині катіонів Fe^{2+} , Fe^{3+} або катіону Cu^{2+} , а поява білого осаду – катіонів Al^{3+} , Zn^{2+} . За допомогою дробового аналізу, використовуючи специфічні реакції, знаходимо один з катіонів третьої аналітичної групи. Після визначення одного із катіонів третьої аналітичної групи пошук катіонів припиняємо і починаємо аналіз аніонів. Якщо ж осад при дії групового реагенту не утворився, то виконання пункту 1.1. не проводять і приступають до пошуку катіонів другої аналітичної групи.

1.1. Специфічні реакції на катіони третьої аналітичної групи та катіон Cu^{2+}

а) проба на катіон Fe^{2+} . У пробірку вносимо дві - три краплі аналізованого розчину та додаємо стільки ж розчину $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Синій осад – ознака присутності у розчині іона Fe^{2+} .

б) проба на катіон Fe^{3+} . 1) У пробірку вносимо дві - три краплі аналізованого розчину та додаємо стільки ж розчину $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Синій осад – ознака присутності у розчині іона Fe^{3+} . 2) У пробірку вносимо дві - три краплі аналізованого розчину та додаємо стільки ж розчину NH_4SCN . Червоне забарвлення розчину – ознака присутності іона Fe^{3+} .

в) проба на катіон Cu^{2+} . У пробірку вносимо дві - три краплі аналізованого розчину та додаємо стільки ж розчину NH_4OH . Блакитний осад – ознака присутності у розчині іона Cu^{2+} .



з) проба на катіон Al^{3+} . У пробірку вносимо дві - три краплі аналізованого розчину та додаємо стільки ж розчину аміачної буферної суміші (NH_4OH+NH_4Cl). Білий осад, який не розчиняється в надлишку розчину NH_4OH , – ознака присутності у розчині іона Al^{3+} .

д) проба на катіон Zn^{2+} . 1) У пробірку вносимо дві - три краплі аналізованого розчину та додаємо стільки ж розчину аміачної буферної суміші (NH_4OH+NH_4Cl). Білий осад, який розчиняється в надлишку розчину NH_4OH , – ознака присутності у розчині іона Zn^{2+} . 2) У пробірку вносимо дві - три краплі аналізованого розчину та додаємо стільки ж розчину $K_3[Fe(CN)_6]$. Жовтий осад – ознака присутності у розчині іона Zn^{2+} .

2. Проба на катіони другої аналітичної групи

У пробірку вносимо 0,5 мл аналізованого розчину, додаємо по дві краплі амоній гідроксиду NH_4OH та амоній хлориду NH_4Cl (буферна суміш з $pH=9$) та одну - дві краплі розчину $(NH_4)_2CO_3$. Білий осад – ознака присутності катіонів другої групи (Ba^{2+} або Ca^{2+}). За допомогою дробового аналізу, використовуючи специфічні реакції, знаходимо катіон Ba^{2+} або Ca^{2+} . Після визначення одного із катіонів другої аналітичної групи, розшук катіонів припиняємо і починаємо аналіз аніонів. Якщо ж осад при дії групового реагенту не утворився, то виконання пункту 2.1. не проводять і приступають до розшуку катіонів першої аналітичної групи.

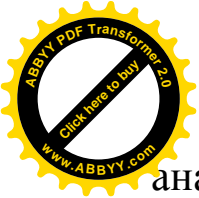
2.1. Специфічні реакції на катіони другої аналітичної групи

а) проба на катіон Ba^{2+} . У пробірку вносимо дві - п'ять крапель аналізованого розчину, додаємо одну - дві краплі розчину CH_3COONa та дві - три краплі розчину $K_2Cr_2O_7$. Жовтий осад – ознака присутності у розчині іона Ba^{2+} .

б) проба на катіон Ca^{2+} . У пробірку вносимо дві - три краплі аналізованого розчину та додаємо стільки ж розчину $(NH_4)_2C_2O_4$. Білий осад – ознака присутності у розчині іона Ca^{2+} .

