

НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ О.О. БОГОМОЛЬЦЯ
КАФЕДРА МЕДИЧНОЇ ТА ЗАГАЛЬНОЇ ХІМІЇ

ЛАБОРАТОРНИЙ ЖУРНАЛ

З ЯКІСНОГО АНАЛІЗУ
для студентів фармацевтичного факультету

КИЇВ
2017

УКЛАДАЧІ:	Калібабчук В.О.	професорка
	Гождзінський С.М.	доцент
	Зайцева Г.М.	доцентка
	Рева Т.Д.	доцентка
	Сліпчук В.Л.	доцентка
	Чхало О.М.	ст. викладачка

"ЗАТВЕРДЖЕНО"
на засіданні циклової методичної комісії
з фізико-хімічних дисциплін НМУ

ВСТУП

Аналітичну хімію умовно поділяють на такі частини:

- ♦ якісний аналіз;
- ♦ кількісний аналіз;
- ♦ інструментальні методи аналізу.

Якісний аналіз дозволяє встановити, з яких хімічних елементів складається досліджувана речовина, які йони, функціональні групи або молекули входять до її складу.

При дослідженні невідомої речовини спочатку методами якісного аналізу визначають, які саме йони, функціональні групи чи молекули входять до її складу. Після цього методами кількісного аналізу визначають кількісний вміст знайдених компонентів.

Якщо аналізують неорганічну речовину, то методами якісного аналізу визначають наявність певних катіонів та аніонів; а потім кількісним аналізом встановлюють кількісний вміст сполуки.

Аналіз органічних речовин виконують у такій послідовності:

а) елементний аналіз — виявлення певних хімічних елементів у складі органічної сполуки;

б) функціональний аналіз — визначення функціональних груп, які складаються з декількох хімічних елементів, наприклад, карбоксильних груп, нітрогруп, альдегідних груп тощо;

в) молекулярний аналіз — знаходження окремих сполук, якщо досліджувана речовина є сумішшю декількох речовин.

Отже, основним завданням якісного аналізу є визначення у досліджуваній пробі відповідних катіонів, аніонів, функціональних груп, молекул тощо.

ЗАСТОСУВАННЯ ЯКІСНОГО АНАЛІЗУ У ФАРМАЦІЇ

У фармації якісні хімічні реакції використовують у таких випадках:

- ❖ для ідентифікації (визначення справжності) *субстанцій*,
- ❖ для випробовування на чистоту ліків і визначення домішок;
- ❖ для ідентифікації *субстанцій* у лікарських препаратах.

Пояснення: Термін «*субстанція*» має декілька смислових значень. *Великий тлумачний словник сучасної української мови* дає такі трактування для терміну «субстанція»:

1. У філософії *субстанція* — єдина основа всього сущого, основа буття.

2. *Субстанція* — основний складовий елемент. Суть чого-небудь.

3. *Субстанція* — біологічно активна речовина, яка використовується для виробництва лікарського засобу.

4. Взагалі *субстанція* — будь-яка речовина.

Отже, у фармації термін «*субстанція*» є синонімом терміну «біологічно активна речовина», а також позначенням стандартизованих проміжних речовин для виробництва ліків, згідно з ДФУ.

Організація навчального процесу за кредитно-модульною системою

Відповідно до робочої Програми дисципліна «Аналітична хімія» розділена на 3 модулі:

- ❖ Модуль 1 «Якісний аналіз. Гравіметричні методи аналізу».
- ❖ Модуль 2 «Кількісний аналіз. Інструментальні методи аналізу».

ЗАНЯТТЯ 1

Правила роботи і безпеки в хіміко-аналітичній лабораторії. Введення в якісний аналіз. Якісні реакції катіонів I аналітичної групи (K^+ , Na^+ , NH_4^+), умови їх виконання.

1.1. Правила роботи і техніка безпеки в хіміко-аналітичній лабораторії.

Всі студенти на першому занятті перед початком роботи в хімічній лабораторії проходять інструктаж з техніки безпеки і ставлять свій підпис у журналі інструктажу з техніки безпеки.

Роботу в хімічній лабораторії проводять в халатах, бажано, щоб кожний студент мав особистий лабораторний рушник.

Перед початком лабораторної роботи необхідно:

- ❖ якщо аналітичні дослідження можуть супроводжуватись утворенням шкідливих газів чи газів з неприємним запахом, перевірити справність припливно-витяжної вентиляції та увімкнути її за 10-15 хвилин до початку роботи,
- ❖ перевірити робоче місце на якому повинні знаходитися тільки необхідні для виконання конкретної роботи реактиви, посуд та обладнання.
- ❖ уважно прочитати інструкцію і дотримуватися вказаної методики виконання досліду.

Під час виконання лабораторної роботи необхідно:

- ❖ економно витрачати реактиви, дистильовану воду, дбайливо ставитися до хімічного посуду, лабораторного устаткування.
- ❖ всі досліди, пов'язані із можливим утворенням і виділенням токсичних, їдких речовин або речовин, які мають запах, необхідно виконувати тільки у витяжній шафі при працюючій вентиляції;
- ❖ при нагріванні розчинів хімічних речовин на відкритому вогні або безпосередньо на електроплитці потрібно використовувати тільки термостійкі пробірки і колби;
- ❖ нагріваючи рідину в пробірці, останню слід тримати отвором убік від себе та працюючих поруч товаришів;
- ❖ запах продуктів реакції, наприклад NH_3 чи SO_2 , визначають, направляючи долонею повітря від отвору пробірки до себе.

- ❖ для приготування розчинів кислот концентровані кислоти необхідно вливати у воду тонкою цівкою при безперервному перемішуванні, а не навпаки.

Забороняється:

- ☹ приймати в лабораторії їжу; пробувати реактиви на смак, змішувати їх за своїм розсудом;
- ☹ використовувати скляний посуд, який має тріщини або биті краї;
- ☹ закривати отвір пробірки пальцем при збовтуванні розчину у пробірках;
- ☹ надлишок розчину реактиву з пробірки зливати назад у склянку;
- ☹ залишати без нагляду запалені пальники та інші нагрівальні прилади;
- ☹ різко охолоджувати нагріті скляні посудини; це може призвести до їх руйнування.

Після закінчення роботи у лабораторії необхідно:

- ☺ навести порядок у лабораторії, щоб на столі не залишилось ніяких реактивів та іншого обладнання;
- ☺ вимкнути все працююче обладнання, газові пальники, перекрити постачання газу, води.

Наведені вище правила складені з урахуванням офіційного нормативного документа «Інструкція ГП 9.1.60-301-2004 з охорони праці»



1.2. Введення в якісний аналіз. Кисотно-основна класифікація катіонів. Якісні реакції катіонів I аналітичної групи (K^+ , Na^+ , NH_4^+), умови їх виконання.

1.2.1. Питання для теоретичної підготовки

1. Кисотно-основна класифікація катіонів.
2. Аналітичні реакції катіонів I аналітичної групи.
3. Методики виконання реакцій в якісному аналізі.
4. Як можна виявити у розчині наявність йонів натрію не використовуючи ніяких реагентів?
5. Якими реакціями можна відкрити у розчині йони калію (молекулярні та йонні рівняння реакції)?
6. За допомогою якої реакції можна визначити йони амонію? Написати молекулярні та йонні рівняння.
7. Чи можна відкрити йони калію за допомогою $Na_3[Co(NO_2)_6]$ у розчині, який крім йонів калію містить йони амонію? Що треба зробити у такому випадку? Написати молекулярні та йонні рівняння реакцій.



1.2.2. ТЕСТОВІ ПИТАННЯ З БАЗИ ДАНИХ «КРОК 1»

Прочитати тестові питання з відповідями. Обґрунтувати правильну відповідь, яка стоїть першою.

1. Досліджуваний розчин містить катіони Калію і Натрію. Вкажіть реагент, який дозволяє виявити в цьому розчині катіони калію.

- A. Кислота винна.
- B. Цинкуранілацетат.
- C. Кислота саліцилова.
- D. Кислота щавлева.
- E. Кислота бензойна

2. Досліджуваний розчин містить катіони амонію і Натрію. Вкажіть реагент, який дозволяє виявити в цьому розчині катіони Натрію.

- A. Цинкуранілацетат.
- B. Калій гексагідроксостибат.
- C. Реактив Несслера.
- D. Кислота винна.
- E. Кислота бензойна.

3. Який висновок про склад досліджуваного розчину можна зробити, виходячи з того факту, що він не утворює осадів ні з: 1) HCl ; $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ H_2SO_4 :

- A. Солі Літію і Натрію.
- B. Солі Калію і Плюмбуму.
- C. Солі Магнію і Кальцію.
- D. Солі Натрію і Алюмінію.
- E. Солі Літію і Стронцію.

4. В якісному аналізі характерною реакцією на катіони Натрію є:

- A. реакція з $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$
- B. реакція з KI
- C. реакція з H_2SO_4
- D. реакція з $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

5. В аналізованому розчині необхідно ідентифікувати катіони Натрію. Можна використати:

- A. забарвлення газового пальника у жовтий колір
- B. реактив Несслера
- C. калій хромат.
- D. Реактив Чугаєва.
- E. Натрій сульфат.

6. Яким аналітичним ефектом супроводжується реакція виявлення йонів Калію реагентом натрій гідрогентартратом ?

- A. Утворюється білий кристалічний осад
- B. Розчин набуває жовтого забарвлення
- C. Утворюється білий аморфний осад
- D. Випадає бурий осад
- E. Випадає жовтий осад

7. До I аналітичної групи катіонів за кислотно-основною класифікацією належать такі катіони:

- A. катіони Натрію, Калію, амонію
- B. катіони Кальцію, Стронцію, Барію

- С. катіони Аргентуму, Плюмбуму, Ніколу
- D. катіони Алюмінію, Магнію, Цинку
- Е. катіони Калію, Барію, Бісмуту

8. В лабораторії необхідно ідентифікувати катіон амонію. Можна використати розчин:

- A. реактиву Несслера
- B. калій хромату.
- C. цинкураніацетату.
- D. реактиву Чугаєва.
- Е. натрій сульфату.

9. Яка з зазначених реакцій визначення катіонів амонію є специфічною?

- A. Реакція з лугами при нагріванні .
- B. Реакція з калій гексагідроксоантимонатом.
- C. Реакція з натрій гексанітрокобальтатом(III).
- D. Реакція з калій тетраїодомеркуратором(II) є.
- Е. Реакція з натрій гексанітрокобальтатом(III)

10. При дії на аналізований розчин лугом при нагріванні виділяється газ, що змінює забарвлення червоного вологого лакмусового паперу на синє. Це свідчить про присутність у розчині:

- A. йонів амонію
- B. карбонат-іонів
- C. йонів Плюмбуму
- D. йонів Бісмуту
- Е. хлорид-іонів

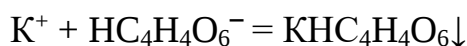
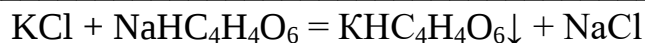


1.3. Лабораторна робота № 1

ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ КАТІОНІВ І АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ

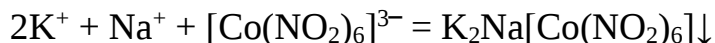
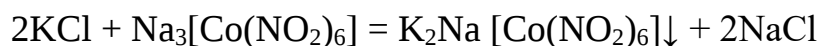
Реакції на йони K⁺

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину KCl, додати 3 – 5 крапель розчину NaHC₄H₄O₆. Для утворення осаду охолодити пробірку під краном та потерти скляною паличкою. Спостереження:



Написати повне йонне рівняння:

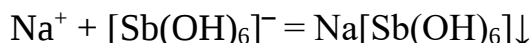
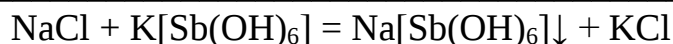
Дослід 2. На предметне скло нанести одну краплю розчину KCl. Поряд нанести одну краплю розчину реагенту Na₃[Co(NO₂)₆]. Об'єднати краплі скляною паличкою. Спостереження:



Реакції на йони Na^+

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину NaCl , додати 3 – 5 крапель реагенту $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$. Для утворення осаду охолодити пробірку під краном та потерти скляною паличкою.

Спостереження: _____



Відразу після досліду старанно вимити пробірку, бо осад $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]\downarrow$ досить швидко прикипає до стінок пробірки, і видалити його практично неможливо.

Дослід 2. Ніхромову дротину змочити розчином NaCl і внести у полум'я газового пальника.

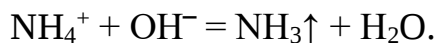
Спостереження: _____

Реакції на йони NH_4^+ .

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину NH_4Cl та додати 5 – 10 крапель розчину NaOH . Суміш у пробірці нагріти до кипіння. Наявність амоніаку біля отвору пробірки визначають по запаху або за допомогою червоного лакмусового папірця, змоченого водою.

Спостереження: _____

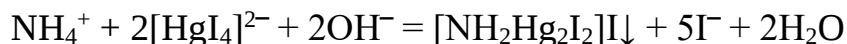
Скорочене йонне рівняння:



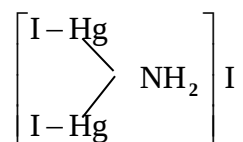
Написати молекулярне рівняння реакції

Дослід 2. На предметне скло нанести одну краплю розчину NH_4Cl . Поряд нанести одну краплю розчину реактиву Несслера. Краплі об'єднати скляною паличкою.

Спостереження: _____



Комплексна сполука $[\text{NH}_2\text{Hg}_2\text{I}_2]\text{I}$ має таку структурну формулу:



Ця сполука називається: дийододимеркурамоній йодид.



ЗАНЯТТЯ 2

Якісні реакції катіонів II аналітичної групи (Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+}) та III аналітичної групи (Ca^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+})..

2.1. Питання для підготовки

1. Якими реакціями можна відкрити у розчині йони Аргентуму (молекулярні та йонні рівняння реакції)?
2. За допомогою якої реакції можна ідентифікувати йони Hg_2^{2+} ? Написати молекулярні та йонні рівняння.
3. Написати молекулярні та йонні рівняння реакцій групового реагенту з катіонами II аналітичної групи.
4. Які аналітичні ефекти спостерігаються при дії гіпсової води на розчин:
 - а) солі Барію;
 - б) солі Стронцію.
5. Як можна ідентифікувати у розчині йони Плюмбуму? Написати молекулярні та йонні рівняння. Чи заважають інші йони відкриттю йонів Плюмбуму?
6. Написати молекулярні та йонні рівняння реакції взаємодії групового реагенту HCl з катіонами такої солі $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$.
7. З яким катіоном третьої аналітичної реагент $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ дає характерну реакцію? Написати молекулярне та йонні рівняння реакцій.
8. З яким катіоном другої аналітичної групи реагент KI дає характерну реакцію? Написати молекулярне та йонні рівняння реакцій.
9. Напишіть рівняння реакцій виявлення катіонів Барію у вигляді барій хромату. Чому при виконанні реакції в розчин додають натрій ацетат?
10. Напишіть рівняння реакції розчинення кальцій сульфату у концентрованому розчині амоній сульфату.
11. Якими реакціями можна ідентифікувати йони Кальцію, напишіть рівняння цих реакцій.
12. Які катіони другої і третьої аналітичних груп не повністю осаджуються груповими реагентами і частково залишаються в розчині?
13. Чому при осадженні сульфатною кислотою катіонів III аналітичної групи додають етиловий спирт?
14. Як можна перевести у розчин йони Кальцію, Стронцію, Барію з осадів сульфатів цих катіонів?



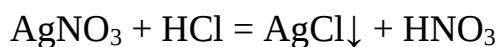
2.2. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

2.2.1. ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ КАТІОНІВ II АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ

Реакції катіонів Ag^+ .

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину AgNO_3 , додати 1 – 2 крапель розчину HCl .

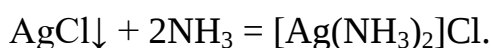
Спостереження:



Йонні рівняння: _____

Вміст пробірки поділити на дві частини. В одну додати 3 – 5 крапель HNO_3 , у другу – додавати краплями розчин NH_3 до розчинення осаду. Звернути увагу на те, що осад AgCl не розчиняється в азотній кислоті і добре розчиняється у надлишку розчину NH_3 .

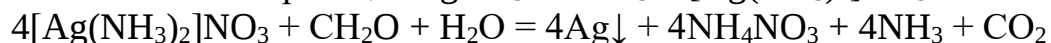
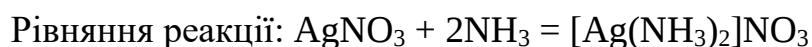
Рівняння реакції:



Написати йонне рівняння цієї реакції:

Дослід 2. Реакція срібного дзеркала. У пробірку налити 5 – 10 крапель розчину AgNO_3 , додавати краплями розчин NH_3 до утворення, а потім розчинення осаду. Потім додати 10 крапель розчину формальдегіду та нагріти до кипіння.

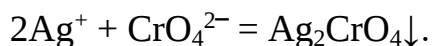
Спостереження: _____



Дослід 3. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину AgNO_3 , додати 1 – 2 краплі розчину K_2CrO_4 .

Спостереження: _____

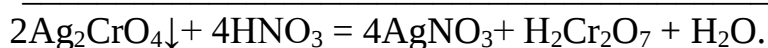
Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції:

Вміст пробірки поділити на дві частини. В одну – додати HNO_3 . Чи розчиняється _____ осад?

Спостереження: _____



Написати повне та скорочене йонне рівняння цієї реакції:

У другу пробірку додати розчин NH_3 .

Спостереження: _____

Йонне рівняння реакції: $\text{Ag}_2\text{CrO}_4 \downarrow + 4\text{NH}_3 = 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{CrO}_4^{2-}$.

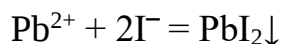
Написати молекулярне рівняння реакції:

Реакції катіонів Pb^{2+} .

Дослід 1. До 1 краплі розчину $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ додати 1 краплю розчину KI і 0,5 – 1мл розчину CH_3COOH . (Примітка: CH_3COOH не приймає участі в реакції, а лише сприяє утворенню красивих кристалів PbI_2) Суміш нагріти до кипіння. Прозорий розчин охолодити під краном.

Спостереження: _____

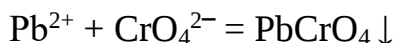
Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції:

Дослід 2. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, додати 1 – 2 краплі розчину K_2CrO_4 . Спостереження: _____

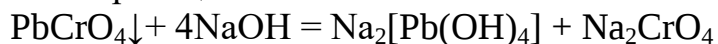
Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

Вміст пробірки поділити на дві частини. В одну пробірку додати 3 – 5 крапель розчину CH_3COOH (чи розчиняється осад?), в другу – додати 10 – 20 крапель концентрованого розчину NaOH . В якому випадку розчиняється осад? Спостереження:

Молекулярне рівняння реакції:



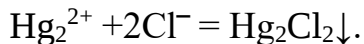
Написати повне та скорочене йонне рівняння цієї реакції:

Реакції катіонів Hg_2^{2+} .

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$, додати 1 – 2 краплі розчину HCl .

Спостереження: _____

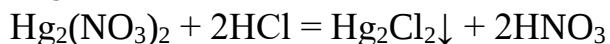
Йонне рівняння реакції:



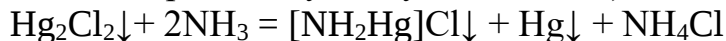
Написати молекулярне рівняння реакції:

Дослід 2. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$, додати 1 краплю розчину HCl , а потім 3 – 5 крапель розчину NH_3 .

Спостерігати, як білий осад, що утворився спочатку, поступово чорніє після додавання розчину NH_3 .



(Hg_2Cl_2 – білий осад, має тривіальну назву “каломель”).



($[\text{NH}_2\text{Hg}]\text{Cl}\downarrow$ – білий осад, $\text{Hg}\downarrow$ – чорний осад диспергованої металічної ртуті).

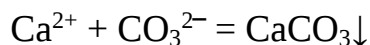


2.2.2. ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ КАТІОНІВ ІІІ АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ

Реакції катіонів Ca^{2+}

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину CaCl_2 додати 3 – 5 крапель розчину Na_2CO_3 . Спостереження:

Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

Суміш поділити на дві частини. В одну додати 3 – 5 крапель HCl , в другу — додати 2 – 3 краплі розчину CH_3COOH . Звернути увагу на те, що CaCO_3 розчиняється як в HCl , так і в CH_3COOH . Написати відповідні молекулярні та йонні рівняння реакцій взаємодії CaCO_3 з HCl та з CH_3COOH :

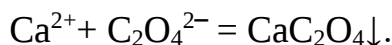
Дослід 2. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину CaCl_2 додати 1 – 2 краплі розчину H_2SO_4 та 5 – 10 крапель етилового спирту. Спостереження:

Написати молекулярне, а також повне та скорочене йонні рівняння реакції

До осаду CaSO_4 дати 3 – 5 крапель розчину HCl (чи розчиняється осад?).
Спостереження: _____

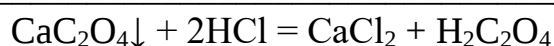
Дослід 3. У пробірку налити 1 – 2 крапель розчину CaCl_2 , додати 1 – 2 краплі розчину $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$. Спостереження: _____

Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння:

Суміш поділити на 2 частини. В одну додати 3 – 5 крапель HCl (що спостерігається?), в другу додати 3 – 5 крапель CH_3COOH (чи розчиняється осад?).
Спостереження:

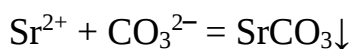


Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Реакції йонів Sr^{2+}

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, додати 3 – 5 крапель розчину Na_2CO_3 . Спостереження: _____

Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

Суміш поділити на дві частини. В одну додати 3 – 5 крапель HCl, у другу додати 3 – 5 крапель CH₃COOH. Спостереження:

Написати молекулярні та йонні рівняння реакцій:

Дослід 2. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину Sr(NO₃)₂ додати 1 – 2 краплі розчину H₂SO₄ і 5 – 10 крапель етилового спирту.

Спостереження: _____

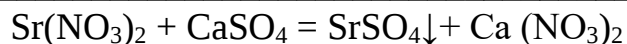
Написати молекулярне та йонні рівняння:

До суміші додати 3 – 5 крапель HCl.

Чи розчиняється осад? _____

Дослід 3. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину Sr(NO₃)₂, додати стільки ж крапель гіпсової води. Перемішати і залишити на 3 – 5 хвилин.

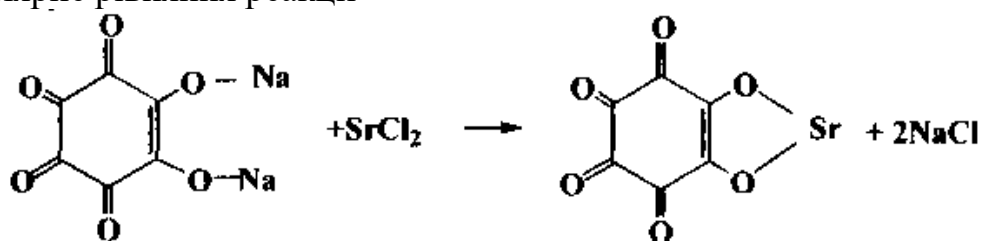
Спостереження: _____



Дослід 4. На фільтрувальний папір нанести 1 краплю розчину Sr(NO₃)₂ поряд нанести 1 краплю реактиву родизонату натрію на такій відстані, щоб мокрі плями від розчинів сполучились.

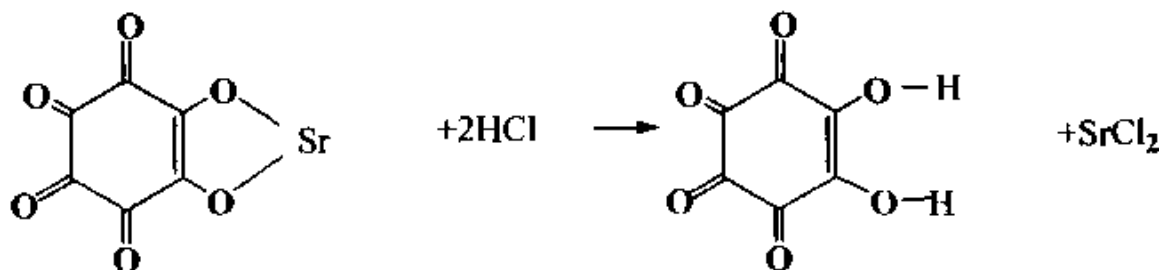
Що спостерігається у місці сполучення мокрих плям?

Молекулярне рівняння реакції



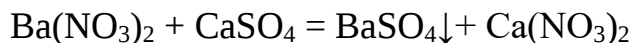
На забарвлене місце капнути розчином HCl. Що спостерігається?

Рівняння реакції:



Реакції йонів Ba^{2+}

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, додати стільки ж крапель гіпсової води. Звернути увагу, що, на відміну від йонів Sr^{2+} , йони Ba^{2+} відразу дають ефект помутніння після додавання гіпсової води. Рівняння реакції:



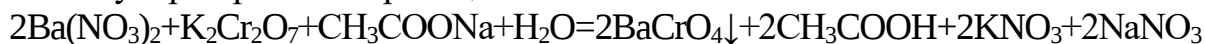
Дослід 2. У пробірку налити 3 – 5 крапель $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, додати 1 – 2 краплі H_2SO_4 . Спостереження: _____

Додати 3 – 5 крапель HCl . Чи розчиняється осад? _____

Дослід 3. У пробірку налити 3 – 5 крапель $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, додати 1 – 2 краплі розчину $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ і 3 – 5 крапель розчину CH_3COONa .

Спостереження: _____

Молекулярне рівняння реакції:



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Суміш поділити на дві частини. В одну додати 3 – 5 крапель HCl , в другу додати 3 – 5 крапель CH_3COOH . Чи розчиняється осад BaCrO_4 при додаванні CH_3COOH ?

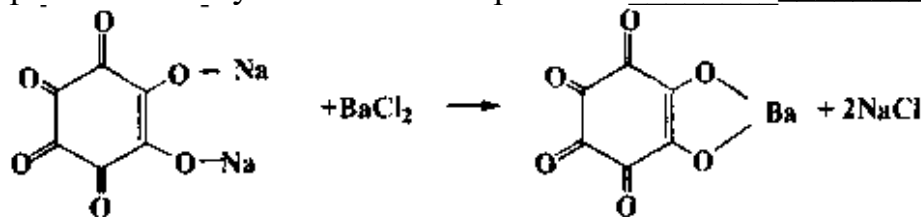
Спостереження: _____



Написати повне та скорочене йонні рівняння, якщо відомо, що $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ не є сильною кислотою.

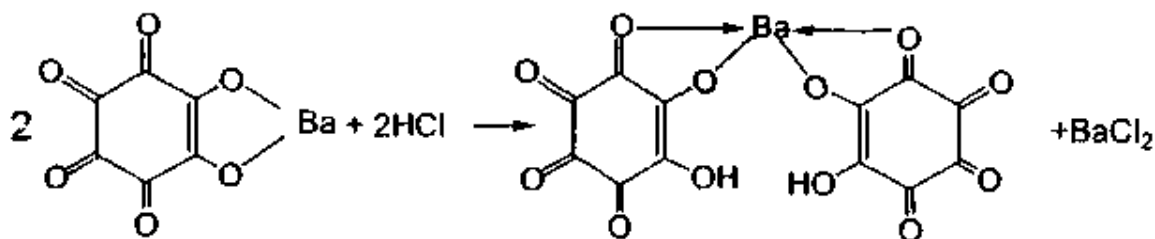
Для порівняння властивостей йонів Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} проробити такі ж дослід з CaCl_2 і $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$. Звернути увагу, що в оцтовокислому середовищі $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ утворює осад лише із солями барію.

Дослід 4. На фільтрувальний папір нанести 1 краплю розчину $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ поряд нанести 1 краплю реактиву натрій родизонату на такій відстані, щоб мокрі плями від розчинів сполучились. Спостереження _____



На забарвлене місце капнути розчином HCl . Яке забарвлення набуває кольорова пляма? _____

Написати рівняння реакції:



барій родизонат

барій гідроґеродизонат



ЗАНЯТТЯ 3

Підсумкове заняття з теорії і практики аналізу катіонів I-III аналітичних груп.

3.1. Питання для теоретичної підготовки

Предмет і задачі аналітичної хімії, основні поняття, принципи і методи якісного хімічного аналізу.

Сутність і задачі якісного аналізу. Класифікація методів якісного аналізу. Дробний і систематичний аналіз.

Хіміко-аналітичні властивості сполук та їх взаємозв'язок з положенням відповідних елементів в Періодичній системі Д. І. Менделєєва.

Аналітичні реакції, способи їх виконання. Характеристика чутливості аналітичних реакцій і способи її підвищення. Специфічні, селективні та групові реакції та реагенти.

Теорія розчинів електролітів в аналітичній хімії.

Закон діючих мас і константа хімічної рівноваги. Напрямок реакцій та зміщення хімічної рівноваги.

Застосування загальних положень теорії розчинів і закону діючих мас для обґрунтування вимог і вибору аналітичних реакцій визначення катіонів I-III аналітичних груп і аналізу суміші цих катіонів.

Гетерогенні рівноваги в системі

осад – насичений розчин малорозчинного електроліту

Застосування закону діючих мас до рівноважних систем осад-насичений розчин малорозчинного електроліту. Способи вираження розчинності малорозчинного електроліту. Добуток розчинності малорозчинного електроліту.

Утворення та розчинення осадів, фактори, що впливають на ці процеси. Застосування процесів осадження в хімічному аналізі.

Приклади реакцій утворення та розчинення осадів в ході аналізу катіонів I – III груп. Для яких цілей і за яких умов проводять ці реакції?

Хіміко-аналітичні властивості та аналіз катіонів I – III аналітичних груп.

Аналітичні класифікації катіонів, їх переваги та недоліки.

Кисотно-основна класифікація. Принцип розділення катіонів на аналітичні групи і групові реагенти. Дробний і систематичний хід аналізу.

Хіміко-аналітичні властивості сполук катіонів I – III аналітичних груп за кислотно-основною класифікацією. Дія групових реагентів, умови розділення катіонів і переведення осадів в розчин. Розчинність хлоридів і сульфатів.

Якісні реакції катіонів I аналітичної групи (K^+ , Na^+ , NH_4^+), II аналітичної групи (Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+}) та III аналітичної групи (Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+}) із загальними реагентами: натрій гідроксидом, розчином амоніаку, сірководнем і сульфідами. Реакції визначення катіонів I – III аналітичних груп. Вимоги до виконання цих реакцій та застосування їх в аналізі.

Як застосовують в аналізі різницю в розчинності хлоридів катіонів II групи? Як відокремити: а) $PbCl_2$ від $AgCl$ та Hg_2Cl_2 ? б) $AgCl$ від Hg_2Cl_2 ?

З якою метою осадження сульфатів кальцію, барію та стронцію проводять у присутності етанолу або ацетону? Як відокремити $PbSO_4$ від $BaSO_4$, $CaSO_4$, $SrSO_4$?

З якою метою та яким чином сульфати катіонів III аналітичної групи переводять у карбонати? Чому при цьому необхідно зливати маточний розчин?

Чому йони Ba^{2+} відокремлюють від йонів Sr^{2+} та Ca^{2+} за допомогою калій дихромату у присутності ацетатної буферної суміші?

Які реакції застосовують для визначення йонів Ba^{2+} у присутності йонів Ca^{2+} та Sr^{2+} ? Чи можливо для цього застосовувати реакцію з сульфатами або сульфатною кислотою?

Якою реакцією можна визначити йони Ca^{2+} у присутності йонів Sr^{2+} без відділення останніх?



3.2. Лабораторна робота.

Аналіз суміші катіонів першої, другої та третьої аналітичних груп.

ХІД РОБОТИ

З контрольної задачі (розчину для аналізу) переносять у пробірку декілька крапель аналізованого розчину для проведення дослідів.

У протокол слід записати спостереження, висновки з них, а також відповідні рівняння реакцій для виявлених катіонів в йонному вигляді.

1. Виявлення йонів NH_4^+ . До окремої порції аналізованого розчину у пробірці (2 – 3 краплі) додати приблизно у два рази більший об'єм розчину NaOH чи KOH. Обережно нагріти до кипіння. Перевірити можливе утворення газоподібного NH_3 по запаху або за допомогою змоченого водою червоного лакмусового папірця (або смужки універсального індикатора).
Спостереження:

Якщо йони NH_4^+ не виявлені, то переходять до наступного етапу якісного аналізу.

2. Виявлення катіонів другої аналітичної групи за допомогою групового реагенту. До окремої порції аналізованого розчину у пробірці додати 3 – 5 крапель розчину HCl.
Спостереження:

а) **Якщо осад не утворюється**, то катіонів другої групи в аналізованому розчині немає. Тоді треба провести досліди виявлення катіонів III аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією.

б) **Якщо утворився осад**, то в аналізованому розчині є катіони другої аналітичної групи (Ag^+ або Pb^{2+}). Тоді в окремих порціях аналізованого розчину за допомогою характерних реакцій визначити, які саме катіони є в аналізованому розчині.

Відкриття катіонів Плюмбуму Pb^{2+}

В окремих пробах розчину відкривають катіони Плюмбуму реакціями з калій дихроматом $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ у присутності натрій ацетату CH_3COONa (випадає жовтий кристалічний осад плюмбум хромату PbCrO_4 , розчинний у лугах і нерозчинний в оцтовій кислоті) і з калій йодидом KI (випадає жовтий кристалічний осад плюмбум йодиду PbI_2 , розчинний у надлишку калій йодиду).

Відкриття катіонів Аргентуму Ag^+

До 3 – 5 крапель розчину додають 1 краплю HCl. Утворюється білий осад, що розчиняється в розчині NH_3 . При обробці осаду амоніаком аргентум хлорид розчиняється з утворенням безбарвного аміачного комплексу Аргентуму $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$. При підкисленні нітратною кислотою — знову випадає білий осад аргентум хлориду AgCl , (розчин мутніє), а при додаванні краплі розчину KI утворюється жовтий осад аргентум йодиду AgI (розчин також мутніє).

3. Виявлення катіонів третьої аналітичної групи за допомогою групового реагенту. У пробірку додати 3 – 5 крапель аналізованого розчину, 3 – 5 крапель розчину H_2SO_4 і 5 – 10 крапель етилового спирту. Суміш перемішати. Спостереження:

а) **Якщо осад не утворюється**, то катіонів третьої групи в аналізованому розчині немає. Тоді виконують характерні реакції для виявлення катіонів першої аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією (див. п. 4)

б) **Якщо утворився осад**, то в аналізованому розчині є катіони третьої аналітичної групи (Ca^{2+} , Sr^{2+} або Ba^{2+}). Тоді в окремих порціях аналізованого розчину за допомогою характерних реакцій визначити, які саме катіони є в аналізованому розчині.

Відкриття катіонів Барію Ba^{2+}

До 3 – 5 крапель аналізованого розчину додають 1 – 2 краплі оцтової кислоти і 3 – 5 крапель калій дихромату $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Спостереження: _____

а) **У випадку появи жовтого осаду** (наявність йонів Ba^{2+}) з окремими порціями аналізованого розчину додатково провести ще інші (1 – 2) характерні реакції на йони барію, наприклад, на фільтрувальному папері з натрій родизонатом, з гіпсовою водою тощо.

Якщо осад не утворюється, то катіонів барію в аналізованому розчині немає. Тоді треба провести досліди виявлення катіонів Sr^{2+} .

Відкриття катіонів Стронцію Sr^{2+}

Методика. На аркуш фільтрувального паперу нанести краплю аналізованого розчину і краплю свіжоприготовленого 0,2 % розчину натрій родизонату. Якщо аналізований розчин містить йони Sr^{2+} , то спостерігається утворення червоно-бурої плями. На пляму нанести краплю розчину HCl . Забарвлення плями зникає (у присутності катіонів Барію забарвлення не зникає, а перетворюється із бурого в фіолетово-червоне). Для достовірності результату провести додаткову характерну реакцію на йони Sr^{2+} , наприклад, реакцію з «гіпсовою водою»: у пробірку додати 3 – 5 крапель аналізованого розчину, додати 5 – 6 крапель «гіпсової води», нагріти і залишити на ~10 – 15 хвилин. Поступово виділяється білий осад сульфату стронцію.