3. Проба на катіони першої аналітичної групи

Катіони першої аналітичної групи не мають групового реагенту, тому їх можна визначити за допомогою дробового аналізу та специфічних реакцій (п. 3.1.). Якщо один із катіонів першої



аналітичної групи встановлено, їх аналіз припиняють і переходять до аналізу аніонів.

3.1. Специфічні (якісні) реакції на катіони першої аналітичної групи

а) проба на катіон Na^+ . 1) У пробірку вносимо дві - три краплі аналізованого розчину та додаємо стільки ж розчину $K[Sb(OH)_6]$. Білий осад – ознака присутності у розчині іона Na^+ . 2) Вносимо ніхромовий дріт в аналізований розчин та підігріваємо у полум'ї газового пальника. Забарвлення безбарвного полум'я газового пальника в яскраво-жовтий колір – ознака присутності у розчині іона Na^+ .

б) проба на катіон K^+ . У пробірку вносимо дві - три краплі аналізованого розчину та додаємо стільки ж розчину $Na_3[Co(NO_2)_6]$. Жовтий осад – ознака присутності у розчині іона K^+ .

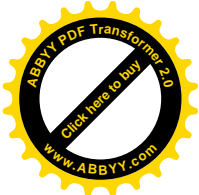
в) проба на іон Mg^{2+} . У пробірку вносимо дві - три краплі аналізованого розчину та п'ять крапель 2 н розчину $NaOH$ або Na_2HPO_4 (з додаванням буферної амонійної суміші). Білий осад – ознака присутності у розчині іона Mg^{2+} .

г) проба на катіон NH_4^+ . 1) У пробірку вносимо дві - три краплі аналізованого розчину, додаємо стільки ж 2 н розчину $NaOH$, підігріваємо розчин у полум'ї газового пальника. Обережно до отвору пробірки підносимо зволожений лакмусовий папірець. Забарвлення лакмусового папірця в синій колір – ознака присутності в розчині іона NH_4^+ . 2) У пробірку вносимо дві - три краплі аналізованого розчину та додаємо стільки ж розчину реактиву Неслера $K_2[HgI_4]$. Червоно-бурий осад – ознака присутності в розчині іона NH_4^+ .

4. Аналіз аніонів (SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , Cl^- , NO_3^- , CH_3COO^-). При виконанні аналізу аніонів доцільно дотримуватися послідовності за планом лабораторної роботи № 2.

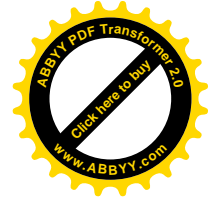
5. Як тільки один з аніонів буде знайдено, аналіз припиняється. За наявністю катіона та аніона визначаємо склад солі, яку досліджували.

Результати ходу аналізу вносимо у табл. 4.



Таблиця 4 - Контрольна задача № 2. Результати ходу аналізу

№ операції	Аналізована речовина	Аналітична операція та реагент, який додають	Спостереження	Висновок



Питання для самоконтролю

1. Яким методом аналізують суміш катіонів та аніонів? Дати пояснення.
2. Визначити груповий реагент на II групу катіонів:
а) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$; б) AgNO_3 ; в) $(\text{NH}_4)_2\text{S}$; г) немає.
Напишіть рівняння реакції.
3. Сульфіди яких аналітичних груп катіонів не розчинні в розведених кислотах?
4. Яке повинно бути середовище при визначенні катіона Магнію (Mg^{2+}) натрій гідрофосфатом Na_2HPO_4 . Чому? Напишіть рівняння реакції.
5. Напишіть рівняння якісної реакції для виявлення іона Ni^{2+} .
6. Напишіть реакцію в молекулярному та іонному вигляді для відкриття іона Кальцію, якщо іони барію відсутні.
7. Яка реакція є якісною для виявлення катіона Zn^{2+} , якщо іони Cu^{2+} та Fe^{2+} в розчині відсутні? Напишіть рівняння реакції в іонному та молекулярному вигляді.
8. Якою реакцією можна відрізнити іони Al^{3+} від іонів Zn^{2+} ?
9. Який іон (Ca^{2+} або Ba^{2+}) визначається раніше, якщо обидва іони присутні в розчині? Відповідь пояснити.
10. Який колір має осад при визначенні Fe^{2+} специфічною реакцією з $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$? Скласти рівняння реакцій у молекулярному та іонному вигляді.



СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сегеда А.С. Аналітична хімія. Якісний аналіз – Київ: ЦУЛ. – 2002. – 524 с.
2. Цитович И.К. Курс аналитической химии. – М.: Высш. шк., 1985.– 271 с.
3. Жаровський Ф.Г., Пилипенко А.Т., П'ятницький І.В. Аналітична хімія – К.: Вища шк., 1982. – 544 с.
4. Сегеда А.С., Галаган Р.А. Збірник задач і вправ з аналітичної хімії. Якісний аналіз. – Київ. – ЦУЛ. - 2002. – 428 с.
5. Крешков А.П. Курс аналитической химии. – М.: Химия. – 1961. – 645 с.



З М І С Т

Вступ.....	3
Техніка безпеки та правила роботи в аналітичній лабораторії.....	4
Тема 1. Основні положення якісного аналізу.....	5
Питання для самоконтролю.....	8
Тема 2. Класифікація іонів. Аніони та особливості їх виявлення... ..	9
Лабораторна робота № 1. Якісні реакції на деякі аніони.....	10
Питання для самоконтролю.....	12
Тема 3. Аналіз розчину при сумісній присутності декількох аніонів.....	13
Лабораторна робота № 2. Аналіз суміші аніонів.....	13
Питання для самоконтролю.....	15
Тема 4. Катіони. Класифікація катіонів	15
Лабораторна робота № 3. Якісні реакції на деякі катіони першої та другої груп.....	16
Лабораторна робота № 4. Якісні реакції на деякі катіони третьої групи (та катіон Cu^{2+}).....	20
Питання для самоконтролю.....	26
Лабораторна робота № 5. Аналіз сухої солі.....	27
Питання для самоконтролю.....	31
Список літератури.....	32



Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

До друку дозволяю
перший проректор

І.П. Гладкий

Даценко В.В., Хоботова Е.Б.

**ЗОШИТ ТА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ**
при навчанні робочої спеціальності «Лаборант хімічного аналізу»

Усі цитати, цифровий, фактичний
матеріал, бібліографічні відомості
перевірено.
Написання одиниць відповідає
стандартам.

Затверджено методичною
радою університету
протокол № від

Відповідальна за випуск

ст. викладач Маракіна Л.Д.

Харків 2008
Навчальне видання



**ЗОШИТ ТА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПАКТИКУМУ**
при навчанні робочої спеціальності «Лаборант хімічного аналізу»

Укладачі: ДАЦЕНКО Віта Василівна
 ХОБОТОВА Еліна Борисівна

Відповідальний за випуск *Маракіна Л.Д.*

Редактор *Цигінова О.Ю.*

Комп'ютерна верстка *Кулинич Ю.Л.*

План 2008, поз. _____.

Підписано до печатки _____ . Формат 60x84 1/16

Усл. печ. л. _____ . Уч-ізд. л. _____ .

Замовлення № _____ Тираж _____ екз.

Ціна договірна.

**ХНАДУ, 61002, м. Харків-МСП, вул.
Петровського, 25**

Підготовлено і видруковано видавництвом Харківського
національного автомобільно-дорожнього університету

*Свідоцтво державного комітету інформаційної політики, телебачення та
радіомовлення України про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції, серія ДК № 897 від
17.04.2002 р.*