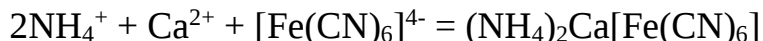
Якщо осад не утворюється, то катіонів Стронцію в аналізованому розчині немає. Тоді треба провести досліди виявлення катіонів Ca^{2+} .

Відкриття катіонів Кальцію Ca^{2+}

У пробірку внести 3 краплі аналізованого розчину, додати краплю розчину оцтової кислоти і 3 краплі розчину амоній оксалату. Якщо аналізований розчин містить йони Ca^{2+} , то випадає білий кристалічний осад кальцій оксалату.

Для достовірності додатково провести реакцію з калій гексаціанофератом(II) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Для цього у пробірку внести 3 – 4 краплі аналізованого водного розчину, 2 – 3 краплі розчину амоніаку, нагріти

розчин до кипіння й додати 5 – 6 крапель свіжоприготовленого насиченого розчину $K_4[Fe(CN)_6]$. Якщо аналізований розчин містить йони Ca^{2+} , то випадає білий кристалічний осад такого складу: $(NH_4)_2Ca[Fe(CN)_6]$. Йонне рівняння реакції:



Якщо осад не утворюється, то катіонів кальцію Ca^{2+} в аналізованому розчині немає. Тоді треба провести досліди по виявленню катіонів Na^+ або K^+ .

Відкриття катіонів Натрію Na^+

У пробірку налити 3 – 5 крапель аналізованого розчину, додати 3 – 5 крапель реагенту $K[Sb(OH)_6]$. Для утворення осаду охолодити пробірку під краном та потерти скляною паличкою.

Якщо аналізований розчин містить йони Na^+ , то випадає білий кристалічний осад $Na[Sb(OH)_6]$.

Якщо осад не утворюється, то катіонів Натрію в аналізованому розчині немає. Тоді треба провести досліди виявлення катіонів K^+ .

Відкриття катіонів Калію K^+

На предметне скло нанести одну краплю аналізованого розчину. Поряд нанести одну краплю розчину реагенту $Na_3[Co(NO_2)_6]$. Об'єднати краплі скляною паличкою. Якщо аналізований розчин містить йони K^+ , то утворюється жовтий кристалічний осад $K_2Na[Co(NO_2)_6]$.

Для достовірності додатково провести реакцію з натрій гідрокарбонатом $NaHCO_3$. Для цього у пробірку перенести 3 – 5 крапель розчину KCl , додати 3 – 5 крапель розчину $NaHCO_3$. Для утворення осаду охолодити пробірку під краном та потерти скляною паличкою. Якщо аналізований розчин містить йони K^+ , то випадає білий кристалічний осад такого складу: $KHCO_3$.

Висновок: аналізований розчин (задача № ____) містить катіони ____



Заняття 4.

Якісні реакції катіонів IV аналітичної групи (Al^{3+} , Cr^{3+} , Zn^{2+} , As^{III} , As^V , Sn^{II} , Sn^{IV}). Аналіз суміші катіонів IV аналітичної групи.

4.1. Завдання для самопідготовки

До заняття треба знати

1. Загальну хіміко-аналітичну характеристику катіонів четвертої аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією (склад групи, груповий реагент).

2. Основні хімічні властивості катіонів четвертої аналітичної групи і їх найважливіших сполук (амфотерність, гідролітичні й окисно-відновні властивості, здатність до комплексоутворення).

3. Аналітичні реакції катіонів четвертої аналітичної групи.

4. Правила техніки безпеки й роботи в хіміко-аналітичній лабораторії.

До заняття треба уміти

1. Скласти рівняння окисно-відновних реакцій.

2. Скласти рівняння реакцій гідролізу солей, реакцій розчинення амфотерних гідроксидів катіонів четвертої групи в лугах з утворенням гідроксокомплексів та інших реакцій комплексоутворення цих катіонів.

4.1.2. Питання для самоконтролю

1. Назвати груповий реагент і перелічити катіони, що входять у четверту аналітичну групу.

2. Які забарвлення мають гідроксиди катіонів четвертої групи?

3. У чому розчиняються гідроксиди катіонів четвертої групи, які сполуки утворюються при цьому? Напишіть відповідні рівняння реакцій.

4. Який катіон четвертої групи утворює з амоніаком комплексні йони? Напишіть формулу комплексного йону з амоніаком.

5. Напишіть формули комплексних аніонів, які утворюють Sn(II), Sn(IV), As(III), As(V) у розчині концентрованої хлоридної кислоти.

6. Перелічіть катіони четвертої групи, що проявляють окисно-відновні властивості. Як діє груповий реагент на ці йони?

7. Напишіть в йонному вигляді рівняння реакції окиснення Cr^{3+} гідроген пероксидом у лужному середовищі.

8. Напишіть в йонному вигляді рівняння реакції, що підтверджує відновні властивості арсеніт-іона.

9. Який з катіонів четвертої групи має забарвлення?

10. Яку специфічну реакцію використовують для виявлення катіонів хрому(III)?

11. Який колір хромат-іонів і дихромат-іонів? Напишіть рівняння реакції їх взаємного переходу.

12. Для виявлення якого катіона четвертої групи використовують органічний реагент алізарин?

13. Для виявлення якого катіона четвертої групи використовують органічний реагент дитизон?



4.2. Тестові питання з бази даних «КРОК 1»

Прочитати тестові питання з відповідями. Обґрунтувати правильну відповідь, яка стоїть першою.

1. Яка спільна властивість сполук катіонів Al^{3+} , Zn^{2+} , Cr^{3+} , Sn^{2+} об'єднує їх в IV аналітичну групу (кисотно-основна класифікація)?

A Амфотерність гідроксидів.

B Нерозчинність солей у воді.

C Добра розчинність деяких солей.

D Розчинність гідроксидів в кислотах.

E Розчинність гідроксидів в надлишку розчину амоніаку.

2. Які катіони містяться в розчині, якщо при додаванні дитизону в присутності лугу спостерігається рожеве забарвлення водного і хлороформного шарів?

A Zn^{2+}

B Cd^{2+}

C Sn^{2+}

D Pb^{2+}

E Cu^{2+}

3. При нагріванні досліджуваного розчину з надлишком лугу в присутності гідроген пероксиду розчин набуває жовте забарвлення. Це свідчить про присутність у розчині йонів:

A Cr^{3+}

B Co^{3+}

C Ni^{2+}

D Mg^{2+}

E Al^{3+}

4. До досліджуваного розчину додали надлишок 6М розчину натрій гідроксиду і 3 % розчину гідроген пероксиду. Розчин при нагріванні забарвився в жовтий колір. Це свідчить про присутність в розчині:

A * Катіонів хрому (III).

B Катіонів Стануму (II).

C Катіонів алюмінію

D Катіонів цинку

E Катіонів Плюмбуму

5. У розчині присутні катіони цинку і алюмінію. Вкажіть реагент, який дозволяє виявити в цьому розчині катіони цинку:

A Розчин калій гексаціаноферату (II).

B Розчин натрій гідроксиду.

C Кобальт нітрату $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$.

D Надлишок 6М натрій гідроксиду в присутності гідроген пероксиду.

E Розчин сульфатної кислоти.

6. Укажіть, для визначення якого йону IV аналітичної групи не використовують окислювально-відновні реакції:

A Zn^{2+}

B Sn^{2+}

C Cr^{3+}

D As (V)

E As(III)

7. До четвертої групи катіонів належать катіони Al^{3+} , Sn^{2+} , $\text{Sn}(\text{IV})$, As(V), As(III), Zn^{2+} , Cr^{3+} . Укажіть груповий реагент на четверту групу катіонів.

- A** Розчин NaOH, H₂O₂
- B** Розчин HCl
- C** розчин NH₃, H₂O₂
- D** розчин H₂C₂O₄
- E** розчин H₂SO₄, H₂O₂

8. В якісному аналізі при дії надлишку групового реагенту NaOH на солі алюмінію утворюється:

- A** натрій гексагідроксоалюмінат
- B** гідроксид алюмінію
- C** натрій метаалюмінат
- D** основні солі алюмінію
- E** оксид алюмінію

9. В якісному аналізі при певних умовах специфічним реагентом на катіони Zn²⁺ є розчин K₄[Fe(CN)₆], утворюється білий осад складу:

- A** K₂Zn₃[Fe(CN)₆]₂
- B** K₂Na[Fe(CN)₆]
- C** CuZn[Fe(CN)₆]
- D** KFe[Fe(CN)₆]
- E** Zn(SCN)₂

10. Укажіть, чим характеризується міра здатності реагенту давати добре фіксований аналітичний ефект при взаємодії з визначуваною речовиною?

- A** Чутливістю реакції
- B** Вибірністю реакції
- C** Специфічністю реакції
- D** Селективністю
- E** Кількістю реагенту



4.3. Лабораторна робота

4.3.1. Реакції катіонів IV аналітичної групи

Реакції катіонів Al³⁺

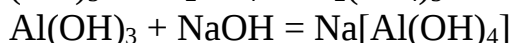
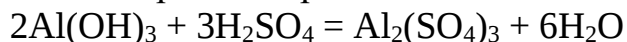
Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину Al₂(SO₄)₃, додати 1 - 2 краплі розчину NaOH.

Спостереження: _____

Рівняння реакції: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NaOH} = 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$

Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Суміш розділити на дві пробірки, в одну при перемішуванні додавати краплями розчин H₂SO₄ до розчинення осаду. В другу пробірку до розчинення осаду додавати краплями розчин NaOH. Рівняння реакцій:



Написати повні та скорочені йонні рівняння цих реакцій:

До одержаного розчину $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ додати концентрований розчин NH_4Cl , нагріти.

Спостереження: _____

Рівняння реакції:

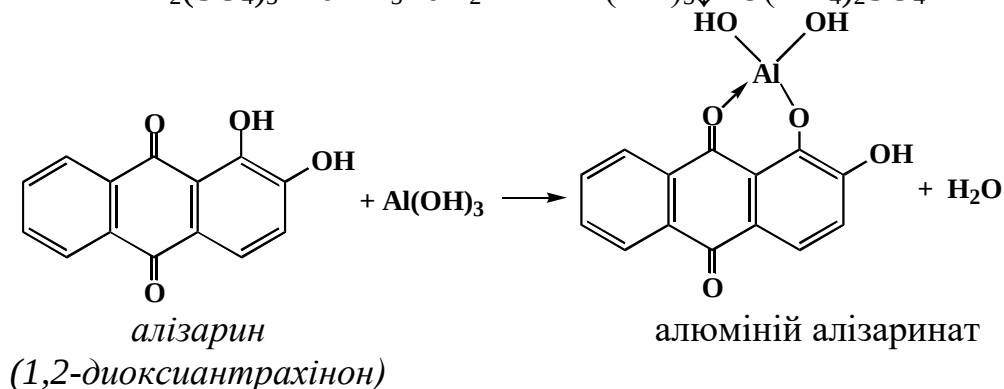
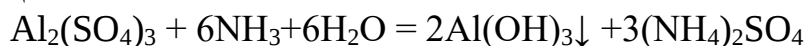


Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Дослід 2. На фільтрувальний папір нанести 1 краплю розчину $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, підсушити і нанести одну краплю розчину NH_3 . Потім нанести на те ж місце одну краплю реактиву алізаринового червоного S.

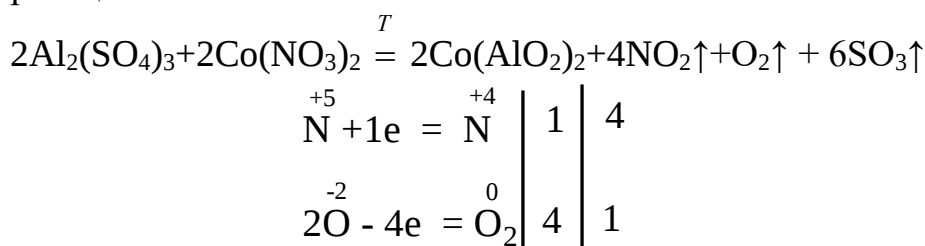
Спостереження: _____

Рівняння реакції:



Дослід 3. На смужку фільтрувального паперу нанести 1 – 2 краплі розчину $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, підсушити і на те ж саме місце нанести 1 – 2 краплі розчину $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, підсушити і спалити фільтрувальний папір.

Рівняння реакції:



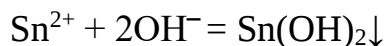
кобальт алюмінат $\text{Co}(\text{AlO}_2)_2$ синього кольору називають “тенарова синь”.

Реакції катіонів Sn^{2+}

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину SnCl_2 , додавати краплями розчин NaOH до утворення осаду.

Спостереження: _____

Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

Суміш розділити на дві пробірки. В одну пробірку додати 5 – 10 крапель H_2SO_4 .

Спостереження: _____

Написати молекулярне та йонні рівняння реакції

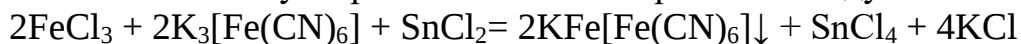
У другу пробірку додавати краплями розчин NaOH до розчинення осаду.

Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

Дослід 2 (відновні властивості солей Sn^{2+}). У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину FeCl_3 і 1 – 2 краплі $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. До суміші додати 1 краплю розчину SnCl_2 . Пояснити утворення синього забарвлення осаду. Рівняння реакції:



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Реакції катіонів Cr^{3+}

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, додавати краплями розчин NaOH до утворення осаду.

Спостереження: _____

Написати молекулярне, повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції

Суміш розділити на дві пробірки. В одній пробірці перевірити розчинність осаду в NaOH, додавши при перемішуванні значний надлишок NaOH. У другій пробірці перевірити розчинність осаду в H₂SO₄, додавши при перемішуванні значний надлишок H₂SO₄.

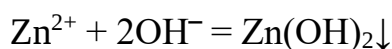
Висновок:

Реакції катіонів Zn²⁺

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину ZnCl₂, додавати краплями розчин NaOH до утворення осаду.

Спостереження: _____

Йонне рівняння реакції:



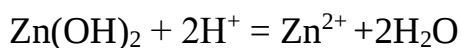
Написати молекулярне рівняння реакції

Осад Zn(OH)₂ розділити на три пробірки. В одній пробірці перевірити розчинність Zn(OH)₂ у розчині NaOH. Йонне рівняння:



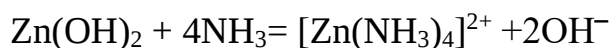
Написати молекулярне рівняння реакції

У другій пробірці перевірити розчинність Zn(OH)₂ у розчині H₂SO₄. Йонне рівняння:



Написати молекулярне рівняння реакції

У третій пробірці перевірити розчинність Zn(OH)₂ у розчині NH₃. Йонне рівняння:

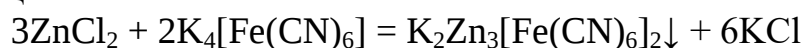


Написати молекулярне рівняння реакції

Висновок:

Дослід 2. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину ZnCl₂, додати 1 краплю розчину K₄[Fe(CN)₆]. Спостерігати утворення білого осаду.

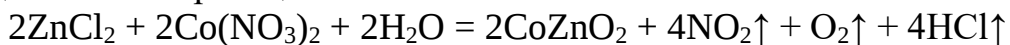
Рівняння реакції:



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Перевірити розчинність осаду у CH_3COOH . Звернути увагу, що утворений осад не розчиняється в CH_3COOH .

Дослід 3. На смужку фільтрувального паперу нанести 1 краплю розчину ZnCl_2 , підсушити і додати 1 краплю розчину $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, підсушити, спалити папірець. Рівняння реакції:



Звернути увагу на те, що, на відмінність від аналогічної реакції з йонами Al^{3+} (попіл синього кольору), утворюється попіл, забарвлений у зелений колір цинкатором кобальту CoZnO_2 (“зелень Рінмана”).



4.4. Аналіз суміші катіонів IV аналітичної групи

Попередні дослідження

Зелене забарвлення розчину свідчить про присутність солей Хрому(III). Для достовірності додатково в окремій порції досліджуваного розчину виявляють йони Cr^{3+} реакцією утворення надхромових кислот: до 3 – 4 крапель досліджуваного розчину додають 3 – 5 крапель розчину NaOH і 2 – 3 краплі 3% розчину H_2O_2 . Суміш нагрівають до утворення CrO_4^{2-} жовтого кольору, після цього охолоджують і додають 1 краплю 3% розчину H_2O_2 , декілька крапель суміші діетилового етеру з ізопентанолом і краплями, струшуючи, розчин H_2SO_4 (1:4) Утворюються пероксидні сполуки Хрому синього кольору, які добре екстрагуються органічними розчинниками і забарвлюють органічний розчинник у блакитно-синій колір.

В окремих порціях досліджуваного розчину (дробним методом) виявляють:

✧ йони Sn^{2+} — реакцією відновлення Меркурію(II) до металічної ртуті, яка в диспергованому стані має чорне забарвлення;

✧ йони As^{3+} та As^{5+} — реакцією утворення арсину і виявлення його реакцією з аргентум нітратом;

Систематичний хід аналізу. Систематичний хід аналізу базується на використанні групового реагенту (розчину NaOH з добавкою H_2O_2). здатності йонів хрому(III), арсену(III, V) і стануму(II, IV) вступати у реакції окиснення-відновлення, а також на різній здатності йонів взаємодіяти із солями амонію.

Дія групового реагенту. До досліджуваного розчину додають 2 М розчин натрій гідроксиду до повного розчинення гідроксидів, які випали в осад, декілька крапель 3 % розчину гідроген пероксиду і після припинення бурхливої реакції нагрівають на водяній бані декілька хвилин. Якщо у розчині присутні йони Cr^{3+} , то нагрівають до повного переходу забарвлення розчину від зеленого до жовтого.

Отриманий розчин 1 містить сполуки катіонів четвертої аналітичної групи у вищих ступенях окиснення ($[\text{Sn}(\text{OH})_6]^{2-}$, AsO_4^{3-} , CrO_4^{2-}) а також $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$; $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$.

Відокремлення йонів алюмінію і стануму (IV). До розчину 1 додають кристалічний амоній хлорид до насичення, вміст пробірки нагрівають на водяній бані. В осад 1 випадають гідроксиди Алюмінію та Стануму(IV), які

відокремлюють центрифугуванням від розчину 2 (в розчині 2 містяться аніони CrO_4^{2-} , AsO_4^{3-} та $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$).

Осад 1 розчиняють в 1 М розчині хлоридної кислоти і розділяють на дві частини. У одній частині виявляють йони Алюмінію, а в іншій — йони Стануму(IV).

Виявлення йонів Алюмінію. Для виявлення йонів алюмінію використовують реакцію з алізарином. На фільтрувальний папір наносять краплю розчину $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, потім у центр вологої плями наносять, краплю розчину, що містить йони алюмінію, доторкаючись до паперу кінчиком капіляру. Далі також наносять краплю реагенту і обробляють пляму парами аміаку, витримуючи папір над отвором склянки з концентрованим розчином аміаку. Утворюється фіолетова пляма, яку обробляють 1 М розчином CH_3COOH . Фіолетове забарвлення реагенту змінюється на жовте і на периферії плями спостерігається червоне забарвлення алюмінієвого лаку.

Виявлення йонів Стануму(IV). Для виявлення йонів Стануму(IV) використовують реакцію відновлення металічним залізом до Стануму(II) з наступним: виявленням Стануму(II) реакцією з HgCl_2 . До досліджуваного розчину додають 1 – 2 краплі концентрованої HCl , залізні ошурки, суміш нагрівають до появи бульбашок. Потім розчин зливають в іншу пробірку і додають 1 – 2 краплі розчину HgCl_2 . Якщо в аналізованому розчині є йони Стануму(II), то спостерігається випадіння чорного осаду.

Відокремлення та виявлення йонів Цинку. Частину розчину 2 нагрівають з насиченим розчином натрій карбонату до повного видалення аміаку. При цьому випадає білий осад основного цинк карбонату $\text{Zn}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$, який відокремлюють центрифугуванням і промивають розведеним розчином натрій карбонату. Осад $\text{Zn}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ розчиняють у 2 М розчині HCl . Йони Zn^{2+} виявляють реакцією з $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, якщо в аналізованому розчині є йони Цинку, то утворюється білий осад $\text{K}_2\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$, нерозчинний у хлоридній кислоті.



4.5. Ситуаційні задачі

Запропонувати варіант розділення та ідентифікації катіонів у таких сумішах:

а) Zn^{2+} і Al^{3+} ; б) Sn^{2+} і Al^{3+} ; в) Zn^{2+} і Cr^{3+} ; г) Al^{3+} і Sn^{2+} ; д) Sn^{2+} і Cr^{3+} .

Написати молекулярні та йонні рівняння реакцій, якщо у перелічених вище сумішах містяться нітрати катіонів.



Заняття 5

Якісні реакції катіонів V аналітичної групи (Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Bi^{3+} , Sb^{II} , Sb^{V})

До заняття треба знати

1. Загальну хіміко-аналітичну характеристику катіонів п'ятої аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією (склад групи, груповий реагент).

2. Основні хімічні властивості катіонів п'ятої аналітичної групи та їх найважливіших сполук.

3. Аналітичні реакції катіонів п'ятої аналітичної групи.

4. Основні положення протолітичної теорії кислот і основ.

5. Основні уявлення про реакції комплексоутворення в розчинах.

6. Правила техніки безпеки й роботи в хіміко-аналітичній лабораторії.

До заняття треба вміти

1. Складати рівняння характерних аналітичних реакцій катіонів п'ятої аналітичної групи.

2. Розраховувати рН розчинів кислот, основ.

5.1. Питання для теоретичної підготовки

1. Назвіть групові реагенти на катіони п'ятої аналітичної групи.

2. Перелічіть катіони, що входять до складу п'ятої аналітичної групи.

3. Які елементи, катіони яких входять до складу п'ятої аналітичної групи, проявляють змінний ступінь окислення?

4. Як діють розчини лугів і амоніаку на катіони п'ятої аналітичної групи? Напишіть відповідні рівняння реакцій.

5. Напишіть в йонному вигляді рівняння реакцій взаємодії:

а) солі Феруму(II) з калій гексаціанофератом(III);

б) солі Феруму(III) з калій гексаціанофератом(II). В якому середовищі протікають ці реакції?

6. Напишіть в йонному вигляді рівняння реакції окиснення мангану(II) натрій бісмутатом.

7. Які катіони п'ятої аналітичної групи зазнають гідролізу?

8. Напишіть в йонному вигляді рівняння реакції взаємодії бісмут(III) нітрату із станум(II) хлоридом. В якому середовищі протікає ця реакція?

9. Напишіть рівняння реакції окиснення манган(II) гідроксиду киснем повітря. Що спостерігається при цьому?

10. Який катіон п'ятої групи має виражені амфотерні властивості?

11. Які реакції використовують для виявлення катіонів Феруму(III)? Напишіть рівняння в йонному вигляді.

5.2. Тестові питання з бази даних «КРОК 1»

Прочитати тестові питання з відповідями. Обґрунтувати правильну відповідь, яка стоїть першою.

1. До досліджуваного розчину додали концентрованої нітратної кислоти та кристалічний плюмбум(IV) оксид. Розчин набув малинового кольору. На присутність якого катіону вказує цей аналітичний ефект:

А катіону Мангану(II).

В катіону Бісмуту(III).

С катіону Феруму(III) .

D катіону Хрому(III).

E катіону Стануму (II).

2. До досліджуваного розчину додали розчин амоній тіоціанату. Розчин забарвився в червоний колір. На присутність якого катіону вказує цей аналітичний ефект:

A катіону Феруму (III) .

B катіону Меркурію (II).

C катіону Аргентуму.

D катіону Меркурію (I).

E катіону Плюмбуму (II).

3. Укажіть, які йони знаходяться в розчині, якщо при нагріванні розчину з $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ у присутності AgNO_3 розчин набуває малинового забарвлення.

A Mn^{2+}

B Fe^{3+}

C Fe^{2+}

D Co^{2+}

E Cu^{2+}

4. До розчину, що містить катіон п'ятої аналітичної групи (кисотно-основна класифікація), долили розчин амоній тіоціанату. Розчин забарвився в червоний колір. На присутність яких катіонів вказує цей аналітичний ефект:

A Катіонів Феруму (III).

B Катіонів Феруму (II).

C Катіонів Мангану (II).

D Катіонів Бісмуту

E Катіонів Магнію

5. В якісному аналізі при певних умовах специфічним реагентом на катіони Fe^{3+} є $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Якого кольору утворюється осад?

A Синього

B Білого

C Бурого

D Червоного

E Чорного

6. Який катіон V аналітичної групи знаходиться в розчині, якщо при дії розчину станум(II) хлориду у лужному середовищі випадає чорний осад?

A Бісмут (III)

B Ферум(II)

C Манган (II)

D Стибій(III)

E Ферум(III)

7. В якісному аналізі специфічним реагентом на катіони Fe^{2+} є:

A $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

B $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$

C NaOH

D $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

$E \text{ NH}_3$

8. Аналітичним ефектом дії розчину калій гексаціаноферату(II) на йони Феруму(III) є:

A випадіння синього осаду

B випадіння білого осаду

C утворення осаду та його розчинення у надлишку реактиву

D виділення бульбашок газу

E поява характерного запаху

9. Катіони Fe^{3+} утворюють з тіоціанат-йонами комплексні сполуки. Який аналітичний ефект при цьому спостерігається:

A Розчин забарвлюється у червоний колір

B Розчин забарвлюється у синій колір

C Випадає осад червоного кольору

D Утворюється “берлінська лазурь”

E Утворюється коричневе кільце.

10. В аналізованому розчині містяться NaCl і $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$. У лабораторії їх ідентифікували. На відміну від NaCl тільки $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ утворює чорний осад з:

A розчином станум(II) хлориду

B розчином калій хлориду

C розчином аргентум нітрату

D розчином натрій нітриту

E розчином калій тіоціанату



5.3. Лабораторна робота

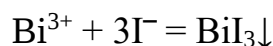
Реакції катіонів п'ятої аналітичної групи

Реакції катіонів Bi^{3+}

Дослід 1. У пробірку налити 5 – 10 крапель розчину $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, додати одну краплю розчину KI .

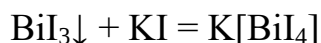
Спостереження: _____

Йонне рівняння:



Написати молекулярне рівняння реакції

До розчину з чорним осадом BiI_3 додавати краплями розчин KI до розчинення осаду.

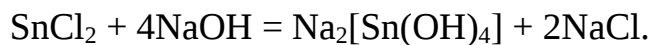


Написати молекулярне рівняння реакції

Висновок:

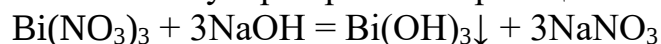
_____.

Дослід 2 (здатність йонів Bi^{3+} відновлюватись до металічного Bi). В окремій пробірці приготувати відновник (лужний розчин $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4]$). Для цього в пробірку налити 3 – 5 крапель розчину SnCl_2 , додавати краплями розчин NaOH до розчинення осаду $\text{Sn}(\text{OH})_2$, що утворився на початку. Рівняння реакцій:



Написати повне та скорочене йонні рівняння реакції:

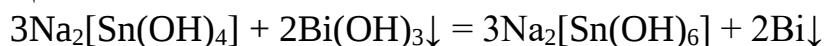
У другу пробірку налити 5 – 10 крапель розчину $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, додати 3 – 5 крапель розчину NaOH . Молекулярне рівняння реакції:



У пробірку з осадом $\text{Bi}(\text{OH})_3$ додати розчин $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4]$.

Спостереження: _____

Рівняння реакції:

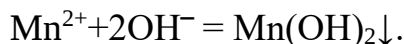


Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Реакції катіонів Mn^{2+}

Дослід 1. У пробірку налити 5 – 10 крапель розчину солі мангану, додати 3 – 5 крапель розчину NaOH . Спостереження: _____

Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння цієї реакції:

Розчин з осадом $\text{Mn}(\text{OH})_2$ поділити на дві пробірки. В одну пробірку з осадом $\text{Mn}(\text{OH})_2$ додавати краплями розчин H_2SO_4 до розчинення осаду.

Написати молекулярне рівняння цієї реакції:

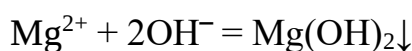
У другу пробірку з осадом $\text{Mn}(\text{OH})_2$ додати 3 – 5 крапель розчину H_2O_2 . Який колір набуває осад? Спостереження: _____

Рівняння реакції: $\text{Mn}(\text{OH})_2\downarrow + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{MnO}(\text{OH})_2\downarrow + \text{H}_2\text{O}$

Реакції катіонів Mg^{2+}

Дослід 1. У пробірку налити 5 – 10 крапель розчину солі магнію, додати 3 – 5 крапель розчину NaOH . Спостереження:

Йонне рівняння:



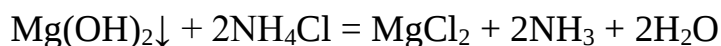
Написати молекулярне рівняння реакції

Розчин з осадом $\text{Mg}(\text{OH})_2$ поділити на дві пробірки. В одну пробірку з осадом $\text{Mg}(\text{OH})_2$ додавати краплями розчин H_2SO_4 до розчинення осаду.



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

У другу пробірку додавати краплями розчин NH_4Cl до розчинення осаду.
Рівняння реакції:



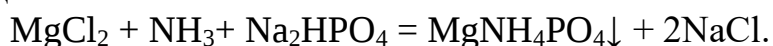
Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Висновок: _____

Дослід 2. У пробірку налити 5 – 10 крапель розчину солі магнію, додати 3 – 5 крапель розчину NH_4Cl і 2 – 3 краплі розчину NH_3 . Розчин NH_4Cl додають для того, щоб попередити утворення осаду $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (див. попередній дослід). Після перемішування додати 3 – 5 крапель розчину Na_2HPO_4 .

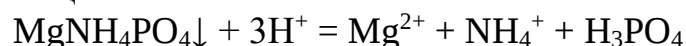
Спостереження: _____

Рівняння реакції:



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Розчин з осадом MgNH_4PO_4 поділити на дві пробірки. В одну пробірку з осадом додавати краплями розчин сульфатної кислоти до розчинення осаду.
Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння цієї реакції:

У другу пробірку з осадом додавати краплями розчин оцтової кислоти до розчинення осаду. Молекулярне рівняння реакції:



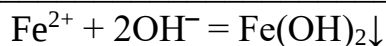
Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Висновок:_____.

Реакції катіонів Fe^{2+}

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину солі Феруму(II), додати 3 – 5 крапель розчину NaOH.

Спостереження:_____

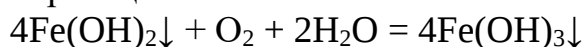


Написати молекулярне рівняння реакції

Як змінюється забарвлення осаду $\text{Fe}(\text{OH})_2$ при збовтуванні вмісту пробірки?

Спостереження:_____

Молекулярне рівняння реакції:

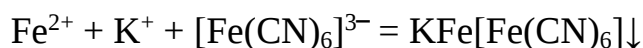


Осад $\text{Fe}(\text{OH})_3$ має буре забарвлення

Дослід 2. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину солі Феруму(II), додати 1 – 2 краплі розчину $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

Спостереження:_____

Йонне рівняння реакції:



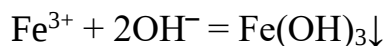
Написати молекулярне рівняння реакції

Реакції катіонів Fe^{3+}

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину солі Феруму(III), додати 3 – 5 крапель розчину NaOH.

Спостереження:_____

Йонне рівняння:



Написати молекулярне рівняння реакції

Перевірити розчинність осаду $\text{Fe}(\text{OH})_3$ в азотній кислоті.

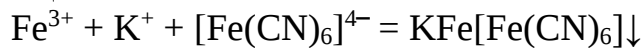
Спостереження:_____

Написати молекулярне рівняння реакції

Дослід 2. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину солі Феруму(III), додати 1 – 2 краплі розчину $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

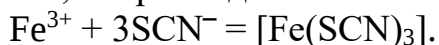
Спостереження:_____

Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

Дослід 3. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину солі Феруму(III), додати 1 – 2 краплі розчину NH_4SCN . Утворюється комплексна сполука, що забарвлена в червоний колір. Склад комплексної сполуки залежить від співвідношення компонентів, наприклад:



З надлишком реагенту утворюються такі комплексні йони: $[\text{Fe}(\text{SCN})_4]^-$, $[\text{Fe}(\text{SCN})_5]^{2-}$, $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$.



Заняття 6

Якісні реакції катіонів VI аналітичної групи (Cu^{2+} , Co^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Ni^{2+}).

6.1. Питання для теоретичної підготовки

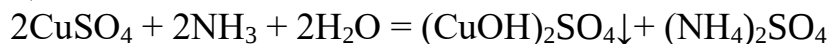
1. Назвіть груповий реагент для катіонів шостої аналітичних груп. Опишіть їхню дію на катіони.
3. Напишіть хімічні формули сполук, що утворюються при взаємодії катіонів шостої групи з надлишком аміаку.
4. Які органічні реагенти використовуються для виявлення катіонів шостої групи.
10. Які з катіонів шостої групи мають окисно-відновні властивості?
11. Яке припущення можна зробити стосовно наявності у розчині катіонів шостої аналітичних груп за кольором аналізованого розчину?
14. Які катіони шостої груп можуть відновлюватися до вільного металу в розчині при зануренні в нього металічного заліза, цинку або алюмінію?

6.2. Реакції катіонів VI аналітичної групи

Реакції катіонів Cu^{2+}

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину солі Купруму, додати 1 – 2 краплі розчину NH_3 , перемішати, струшуючи пробірку. Спостереження:

Рівняння реакції:



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Суміш поділити на дві пробірки. В одну пробірку поступово краплями додавати розчин NH_3 до повного розчинення осаду. Звернути увагу на інтенсивне фіолетове забарвлення утвореного розчину комплексної солі Купруму.



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

У другу пробірку додавати розчин H_2SO_4 до повного розчинення осаду.
Рівняння реакції:



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Дослід 2. У пробірку налити 1 – 2 краплі розчину солі Купруму, додати 5 – 10 крапель NaOH .

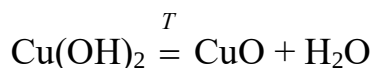
Якого кольору утворений осад $\text{Cu}(\text{OH})_2$? _____

Написати молекулярне рівняння цієї реакції:

Суміш у пробірці обережно нагріти.

Як змінюється забарвлення осаду? _____

Рівняння реакції:

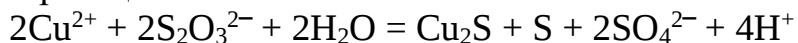


Пояснення: Утворений осад чорного кольору — оксид CuO .

Дослід 3. У пробірку налити 1 – 2 краплі розчину солі Купруму, додати 1 – 2 краплі розчину H_2SO_4 і 5 – 10 крапель $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, нагріти до кипіння. Звернути увагу на колір утвореного осаду.

Спостереження: _____

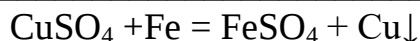
Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння цієї реакції:

Дослід 4. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину солі Купруму, обережно занурити у розчин залізний цвях. Через 1 – 2 хвилини дістати з пробірки цвях. Звернути увагу на зміну забарвлення поверхні залізного цвяха, що контактував з розчином солі Купруму.

Спостереження: _____

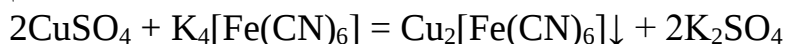


Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Дослід 5. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину солі Купруму, додати 1 – 2 краплі розчину $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

Спостереження: _____

Рівняння реакції:



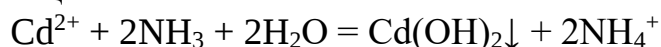
Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Реакції катіонів Cd^{2+}

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину солі кадмію, додати 1 краплю розчину NH_3 .

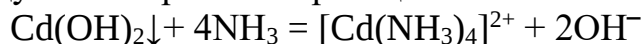
Спостереження: _____

Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

Дослід 2. У пробірку з білим осадом $\text{Cd}(\text{OH})_2$ додавати краплями розчин NH_3 до розчинення осаду. Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

Дослід 3. У пробірку налити 2 – 3 краплі розчину солі кадмію, додати стільки ж розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, нагріти до кипіння. Чи спостерігаються зміни в розчині? (Порівняти з подібним дослідом для CuSO_4).

Спостереження: _____

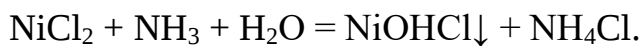
Пояснення: На відміну від йонів Cu^{2+} та Bi^{3+} йони Cd^{2+} не утворюють осаду з $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Реакції катіонів Ni^{2+}

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину солі нікелю, краплями додавати розчин NH_3 до утворення осаду.

Який колір осаду? _____

Рівняння реакції:



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Продовжити додавання розчину NH_3 до повного розчинення осаду.

Який колір має утворений розчин? _____

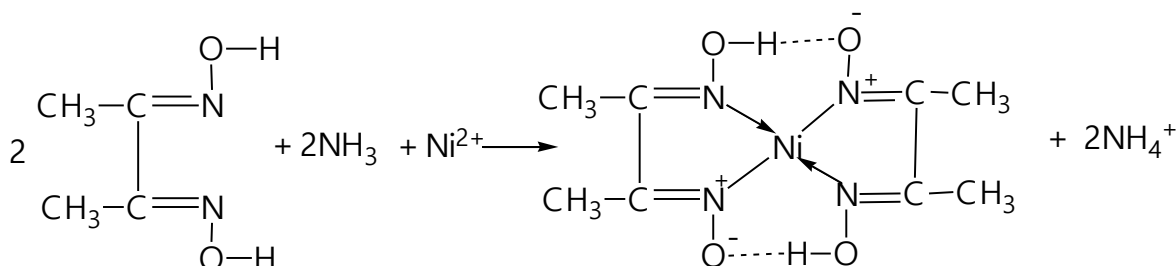
Рівняння реакції:



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Дослід 2. На смужку фільтрувального паперу нанести 1 краплю солі нікелю, поряд нанести 1 краплю розчину NH_3 і 1 краплю розчину діацетилдіоксиму. **Увага!** Краплі нанести на папір у точках, по вершинах трикутника на такій відстані, щоб ці три плями розпливаючись зустрілись. Що спостерігається у місці, де зустрілись ці три плями? _____

Рівняння реакції:



Діацетилдіоксим

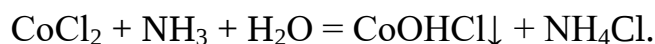
нікель (II) діацетилдіоксимат

Реакції катіонів Co^{2+}

Дослід 1. У пробірку налити 2 – 3 краплі розчину солі кобальту, краплями додавати розчин NH_3 до утворення осаду.

Який колір осаду? _____

Рівняння реакції:



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Продовжити додавання розчину NH_3 до повного розчинення осаду.

Який колір утвореного розчину? _____

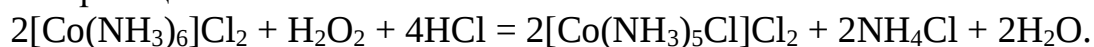
Рівняння реакції:



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

У розчин, що утворився, додати 5 – 10 крапель розчину H_2O_2 . Спостерігати появу характерного вишнево-червоного забарвлення комплексної сполуки (хлоропентаамінкобальт(III) хлорид: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$).

Рівняння реакції:



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Реакції катіонів Hg^{2+} .

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 4 краплі розчину солі Меркурію(II), додавати краплями розчин NH_3 до утворення осаду.

Рівняння реакції:



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

До суміші додати 3 – 4 краплі розчину солі амонію (NH_4Cl чи NH_4NO_3). Продовжувати додавати розчин NH_3 до повного розчинення осаду.

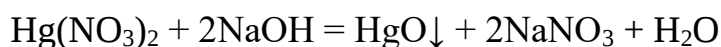
Рівняння реакції:



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Дослід 2. У пробірку налити 1 краплю розчину солі Меркурію(II), додати 3 – 5 крапель розчину NaOH .

Яке забарвлення має осад? _____

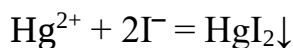


Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Дослід 3. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину солі Меркурію(II), додати 1 краплю розбавленого розчину KI .

Яке забарвлення має осад, що утворився? _____

Йонне рівняння реакції:

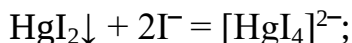


Написати молекулярне рівняння реакції

Продовжувати додавати краплями розчин KI до повного розчинення осаду.

Як змінюється забарвлення? _____

Йонне рівняння реакції:

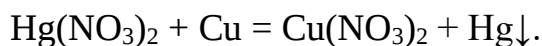


Написати молекулярне рівняння реакції

Дослід 4. Реакція “мідної монети”. На почищену крейдою або піском поверхню мідної пластинки або монети нанести 1 краплю розчину солі Меркурію(II), обережно потерти пляму.

Як змінюється колір мідної поверхні? _____

Рівняння реакції:



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:



Заняття 7

Підсумкове заняття з теорії і практики аналізу катіонів IV-VI аналітичних груп.

7.1. Питання для теоретичної підготовки

1. Назвіть групові реагенти для катіонів четвертої, п'ятої та шостої аналітичних груп. Опишіть їхню дію на катіони.
2. Які з катіонів четвертої, п'ятої та шостої груп мають забарвлення?
3. Напишіть хімічні формули сполук, що утворюються при взаємодії катіонів четвертої, п'ятої та шостої груп з надлишком аміаку.
4. Які органічні реагенти використовуються для виявлення катіонів четвертої, п'ятої та шостої груп.
5. Що відбудеться, якщо солянокислі розчини солей Стибію(III), Бісмуту(III), Стануму(II) розбавити водою й нагріти?
6. Які з катіонів четвертої, п'ятої та шостої груп проявляють окисно-відновні властивості?
7. Пояснити, для чого при відділенні катіонів четвертої аналітичної групи від катіонів п'ятої й шостої груп їх розчин обробляють натрій гідроксидом з додаванням гідроген пероксиду? Навести 2 приклади формул сполук, що утворюються:
 - а) в розчині;
 - б) в осаді.
8. Виберіть окисники, за допомогою яких можна окиснити Хром(III) до хромат- іонів і дихромат-іонів.
9. Який з катіонів четвертої аналітичної групи утворює гідроксид, розчинний у надлишку аміаку?
10. Які з катіонів четвертої, п'ятої та шостої груп мають окисно-відновні властивості?
11. Яке припущення можна зробити стосовно наявності у розчині катіонів четвертої, п'ятої та шостої аналітичних груп за кольором аналізованого розчину?
12. За допомогою якого реагенту можна відокремити катіони четвертої групи від катіонів п'ятої й шостої груп?

13. Які комплексні сполуки катіонів п'ятої групи використовуються в якісному аналізі?

14. Які катіони четвертої, п'ятої та шостої груп можуть відновлюватися до вільного металу в розчині при зануренні в нього металічного заліза, цинку або алюмінію?

15. За допомогою яких реакцій можна розділити Магній(II) і Манган(II) в їх суміші?



7. 2. Тестові питання з бази даних: «Крок 1»

Прочитати тестові питання з відповідями. Обґрунтувати правильну відповідь, яка стоїть першою.

1. Яка спільна властивість сполук катіонів Al^{3+} , Zn^{2+} , Cr^{3+} , Sn^{2+} об'єднує їх в IV аналітичну групу (кислотно-основна класифікація)?

- A. Амфотерність гідроксидів.
- B. Нерозчинність солей у воді.
- C. Добра розчинність деяких солей.
- D. Розчинність гідроксидів в кислотах.
- E. Розчинність гідроксидів в надлишку розчину аміаку.

2. До досліджуваного розчину додали надлишок 6 М розчину натрій гідроксиду і 3% розчину гідроген пероксиду (пероксиду водню). Розчин при нагріванні забарвився в жовтий колір. Це свідчить про присутність в розчині:

- A. катіонів Хрому (III).
- B. катіонів Стануму (II).
- C. катіонів Алюмінію
- D. катіонів Цинку
- E. катіонів Плюмбуму

3. У розчині присутні катіони Цинку й Алюмінію. Вкажіть реагент, який дозволяє виявити в цьому розчині катіони цинку:

- A. Розчин калій гексаціаноферату(II).
- B. Розчин натрій гідроксиду.
- C. Розчин кобальт нітрату $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$
- D. Надлишок 6М натрій гідроксиду у присутності гідроген пероксиду.
- E. Розчин сульфатної кислоти.

4. Укажіть, для визначення якого йону IV аналітичної групи не використовують окисно-відновні реакції:

- A. Zn^{2+}
- B. Sn^{2+}
- C. Cr^{3+}
- D. As(V)
- E. As(III)

5. В якісному аналізі при дії надлишку групового реагенту NaOH на солі алюмінію утворюється:

- A. натрій гексагідроксоалюмінат

- В.алюміній гідроксид
- С.натрій метаалюмінат
- Д.основні солі алюмінію
- Е. алюміній оксид

6. В якісному аналізі за певних умов специфічним реагентом на катіони Zn^{2+} є розчин $K_4[Fe(CN)_6]$, утворюється білий осад складу:

- А. $K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$
- В. $K_2Na[Fe(CN)_6]$
- С. $CuZn[Fe(CN)_6]$
- Д. $KFe[Fe(CN)_6]$
- Е. $Zn(SCN)_2$

7. В якісному аналізі при дії надлишку групового реагенту (розчин натрій гідроксиду) на катіони IV аналітичної групи йони хрому(III) утворюють:

- А.натрій гексагідроксохромат(III)
- В.хром (III) оксид
- С.хром (III) гідроксид
- Д.хром (II) гідроксид
- Е. хром(II) оксид

8. До досліджуваного розчину додали концентрованої нітратної кислоти, кристалічний плюмбум(IV) оксид і нагріли. Розчин набув малинового кольору, На присутність яких йонів вказує цей аналітичний ефект:

- А.йонів Мангану(II)
- В.йонів Бісмуту(III)
- С.йонів Феруму(III)
- Д.йонів Хрому(III)
- Е. йонів Стануму(II)

9. До досліджуваного розчину додали розчин амоній тіоціанату. Розчин забарвився в червоний колір. На присутність якого катіону вказує цей аналітичний ефект?

- А.Феруму(III).
- В.Меркурію (II).
- С.Аргентуму.
- Д.Меркурію (I).
- Е. Магнію.

10 Які йони з розчином калій йодиду утворюють оранжево-червоний осад, розчинний у надлишку реагенту з утворенням безбарвного розчину?

- А. Hg^{2+}
- В. Pb^{2+}
- С. Mn^{2+}
- Д. Ba^{2+}
- Е. Ag^+

11. Досліджуваний розчин лікарського препарату містить катіони Магнію й Алюмінію. За допомогою якого реагенту можна розділити вказані катіони при аналізі цього розчину?

- А.Розчину лугу;
- В.Розчину гідроген пероксиду в кислому середовищі;
- С.Розчину аргентум нітрату;
- Д.Розчину гідроген пероксиду в аміачному середовищі;
- Е.Розчину хлоридної кислоти;

12. Який катіон VI аналітичної групи (кислотно-основна класифікація) знаходиться в розчині, якщо при додаванні розчину аміаку спочатку утворюється блакитнувато-зелений осад, розчинний в надлишку реактиву з утворенням інтенсивно синього розчину:

- А.Купруму
- В.Нікелю
- С.Кобальту
- Д.Меркурію (II)
- Е.Кадмію (II)



Заняття 8

Якісні реакції аніонів I аналітичної групи

8. 1. Загальна характеристика аніонів

Аніони утворюють в основному неметали В, С, Si, N, P, As, Sb, S, Se, Те, F, Cl, Br, I, а також деякі *d*-елементи (V, Nb, Та, Cr, Мо, W, Mn тощо). Високу здатність до утворення аніонів мають *p*-елементи, розташовані у верхньому правому кутку таблиці Д. И. Менделєєва: F, Cl, Br, I, S тощо.

Більшість *p*-елементів утворюють аніони оксигеновмісних кислот, наприклад H_2SO_4 , HNO_3 , H_3PO_4 , H_3BO_3 . Тільки елементи VIA і VIIA підгруп утворюють аніони безоксигенних кислот: HF, HCl, HBr, HI, H_2S , H_2Se тощо.

8.2. Питання для теоретичної підготовки

1. Принципи класифікації аніонів за здатністю проявляти окисно-відновні властивості.

2. Класифікація аніонів за здатністю утворювати малорозчинні солі Барію та малорозчинні солі Аргентуму.

3. Назвіть аніони-окисники й відновники, що входять до складу першої аналітичної групи. Напишіть їх формули.

4. Загальна хіміко-аналітична характеристика аніонів першої групи.

5. Які саме аніони належать до першої аналітичної групи, взаємодія із груповим реагентом. Навести приклади молекулярних та йонних рівнянь.

6. Чи можуть одночасно перебувати в розчині наступні пари йонів: AsO_4^{3-} і SO_3^{2-} ; BO_2^- і CO_3^{2-} ?

7. Який аніон з першої аналітичної групи виділяє I_2 з KI у кислому середовищі?

8. Які аніони першої аналітичної групи індіферентні стосовно окисників і відновників? Напишіть їхні формули.

9. Які реакції застосовуються для виявлення йонів SO_4^{2-} , AsO_4^{3-} ? Напишіть рівняння цих реакцій.

10. Якою реакцією можна виявити карбонат-іони?

11. Чи можуть одночасно перебувати в розчині наступні пари йонів: $C_2O_4^{2-}$ і PO_4^{3-} ; AsO_3^{3-} і MnO_4^- ?

12. Чи можуть одночасно перебувати в розчині наступні пари йонів: $S_2O_3^{2-}$ і SO_3^{2-} ; SO_3^{2-} і CO_3^{2-} ; MnO_4^- і I^- ; AsO_4^{3-} і I^- ?



8.3. Лабораторна робота

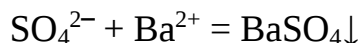
Реакції аніонів першої аналітичної групи

Реакції аніонів SO_4^{2-}

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель солі, що містить аніони SO_4^{2-} , додати 2 – 3 краплі розчину $BaCl_2$.

Спостереження: _____

Йонне рівняння реакції:

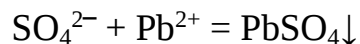


Написати молекулярне рівняння реакції

Дослід 2. У пробірку налити 1 – 2 краплі солі, що містить йони SO_4^{2-} , додати 1 – 2 краплі $Pb(NO_3)_2$.

Спостереження: _____

Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

Суміш розділити на 2 пробірки. В одну пробірку додати 10 – 15 крапель HNO_3 , а в другу — додати 10 – 15 крапель розчину $NaOH$ і нагріти. Звернути увагу, що осад $PbSO_4$ розчиняється тільки в розчині $NaOH$ і не розчиняється в азотній кислоті (*відмінність від інших аніонів першої аналітичної групи, для яких солі Плюмбуму розчинні в азотній кислоті*).

Рівняння:



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Реакції аніонів SO_3^{2-}

Дослід 1. У пробірку налити 1 – 2 краплі розчину Na_2SO_3 , додати 2 – 3 краплі HCl , нагріти, визначити наявність SO_2 по запаху.

Спостереження: _____

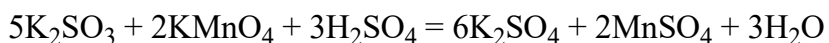
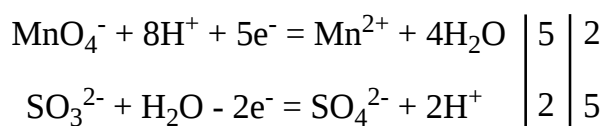
Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

Дослід 2. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину Na_2SO_3 , додати 2 – 3 краплі H_2SO_4 і 1 краплю розчину KMnO_4 . Спостерігати знебарвлення червоно-фіолетового розчину калій перманганату.

Рівняння реакції:



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

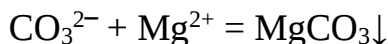
(Пояснення: розчин KMnO_4 має червоно-фіолетове забарвлення, а розбавлений розчин продуктів реакції – безбарвний)

Реакції аніонів CO_3^{2-}

Дослід 1. У пробірку налити 1 – 2 краплі розчину Na_2CO_3 , додати 1 краплю розчину MgSO_4 або MgCl_2 .

Спостереження: _____

Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції:

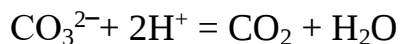
Перевірити розчинність осаду при додаванні HCl .

Спостереження: _____.

Написати молекулярне рівняння реакції:

Дослід 2. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину Na_2CO_3 , додати 1 – 3 краплі розчину HCl . Спостерігати виділення бульбашок газу CO_2 .

Йонне рівняння:

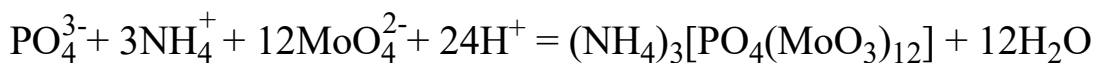


Написати молекулярне рівняння реакції

Реакції аніонів PO_4^{3-}

Дослід 1. У пробірку додати 1 – 2 краплі розчину солі фосфорної кислоти, додати 6 – 7 крапель концентрованої HNO_3 , 9 – 10 крапель концентрованого розчину амоній молібдату і нагріти до температури $\approx 40 - 50^\circ\text{C}$. Спостерігати

появу жовтого кольору розчину, а потім утворення жовтого осаду амоній фосфомолібдату. Жовтому осаду амоній фосфомолібдату приписують такі формули: $(\text{NH}_4)_3[\text{PO}_4(\text{MoO}_3)_{12}]$, або $(\text{NH}_4)_3[\text{P}(\text{Mo}_{12}\text{O}_{40})]$, або $(\text{NH}_4)_3\text{H}_4[\text{P}(\text{Mo}_2\text{O}_7)_6]$. Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

Дослід 2. У пробірку налити 1 – 2 краплі розчину Na_3PO_4 , додати по 1 краплі розчинів NH_3 і NH_4Cl , перемішати і додати 1 краплю розчину MgCl_2 .

Спостереження: _____.

Молекулярне рівняння реакції:

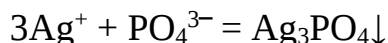


Написати йонне рівняння реакції:

Дослід 3. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину Na_3PO_4 , додати 1 – 2 краплі розчину AgNO_3 .

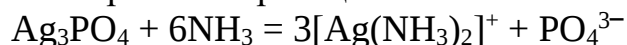
Спостереження: _____.

Йонне рівняння реакції:



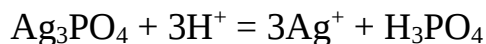
Написати молекулярне рівняння реакції

Суміш розділити на 2 пробірки. В одну додавати краплями розчин NH_3 до розчинення осаду. Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

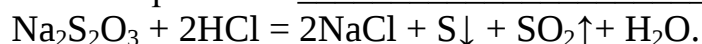
В другу пробірку додавати краплями розчин HNO_3 до розчинення осаду. Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

Реакції аніонів $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, додати 3 – 5 крапель HCl , перемішати, збовтуючи пробірку. Які поступові зміни спостерігаються у пробірці? Записати спостереження: _____.

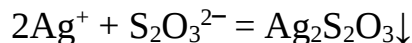


Написати йонні рівняння:

Дослід 2. У пробірку додати 1 краплю розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ і 1 – 2 краплі розчину AgNO_3 .

Який колір має утворений осад на початку? _____

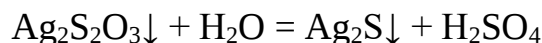
Йонне рівняння реакції:



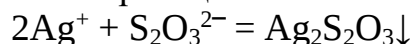
Написати молекулярне рівняння реакції

Спостерігати поступову зміну забарвлення осаду від білого до буро-чорного.

Рівняння реакції:

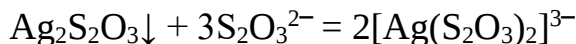


Дослід 3. У пробірку додати 1 краплю розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, додати 1 – 2 краплі розчину AgNO_3 . Йонне рівняння реакції:



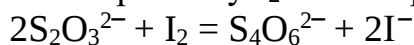
Написати молекулярне рівняння реакції

До осаду додавати краплями розчин $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ до розчинення осаду. Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

Дослід 4. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину I_2 додавати краплями розчин $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ до знебарвлення розчину I_2 . Йонне рівняння реакції:



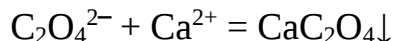
Написати молекулярне рівняння реакції:

Реакції аніонів $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$

Дослід 1. У пробірку налити 2 – 3 краплі розчину $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, додати 1 – 2 краплі розчину CaCl_2 .

Спостереження: _____

Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

Суміш розділити на 2 пробірки, в одну додати 3 – 5 крапель CH_3COOH . Чи розчиняється осад? У другу пробірку додати 3 – 5 крапель HCl .

Спостереження: _____

Написати молекулярне та йонні рівняння реакції CaC_2O_4 з HCl

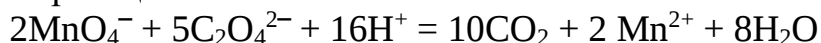
Дослід 2. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, додати 3 – 5 крапель розчину H_2SO_4 і 1 краплю розчину KMnO_4 . Звернути увагу на те, що без нагрівання реакція практично не проходить, рожеве забарвлення KMnO_4 не зникає.

Спостереження: _____

Розчин підігріти.

Що спостерігається? _____

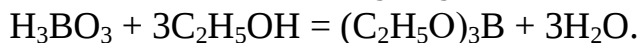
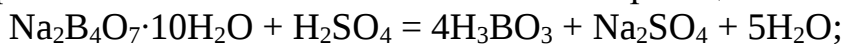
Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

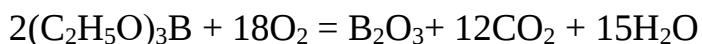
Реакції борат-аніонів

Дослід 1. У фарфорову чашку покласти декілька кристаликів $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, додати 5 – 6 крапель концентрованої H_2SO_4 і 10 – 20 крапель $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Перемішати скляною паличкою. Рівняння реакцій:



Підпалити спирт. Яке забарвлення полум'я? _____

Рівняння реакції:

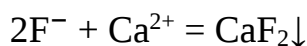


Реакції фторид-аніонів

Дослід 1. У пробірку налити 2 – 3 краплі розчину NaF , додати 1 краплю розчину CaCl_2 .

Спостереження: _____

Йонне рівняння реакції:

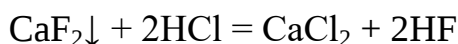


Написати молекулярне рівняння реакції

Суміш розділити на 2 пробірки. В одну додати 5 – 10 крапель HCl .

Спостереження: _____

Рівняння реакції:



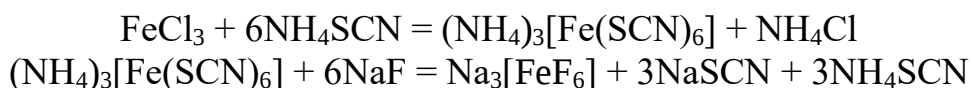
Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

В другу пробірку додати 5 – 10 крапель CH_3COOH .

Чи спостерігається розчинення осаду? _____

Дослід 2. У пробірку налити 1 краплю розчину FeCl_3 і 1 краплю розчину NH_4SCN . Червоний розчин розбавити в 2 – 3 рази водою і краплями додавати розчин NaF до знебарвлення розчину.

Рівняння реакцій:



Пояснення: Комплексна сполука червоного кольору $(\text{NH}_4)_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6]$ перетворюється у більш стійку безбарвну комплексну сполуку $\text{Na}_3[\text{FeF}_6]$. Тому розчин знебарвлюється.



Заняття 9

Якісні реакції аніонів II аналітичної групи, III аналітичної групи та деяких органічних кислот.

9.1. Питання для теоретичної підготовки

1. Загальна хіміко-аналітична характеристика аніонів другої і третьої аналітичних груп по класифікації, що базується на утворенні малорозчинних солей Барію й Аргентуму.
2. Загальна хіміко-аналітична характеристика органічних аніонів: тартрат-, цитрат-, бензоат- і саліцилат-іонів.
3. Назвіть аніони, що входять у другу аналітичну групу.
4. Назвіть аніони, що входять у третю аналітичну групу.
5. Назвіть аніони окисники й відновники, що входять до складу другої і третьої аналітичних груп.
6. Який аніон, що входить у третю аналітичну групу, не проявляє окисно-відновних властивостей?
7. Назвіть аніони летких кислот, що входять у другу й третю аналітичні групи.
8. Чи можуть одночасно перебувати в розчині наступні пари йонів: I^- і Cl^- ; I^- і BrO_3^- ?
9. Чи можуть одночасно перебувати в розчині наступні пари йонів: S^{2-} і MnO_4^- ; NO_2^- і NO_3^- ?
10. Чи можуть одночасно перебувати в розчині наступні пари йонів: MnO_4^- і Cl^- ; Br^- і CH_3COO^- ?
11. Які аніони другої та третьої аналітичної групи при дії мінеральних кислот дають леткі сполуки?
12. Який колір мають осаді солей Аргентуму, утворені аніонами другої аналітичної групи?
13. Який спільний реагент можна застосувати для виявлення хлорид-іонів і йодид-іонів?
14. Що відбудеться, якщо до хлороформного екстракту йоду додати надлишок хлорної води? Напишіть рівняння відповідної реакції.
15. Напишіть рівняння реакції виявлення йонів CH_3COO^- .
16. Напишіть рівняння реакції виявлення йонів BrO_3^- .
17. Напишіть рівняння реакцій виявлення йонів NO_2^- і NO_3^- .
18. При відкритті яких аніонів використовують екстракцію?
19. Чому при протіканні реакції окиснення оксалат-іонів калій перманганатом в кислому середовищі розчин не можна нагрівати вище 70°C ?

20. Які йони й чому заважають виявленню нітрит-іонів реакцією з йодид-іонами?

21. Які йони й чому заважають виявленню нітрит-іонів і нітрат-іонів реакцією з дифеніламіном?

22. Як виявити нітрат-іони у присутності нітрит-іонів і навпаки?

23. Якими реакціями відкривають тартрат-іони?

24. Якими реакціями відкривають цитрат-іони?

25. Якими реакціями відкривають бензоат-іони?

26. Якими реакціями відкривають саліцилат-іони?

27. Як проводити аналіз сумішей аніонів дробним методом.

28. Як проводити систематичний аналіз сумішей аніонів.

29. Які аніони можуть входити до складу аналізованих сумішей?

30. Які аніони не можуть бути присутніми спільно в аналізованому розчині?

31. Які аніони найчастіше можуть бути присутнім у лікарських препаратах?



9.2. Лабораторна робота

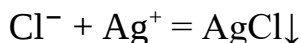
9.2.1. Реакції аніонів II аналітичної групи

Реакції аніонів Cl^-

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину, що містить аніони Cl^- , додати 3 – 5 крапель розчину HNO_3 і 1 – 2 краплі розчину AgNO_3 .

Спостереження: _____

Йонне рівняння реакції:

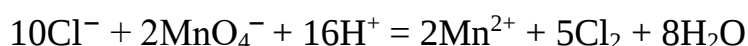


Написати молекулярне рівняння реакції

Перевірити розчинність осаду, що утворився, в азотній кислоті та розчині амоніаку. Звернути увагу на те, що осад AgCl не розчиняється в азотній кислоті, а в розчині NH_3 утворюється розчинна комплексна сіль $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$.

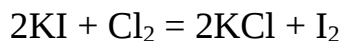
Написати рівняння реакції взаємодії AgCl з NH_3

Дослід 2. Дослід виконувати у витяжній шафі. У пробірку налити 1 – 2 краплі солі, що містить аніони Cl^- , додати 3 – 5 крапель концентрованої сульфатної кислоти і 2 – 4 краплі розчину KMnO_4 . Суміш обережно нагріти. Спостерігати знебарвлення розчину та утворення газоподібного хлору. Вільний хлор можна визначити за допомогою змоченого дистильованою водою йодкрохмального папірця (папірець синіє) або за характерним запахом (нюхати обережно, виконуючи правила техніки безпеки). Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

Пояснення: Вільний I_2 , що утворився в результаті реакції молекулярного хлору з KI на йодкрохмальному папірці, утворює з крохмалем сполуку синього кольору. Рівняння реакції:

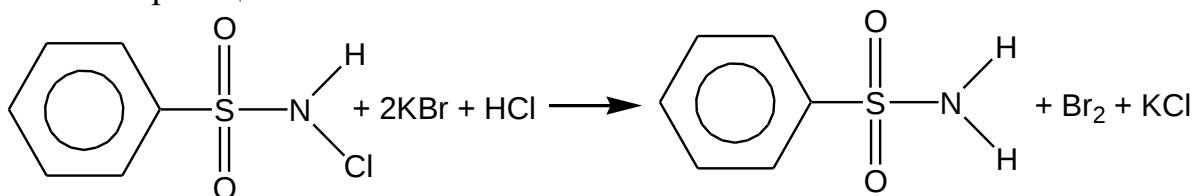


Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Реакції аніонів Br^-

Дослід 1. У пробірку налити 2 – 3 краплі розчину KBr, додати 2 – 3 краплі розчину HCl і стільки ж розчину хлораміну.

Рівняння реакції:

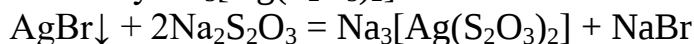


До суміші додати 5 – 10 крапель органічного розчинника, збовтати суміш. Спостерігати появу жовто-бурого забарвлення органічного розчинника. Пояснити цей ефект:

Дослід 2. У пробірку налити 5 – 10 крапель розчину KBr, додати 2 – 3 краплі розчину $AgNO_3$.

Яке забарвлення має осад, що утворився? _____

Суміш поділити на дві пробірки. В одній пробірці перевірити розчинність осаду в NH_3 , а в другій – в $Na_2S_2O_3$. Впевнитись у тому, що осад погано розчиняється в NH_3 і добре розчиняється у $Na_2S_2O_3$ з утворенням тіосульфатного комплексу $Na_3[Ag(S_2O_3)_2]$.

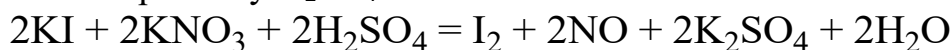


Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Висновок: _____.

Реакції аніонів I^-

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину KI, додати 5 – 10 крапель KNO_2 і стільки ж розчину H_2SO_4 .



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

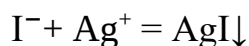
Розчин у пробірці перемішати і додати 5 – 10 крапель органічного розчинника. Суміш збівтати. Спостерігати появу червоно-фіолетового забарвлення органічного розчинника.

Пояснити цей ефект: _____

Дослід 2. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину KI, додати 1 – 2 краплі розчину AgNO₃. Звернути увагу на колір утвореного осаду.

Спостереження: _____

Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

Суміш поділити на дві пробірки. В одній пробірці перевірити розчинність осаду в NH₃, а в другій — в Na₂S₂O₃. Впевнитись у тому, що осад не розчиняється в NH₃ і добре розчиняється при додаванні розчину Na₂S₂O₃. Написати молекулярне рівняння реакції взаємодії AgI з Na₂S₂O₃, утворюється розчинна комплексна сполука Na₃[Ag(S₂O₃)₂]

Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Висновок: _____.

Реакції аніонів SCN⁻

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину NH₄SCN, додати 1 краплю розчину FeCl₃. Яке забарвлення розчину? _____

Рівняння реакції:



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

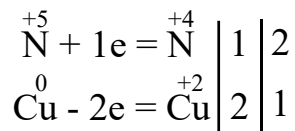
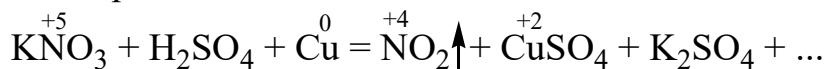


9.2.2. Реакції аніонів III аналітичної групи

Реакції аніонів NO_3^-

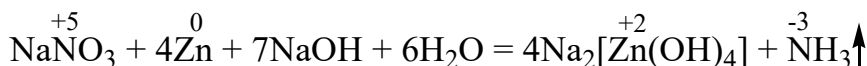
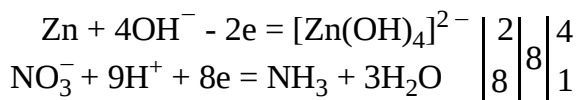
Дослід 1. У пробірку налити 2 – 3 краплі розчину KNO_3 , додати 5 – 10 крапель концентрованої H_2SO_4 . У суміш занурити мідну дротину. Обережно нагріти пробірку. Яке забарвлення має газ, що утворюється?

Закінчити рівняння реакції:



Дослід 2. У пробірку налити 2 – 3 краплі розчину NaNO_3 , додати 10 – 15 крапель концентрованого розчину NaOH . У суміш занурити 1 гранулу металічного Zn . Нагріти. Визначити по запаху, який газ утворюється? _____

Рівняння реакції



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Дослід 3. У пробірку налити 2 – 3 краплі розчину KNO_3 , додати 1 – 2 краплі розчину KMnO_4 . Чи зникає рожеве забарвлення KMnO_4 ? _____

Для порівняння проробити те саме з розчином KNO_2 .

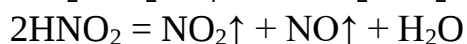
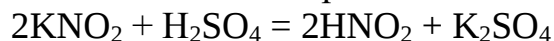
Спостереження: _____

Реакції аніонів NO_2^-

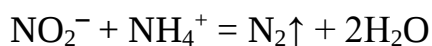
Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину KNO_2 , додати стільки ж розчину H_2SO_4 . Нагріти.

Яке забарвлення мають гази, що утворюються? _____

При нагріванні відбуваються такі хімічні реакції:



Дослід 2. У пробірку налити 2 – 3 краплі розчину KNO_2 , додати стільки ж розчину NH_4Cl . Нагріти. Спостерігати виділення бульбашок газу N_2 . Йонне рівняння реакції:



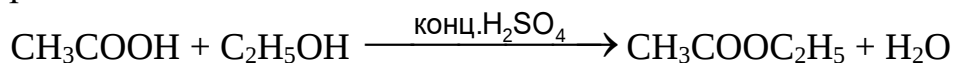
Написати молекулярне рівняння реакції:



9.2.3. Якісні реакції аніонів органічних кислот

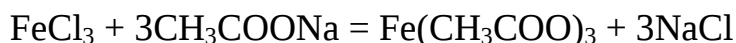
Реакції ацетат-аніонів (солі оцтової кислоти)

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину натрій ацетату додати стільки ж етилового спирту і 10 – 15 крапель концентрованої сульфатної кислоти, нагріти. Звернути увагу на утворення продукту реакції (оцтово-етиловий етер $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$), що має характерний фруктовий запах. Рівняння реакції:



Дослід 2. У пробірку налити 3 – 5 крапель натрій ацетату і стільки ж ферум(III) хлориду.

Який колір має розчин ферум(III) ацетату? _____



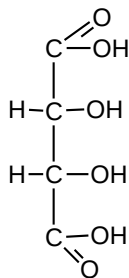
Розчин нагріти до кипіння. Звернути увагу на утворення пластівчастого осаду основного ферум(III) ацетату. Рівняння реакції:



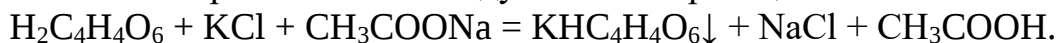
Який колір має осад? _____

Реакції тартрат-аніонів (солі винної кислоти)

Тартрат-аніони — це кислотні залишки винної кислоти $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$:



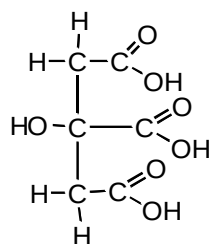
Дослід 1. До 1мл розчину винної (тартратної) кислоти додати 1 – 2 кристали калій хлориду, 3 – 5 крапель етилового спирту і 1 – 2 краплі розчину натрій ацетату CH_3COONa (для створення оптимального середовища). Охолодити пробірку під краном і потерти скляною паличкою. Звернути увагу на утворення білого кристалічного осаду. Рівняння реакції:



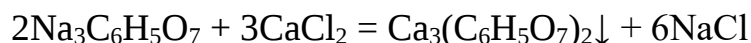
Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Реакції цитрат-аніонів (солі лимонної кислоти)

Цитрат-аніони — це кислотні залишки трьохосновної лимонної кислоти $\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$:



Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель натрій цитрату, додати стільки ж розчину кальцій хлориду. Розчин залишається прозорим. Нагріти до кипіння. Звернути увагу на те що осад утворюється після кип'ятіння розчину. Рівняння реакції:

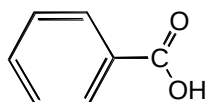


Утворюється білий осад кальцій цитрату $\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$.

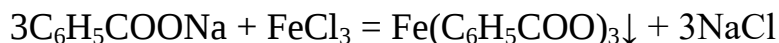
Отже, для цитрат-аніонів нерозчинна сіль кальцію утворюється після кип'ятіння.

Реакції бензоат-аніонів (солей бензойної кислоти)

Бензоат-аніони — це кислотні залишки бензойної кислоти $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$:

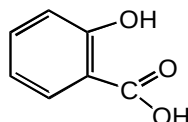


Дослід 1. До 3 – 5 крапель розчину натрій бензоату додати стільки ж розчину ферум(III) хлориду. Звернути увагу на утворення осаду рожево-жовтого кольору.

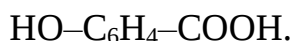


Реакції саліцилат-аніонів (солей саліцилової кислоти)

Саліцилат-аніони — це кислотні залишки саліцилової кислоти:

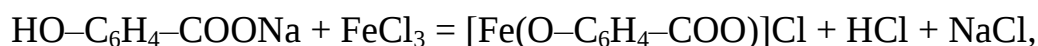


Для зручності формулу саліцилової кислоти можна позначати так:



Дослід 1. До 3 – 5 крапель розчину натрій саліцилату додати стільки ж розчину хлориду ферум(III) хлориду. Саліцилат-аніони утворюють з йонами Феруму(III) різні комплексні сполуки, забарвлені у кольори від синьо-фіолетового до червоно-фіолетового, у залежності від кількісного співвідношення компонентів.

Який саме колір одержаного у досліді розчину? _____



або



або



Розчин поділити на дві пробірки. В одну додати 3 – 5 крапель розчину оцтової кислоти. В другу пробірку додати 3 – 5 крапель соляної кислоти. Чи змінилося забарвлення?

Спостереження: _____



Заняття 10

Підсумкове заняття з теорії та практики аналізу аніонів I-III груп.

10.1 Питання для підготовки

1. Загальна характеристика аніонів. Аналітичні класифікації аніонів. Принципи розподілу аніонів на аналітичні група і групові реагенти. Роль групових реагентів в аналізі аніонів.

2. Хіміко-аналітичні властивості сполук аніонів I, II та III аналітичних груп.

3. Якісні реакції аніонів I аналітичної групи, II аналітичної групи і III аналітичної групи.

4. Чому пробу на аніони I аналітичної групи з BaCl_2 виконують у нейтральному або слабко-лужному середовищі; а пробу на аніони II групи з AgNO_3 — в азотнокислому середовищі?

5. За яких умов негативна проба з BaCl_2 однозначно вказує на відсутності усіх аніонів I групи?

6. Які аніони при взаємодії з хлоридною кислотою виділяють гази? Як визначають ці гази?

7. Чому хлорну воду необхідно додавати до досліджуваного розчину окремими краплям?

8. Які аніони знебарвлюють розчину йоду?

9. Які аніони можна визначити по виділенню йоду з розчину калій йодиду в кислому середовищі?

10. Як визначити нітрит-іони і нітрат-іони за їх сумісної присутності у розчині?

10.2. Ситуаційні задачі

1. Запропонувати схему аналізу та написати рівняння відповідних рівнянь реакцій для таких сумішей аніонів:

- a) CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , Cl^- , I^- ;
- b) SO_3^{2-} , Br^- , I^- , S^{2-} ;
- c) PO_4^{3-} , Br^- , Cl^- , I^- ;
- d) Cl^- , I^- , NO_3^- , CH_3COO^- ;
- e) SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Cl^- , CH_3COO^- ;
- f) SO_3^{2-} , CO_3^{2-} , Br^- , NO_2^- ;



ЗАНЯТТЯ 11 – 12.

Аналіз суміші сухих солей

11.1. Питання для підготовки

1. Як потрібно підготувати зразок речовини до якісного хімічного аналізу?
2. Які попередні спостереження і випробування потрібно провести?
3. Вибір розчинника для переведення твердого зразка в розчин.
4. Як переводити аналізований зразок сухої солі в розчин?
5. Як можна встановити часткову розчинність речовини в воді?
6. Які йони мають забарвлення в розчині?
7. Як можна відокремити катіони першої аналітичної групи від катіонів II – VI аналітичних груп?
8. Чому при аналізі невідомої речовини виявлення катіонів проводять перед виявленням аніонів?
9. Що таке «содова витяжка»? В яких випадках вона готується, як її нейтралізують? Чи можливо в ній виявити йони CO_3^{2-} ?
10. Яке припущення про склад сухої солі можна зробити, якщо сіль повністю розчиняється у воді?
11. Які аніони не можуть існувати у розчині солі, якщо в ньому виявлені:
 - а) катіони Ba^{2+} ;
 - б) катіони Ag^+ ?
12. Який можливий склад зразка сухої солі, якщо він не розчиняється в кислотах?
13. Які аніони входять до складу аналізованої солі, якщо при обробці сухого зразка солі розчином сульфатної кислоти бурхливо виділяються бульбашки безбарвного газу, що не має запаху?
14. Які саме аніони є в складі солі, якщо при дії розчину H_2SO_4 спостерігається виділення:
 - а) бульбашок газу без запаху;
 - б) газу із запахом підпаленого сірника;
 - в) газу рудого кольору?



11.2. Аналіз сухої солі

У більшості випадків проведення аналізу сухої солі — тривала і трудомістка процедура, яка потребує багато часу. Для лабораторного практикуму доцільно застосувати спрощений варіант, узявши для аналізу розчинну у воді сіль.

Студент отримує зразок подрібненої сухої солі. В учбових контрольних завданнях не рекомендується включати зразки солей, що містять наступні йони: Li^+ , Hg_2^{2+} , Hg^{2+} , As(III) , As(V) , Sb(III) , Sb(V) , Sn(II) , Sn(IV) , S^{2-} .

Отриману для аналізу речовину розділити на три частини: одну частину використовувати для проведення попередніх випробувань і

повторної перевірки результатів аналізу, що викликають сумнів, другу — для виявлення катіонів, а третю — для виявлення аніонів.

11.3. Аналіз солі, яка розчинилась у воді

У пробірку помістити на кінчику шпателя трохи солі, додати 4 – 5 мл дистильованої води і збовтати до повного розчинення речовини. Цей розчин використовувати для проведення наступних дослідів, для кожного досліді відбирати піпеткою по 2 – 3 краплі розчину.

11.3.1. Визначення катіонів

Попередні випробування

В окремих порціях аналізованого розчину перевірити дробним методом за допомогою специфічних характерних реакцій наявність таких катіонів: NH_4^+ , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} . Якщо виявлено один з цих катіонів, то для достовірності потрібно провести додаткову якісну реакцію на цей катіон. У випадку позитивної реакції перейти до якісного аналізу аніонів.

Якщо жоден з перелічених катіонів не виявлено, то перейти до визначення окремих аналітичних груп катіонів, діючи груповими реагентами на окремі порції розчину аналізованої солі у такій послідовності:

Дія розчину Na_2CO_3 , який утворює осад з усіма катіонами, крім катіонів першої аналітичної групи. У пробірку налити 2-3 краплі розчину, що аналізується, і стільки ж крапель розчину Na_2CO_3 . Якщо осад утворився, то послідовно перевіряють наявність катіонів II, III, IV, V чи VI групи.

Якщо ж осад не утворився, то роблять висновок, що сіль містить лише катіони першої аналітичної групи. У цьому випадку спочатку в окремій пробі розчину перевіряють наявність йонів амонію (додають розчин NaOH , нагрівають і по запаху пересвідчуються в наявності чи відсутності йонів NH_4^+). Якщо немає йонів амонію, то в окремих порціях розчину відомими характерними реакціями перевіряють наявність йонів калію або натрію.

Перевірка наявності катіонів II аналітичної групи

Дія групового реагенту HCl . До 2 – 5 крапель аналізованого розчину додати 2 – 3 краплі розчину HCl . Якщо утворився осад, то сіль містить певний катіон другої аналітичної групи. Перейти до проведення характерних реакцій на катіони другої аналітичної групи. Якщо осад не утворився, то сіль не містить катіонів другої аналітичної групи. Перейти до виявлення катіонів III аналітичної групи.

Перевірка наявності катіонів III аналітичної групи

До 2 – 5 крапель аналізованого розчину додати 2 – 3 краплі розчину H_2SO_4 . Якщо утворився осад, то сіль містить певний катіон третьої аналітичної групи.

Перейти до проведення характерних реакцій на катіони третьої аналітичної групи. Якщо осад не утворився, то сіль не містить катіонів третьої аналітичної групи. Перейти до виявлення катіонів IV аналітичної групи.

Перевірка наявності катіонів IV аналітичної групи

До 2 – 5 крапель аналізованого розчину додати краплями при перемішуванні розчин NaOH. Якщо спочатку утворюється осад, який розчиняється у надлишку NaOH, роблять висновок про наявність катіонів IV аналітичної групи. Після цього визначити за допомогою відповідних аналітичних реакцій, який саме катіон IV аналітичної групи міститься в досліджуваній солі.

Якщо у надлишку NaOH осад не розчиняється, роблять висновок про наявність катіонів V чи VI аналітичної групи.

Перевірка наявності катіонів п'ятої чи шостої аналітичних груп

В окремій пробірці перевіряють дію розчину амоніаку на розчин солі. Якщо у надлишку NH_3 осад розчиняється, то сіль містить катіони VI групи катіонів.

Після цього визначають за допомогою відповідних аналітичних реакцій можливий катіон VI аналітичної групи.

Якщо у надлишку NH_3 осад не розчиняється, то сіль містить катіони V аналітичної групи катіонів.

Після цього в окремих порціях розчину, що аналізується, визначають за допомогою відповідних характерних реакцій можливий катіон V аналітичної групи.



12. Визначення аніонів

Проведені спочатку визначення катіонів у складі солі, що аналізується, полегшують пошук аніону. Для цього, користуючись таблицею розчинності, визначити, які саме солі знайденого катіону розчинні у воді.

Приклад: припустимо, що було знайдено у складі сухої солі катіони цинку, тоді за таблицею розчинності для Zn^{2+} треба знайти розчинні солі цинку. Це такі солі: ZnCl_2 , ZnBr_2 , ZnI_2 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, ZnSO_4 , $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$. Отже, визначувана сіль може містити один з таких аніонів: Cl^- , Br^- , I^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , CH_3COO^- , інших аніонів не може бути. Ця інформація істотно зменшує число дослідів, що потрібні для визначення аніона солі, що досліджується.

12.1. Проба на аніони I, II чи III аналітичної групи

До 2 – 3 крапель нейтрального або слабко-лужного розчину додати 1 – 2 краплі розчину BaCl_2 або $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2$. Утворення осаду вказує на наявність у розчині аніонів I аналітичної групи, які ідентифікують відповідними характерними реакціями.

Якщо така проба дала негативний результат, треба перевірити наявність аніонів другої аналітичної групи (реакція з AgNO_3). Для цього 2 краплі аналізованого розчину у пробірці підкислюють 2 краплями розчину нітратної кислоти та додають, краплю розчину аргентум нітрату. Утворення осаду вказує на присутність аніонів другої групи, які визначають за допомогою відповідних характерних реакцій.

Негативна реакція на аніони II групи вказує на можливу наявність аніонів III аналітичної групи.

Тоді в окремих порціях розчину, що аналізується, визначити за допомогою відповідних аналітичних реакцій можливий аніон III аналітичної групи.



12.2. Результати проведеного аналізу

Усі операції по аналізу сухої солі та висновок про якісний склад солі мають бути зафіксовані в лабораторному журналі у формі протоколу.

12.2.1. Протокол проведення аналізу сухої солі

Для аналізу одержано зразок сухої солі № _____.

1. Зовнішній вигляд сухої солі:

2. У воді сіль розчинилась.

3. Результати перевірки дробним методом наявності катіонів: NH_4^+ , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} .

4. Результати випробування на катіони першої аналітичної групи.

5. Результати перевірки наявності катіонів II аналітичної групи

6. Результати перевірки наявності катіонів III аналітичної групи

7. Результати перевірки наявності катіонів IV аналітичної групи

8. Результати проби на аніони першої, другої, третьої аналітичної групи

9. Висновок про якісний склад аналізованої солі:

ЗАНЯТТЯ 13

Введення в кількісний аналіз.

Гравіметричний аналіз

13.1. Засвоєння основних практичних навичок роботи у гравіметричному аналізі

Питання для теоретичної підготовки

Гравіметричний аналіз. Сутність методів гравіметричного аналізу. Класифікація гравіметричних методів.

Методи відгонки, використання в аналізі сировини та лікарських засобів. Визначення вмісту золи методом виділення.

Методи осадження. Вибір осаджувача. Теорія утворення осадів. Аморфні осадки. Кристалічні осадки. Співосадження. Види співосадження: адсорбція, оклюзія, ізоморфізм. Способи зменшення співосадження.

Етапи гравіметричного аналізу. Осаджувальна форма, вимоги до неї. Гравіметрична форма, вимоги до неї. Розрахунки результатів аналізу.

Гравіметричний фактор. Застосування гравіметричних методів. Переваги та недоліки гравіметрії.

13.2. РОБОТА З АНАЛІТИЧНИМИ ТЕРЕЗАМИ

У хімічній лабораторії використовують:

- Υ технічні (лабораторні) терези, які забезпечують точність зважування $\pm 0,01\text{г}$;
- Υ аналітичні терези, наприклад, АДВ-200 (точність $\pm 0,0001\text{г}$) – основні терези для аналітичної лабораторії;
- Υ мікротерези, що мають точність $\pm 0,00001\text{г}$ ($0,001\text{мг}$);
- Υ аптекарські (ручні) терези, що забезпечують достатню для потреб аптеки точність зважування $\pm 0,01\text{г}$.

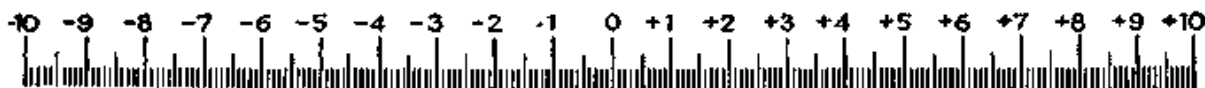
Аналітичні терези моделі АДВ-200 призначені для точних визначень маси тіл при проведенні аналізів. Лабораторні аналітичні терези моделі АДВ-200 призначені для точних визначень маси тіл при проведенні аналізів. Терези розміщені у шафі з бічними скляними дверцятами. Шафа закріплена на основі (1). На основі (1) встановлена колонка (2). На колонці (2) закріплені два кронштейни з корпусами (3) і (4) повітряних заспокоювачів — демпферів. На верхній частині колонки (2) змонтована опорна підкладка, на яку спирається середня призма коромисла (5).

На лівому плечі коромисла (5) в спеціальному сидлі (6) закріплена призма, на яку навішується серга з двома гачками.

На верхній гачок серги підвішується за допомогою дужки чашка (7), на нижній гачок серги причеплений стакан демпфера, що входить у корпус (3) демпфера.

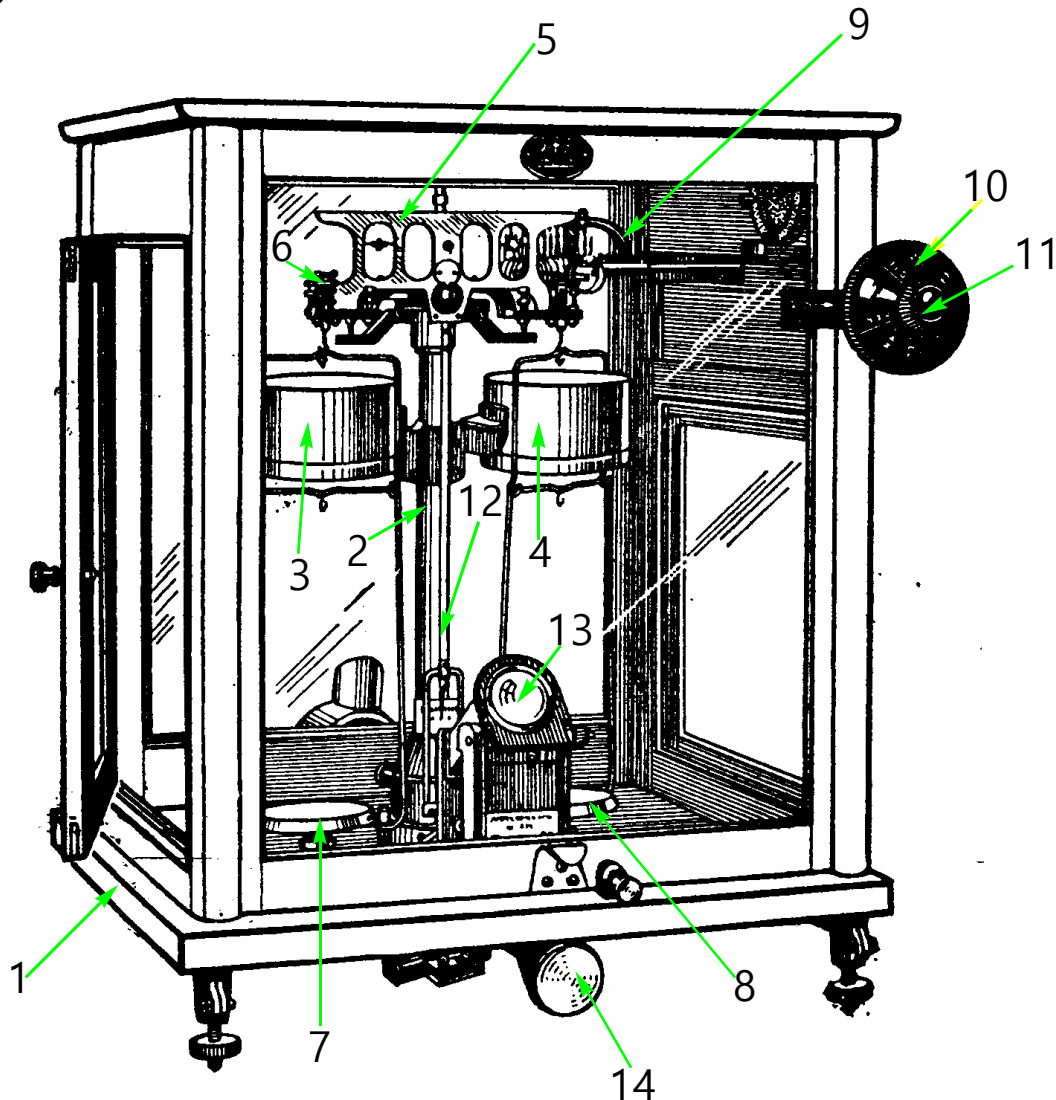
Подібну конструкцію має праве плече коромисла (5) за винятком того, що на ньому додатково приєднано до правої серги планку, на яку навішуються міліграмові гирі у формі кілець. Терези оснащені вмонтованим пристроєм (9) для навантаження правого плеча коромисла (5) міліграмовими гирями від 10 до 500 мг, які навішуються на планку, приєднану до правої серги. Керування міліграмовими гирями здійснюється за допомогою обертових лімбів (10) та (11). При обертанні малого лімба (11) навантажуються або знімаються десятки міліграмів, а при обертанні великого лімба (10) — сотні міліграмів. Обертання лімбів здійснюється незалежно один від другого. На коромислі закріплена стрілка (12), на нижньому кінці якої встановлена мікрошкала з відліком десятих часток міліграма від 0 до 10 мг.

Мікрошкала за допомогою оптичного пристрою проектується на екран (13), розташований перед колонкою терезів. Ціна поділки оптичної шкали 0,1 мг.



Чутливість терезів значною мірою залежить від того, наскільки гостро відточені грані трьох призм коромисла і добре відполіровані опорні

підкладки, на які ці призми спираються. Для того щоб призми швидко не стиралися і, отже, не падала чутливість терезів, терези оснащені аретиром (пристосуванням, що дозволяє піднімати й опускати коромисло (5) терезів. Коли поворотом ручки (14) аретир піднято, призми не торкаються опорних підкладок і, отже, не зношуються. Аретир має бути постійно піднятим. У такому стані терези повинні знаходитися, коли ними не користуються і коли на чашки терезів кладуть гирі або предмет, що зважується. Опускають аретир лише на короткий відрізок часу, коли визначають масу предмета, що зважується.



Аналітичні терези АДВ-200

1 — основа; 2 — колонка; 3, 4 — корпуси демпферів; 5 — коромисло; 6 — сидла із закріпленими призмами. 7, 8 — чашки; 9 — пристрій для навантаження правого плеча коромисла міліграмовими гирями від 10мг до 500мг, 10 — великий лімб; 11 — малий лімб; 12 — стрілка; 13 — екран мікрошкали; 14 — ручка аретира.

Для зважування на демпферних аналітичних терезах застосовуються точні важки — набір гирьок, розміщений у спеціальному футлярі, де знаходиться також пінцет, за допомогою якого беруть гирьки.

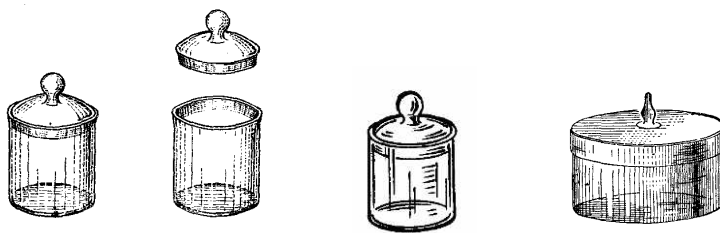


Набір гирьок з пінцетом

Для аналітичних ваг моделей АДВ-200 і ВЛА-200 у футлярі розміщені тільки накладні аналітичні гирі масою 100г, 50г, 10г, 10г, 5г, 2г, 2г та 1 г. Міліграмові гирі у вигляді кілець масою 500мг, 300мг, 200мг, 100мг, 50мг, 30мг, 20мг і 10мг розміщені у пристрої (9). При обертанні лімбів (10) та (11) гирьки у вигляді кілець можуть завантажуватись або зніматись з правого плеча коромисла (5) аналітичних терезів. Повертаючи великий лімб (10) і малий лімб (11) можна завантажити праве плече коромисла необхідними сотнями та десятками міліграмів. Міліграми та десяті частки міліграма відраховуються на оптичній шкалі (13).

13.3. ПРАВИЛА ЗВАЖУВАННЯ НА АНАЛІТИЧНИХ ТЕРЕЗАХ

1. Перед кожним зважуванням потрібно перевірити нульову точку відліку аналітичних терезів.
2. Зважування сипких речовин проводять у бюксах, стаканчиках, на годинниковому склі.



Бюкси

Рідини та речовини, які є агресивними і можуть впливати на роботу терезів, зважують лише у запаяних ампулах.

3. Масу зразків та посуду, які потрібно зважити на аналітичних терезах, спочатку визначають з точністю до 0,01г на технічних чи аптекарських терезах.
4. Температуру зразків та посуду треба зрівняти з температурою вагової кімнати, де знаходяться аналітичні терези. Для цього зразки та посуд для зважування (бюкс, стаканчик, годинникове скло тощо) витримують у ваговій кімнаті ≈ 20 хвилин, а потім зважують.
5. Через бокові дверцята шафи терезів на ліву чашку ставлять зразок або відповідну посудину із зразком, а на праву чашку — гирьки

масою від 1г до 200г. Гирьки розміщують на середині правої чашки. Міліграми накладають поворотом великого лімба (10) і малого лімба (11).

6. Поворотом ручки (14) обережно опускають аретир, слідкуючи за екраном мікрошкали (13). Якщо мікрошкала на екрані не виходить за межі ± 10 мг, то повністю опускають аретир, повертаючи ручку (14) до упору. Після зупинки коливань стрілки (12) записують у лабораторний журнал показання терезів:

- а) грами, навантажені гирьками на правій чашці (8),
- б) сотні міліграмів — за положенням великого лімба,
- в) десятки міліграмів — за положенням малого лімба (11),
- г) одиниці міліграмів і десяті частки міліграмів відраховуються на оптичній шкалі (13).

7. Потім поворотом ручки (14) у протилежному напрямку піднімають аретир, знімають з лівої чашки терезів зразок або бюкс із зразком, знімають з лівої чашки терезів гирьки, приводять у нульове положення великий лімб (10) і малий лімб (11), закривають дверцята шафи терезів.

8. Після закінчення зважування терези вимикають з електричної мережі.

ЗАНЯТТЯ 14

ГРАВІМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ МАСОВОЇ ЧАСТКИ ВОЛОГИ У ПРЕПАРАТІ. РОЗРАХУНКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ГРАВІМЕТРИЧНОГО АНАЛІЗУ

Контроль засвоєння змістового модуля 7

14.1. Питання для теоретичної підготовки

Гравіметричний аналіз. Класифікація за методами гравіметричних визначень.

Вказати основні етапи визначення за методом прямої відгонки, які речовини можна визначати, навести приклади.

Вказати основні етапи визначення за методом непрямой відгонки, які речовини можна визначати, навести приклади.

Вказати основні етапи визначення за методом виділення. Які речовини можна визначити, навести приклади.

Вказати основні етапи визначення за методом осадження, Осаджувана та гравіметрична форми. Вимоги до них.

Розрахунки за результатами гравіметричного аналізу. Гравіметричний фактор, його розрахунок.

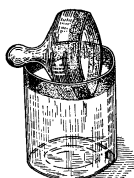
Приклади використання методів гравіметричного аналізу для аналізу хімічних речовин і лікарських засобів.

14.2. Лабораторна робота № 14.

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ВОДИ У ПРЕПАРАТІ

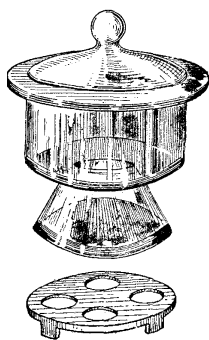
1 Хід роботи

Зважують бюкс на технічних (лабораторних) терезах з точністю $\pm 0,01\text{г}$. Потім на аналітичних терезах визначають точну масу бюкса (з точністю $\pm 0,0001\text{г}$). На аптечних терезах відважують наважку препарату масою 2г, висипають у бюкс, а потім на аналітичних терезах визначають точну масу бюкса з наважкою.

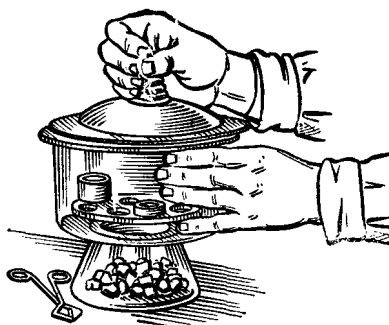


Бюкс з наважкою і кришкою поміщають у сушильну шафу і висушують протягом години. Через годину бюкс поміщають в ексикатор для охолодження.

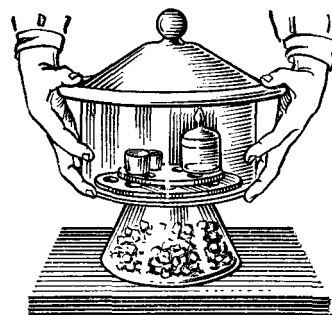
Після охолодження закривають кришкою бюкс і зважують спочатку на технічних чи аптекарських терезах, а потім на аналітичних терезах. Записують у протокол масу бюкса. Для того, щоб упевнитися у повному випаровуванні води з наважки, знову повторюють процедуру нагрівання у сушильній шафі, охолодження в ексикаторі, зважування на аналітичних терезах. Різниця маси з попереднім нагріванням має становити не більше, ніж 0,0005г.



Ексикатор і порцелянова вкладка до нього



Відкривання ексикатора.



Перенесення ексикатора.

Розрахунки $\omega(\text{H}_2\text{O})$ ведуть за формулою:

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{води})}{m(\text{препарату})} \cdot 100\%$$

3. Результати роботи та розрахунки

Маса бюкса з наважкою _____.

Маса пустого бюкса _____.

Маса наважки _____.

Маса після нагрівання _____

Маса води _____.

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{води})}{m(\text{препарату})} \cdot 100\% = \frac{\quad}{\quad} =$$

14.3. Тестові питання з бази даних «КРОК 1»

1. Для гравіметричного визначення сульфат-іонів як осаджувач використовують розчин:

барій хлориду
магнію хлориду
цинку хлориду
срібла нітрату
заліза (II) хлориду

Повнота осадження досліджуваної речовини/іону є визначальною при виборі осадової форми. Осадження вважається повним, коли залишкова концентрація досліджуваного іону у розчині над осадом не перевищує

10-6 г/л
10-7 г/л.
10-8 г/л
10-4 г/л
10-5 г/л

Яка речовина є ваговою формою при визначенні кальцію гравіметричним методом, якщо осадження проводили оксалатом амонію?

кальцій оксид
кальцій карбонат
кальцій сульфат
кальцій фосфат
кальцій фторид

При гравіметричному визначенні масової частки сульфат-іонів у лікарському препараті, що містить магнію сульфат, осадження проводили розчином барій хлориду. Після дозрівання осад барій сульфату промивають декантацією з використанням в якості промивної рідини:

Розведеного розчину сульфатної кислоти
Дистильованої води
Розчину барій хлориду
Розчину натрій сульфату

Розчину амоній сульфату

Яку кількість осадника рекомендується брати для гравіметричного аналізу?

- Півторакратний надлишок
- Еквівалентний
- Довільно надлишковий
- Трикатний надлишок
- Двокатний надлишок

Які умови є необхідними для утворення кристалічних осадів?

- Повільне осадження із гарячих розведених розчинів
- Швидке осадження із гарячих розведених розчинів
- Повільне осадження із холодних розведених розчинів
- Швидке осадження із концентрованих розчинів
- Повільне осадження із холодних розчинів

Як зменшити розчинність осаду?

- Застосувати надлишок осадника
- Ввести у розчин сторонні іони
- Нагріти розчин
- Ввести окисник
- Ввести комплексоутворювач

Для визначення масової частки кальцію в лікарському препараті застосували гравіметричний метод осадження. В якості осаджувача використали розчин амонію оксалату. Гравіметричною формою в даному випадку є:

- Кальцій оксид
- Кальцій оксалат безводний
- Кальцій оксалат моноводний
- Кальцій карбонат
- Кальцій гідроксид

Яка речовина є ваговою формою при визначенні магнію гравіметричним методом, якщо осадження проводили аміачним розчином натрій гідрогенфосфату:

- магній пірофосфат
- магній-амоній фосфат
- Магній гідроксид
- Магній оксид
- Магній ортофосфат

Гравіметричне визначення вологи у фармацевтичних препаратах виконують методом :

Непрямої відгонки.
Виділення.
Осадження.
зворотним титруванням
кристалізацією .

Серед переваг гравіметричного аналізу слід відзначити:

високу точність аналізу
високу чутливість і довготривалість аналізу
високу селективність і довготривалість аналізу
невисоку чутливість і експресність аналізу;
невисоку чутливість і високу точність

Вкажіть устаткування, в якому зберігають доведені до постійної маси тиглі, бюкси, речовини:

Ексикатор
Сушильна шафа
Муфельна піч
Витяжна шафа
Хімічний стакан

Укажіть який реагент-осаджувач доцільно використовувати при гравіметричному визначенні солей срібла:

хлоридна кислота
натрій сульфат
калій нітрат
магній ацетат
барій сульфат

Для кількісного гравіметричного визначення амонію сульфату як осаджувач використовують розчин:

барій хлориду
магнію хлориду
цинку хлориду
срібла нітрату
заліза (II) хлориду

Яка речовина є ваговою формою при кількісному визначенні ферум(III) нітрату гравіметричним методом, якщо осадження проводили розчином аміаку?

ферум(III) оксид
ферум(III) гідроксид
ферум(III) перхлорат
ферум(III) фосфат
металічне залізо

14.4. СИТУАЦІЙНІ ЗАДАЧІ

Запропонувати осаджувач, вказати осаджувану форму, вказати гравіметричну форму розрахувати гравіметричний фактор для кількісного визначення за методом осадження:

- ❖ ZnSO_4 ;
- ❖ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$;
- ❖ AlCl_3 ;
- ❖ Na_3PO_4 ;
- ❖ $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$;
- ❖ K_3PO_4 ;
- ❖ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$;
- ❖ CaCl_2 .



Заняття 15

Підсумковий контроль засвоєння модуля 1. «Якісний аналіз. Гравіметричні методи аналізу».

15.1. Порядок проведення ПМК 1

До складання модуля 1 допускаються студенти, які не мають поточних «двійок», а також не мають пропусків (невідпрацьованих).

Складання модуля 1 включає такі етапи:

1. Тести з бази «КРОК 1», 50 питань. За кожну вірну відповідь студент одержує 0,5 бала.

2. Усне опитування по лекційному матеріалу складається з 2 питань (по 10 балів).

3. Письмова робота на 3 питання:

- а) хіміко-аналітичні властивості катіона ...; аніона ... (15 балів);
- б) ситуаційна задача з аналізу суміші двох катіонів чи двох аніонів (10 балів);
- в) розрахункова задача (10 балів).

Максимальна сума — 80 балів.

Загальна максимально можлива сума балів за модуль 1 становить:

$$120 + 80 = 200 \text{ балів.}$$



15.2. Перелік питань для підсумкового контролю ПМК 1

1. Предмет і завдання аналітичної хімії. Значення аналітичної хімії у підготовці провізорів-аналітиків.

2. Сутність якісного хімічного аналізу.

3. Класифікація методів якісного аналізу (дрібний і систематичний).

4. Аналітичні властивості речовин та аналітичні реакції.

5. Вимоги до аналітичних реакцій. Аналітичні ефекти.
6. Групові та специфічні реагенти.
7. Характерні реакції.
8. Характеристика чутливості аналітичних реакцій (граничне розведення, гранична концентрація, мінімальний об'єм гранично розведеного розчину, межа виявлення).
9. Аналітичні класифікації катіонів: сульфідна, аміачно-фосфатна та кислотно-основна.
10. Групові реагенти, вимоги до них, роль групових реагентів при аналізі суміші катіонів.
11. Основні положення теорії розчинів сильних електролітів: загальна концентрація йонів, активність йонів, коефіцієнт активності, йонна сила розчинів.
12. Застосування закону діючих мас (ЗДМ) в аналітичній хімії. Основи типи рівноваги, які застосовуються в аналітичній хімії.
13. Гетерогенні рівноваги в системі осад – насичений розчин малорозчинних електролітів, їх роль в аналітичній хімії. Добуток розчинності, його зв'язок з розчинністю.
14. Переведення одних малорозчинних електролітів в інші. Наведіть приклади з якісного аналізу катіонів.
15. Умови утворення осадів (надлишок осаджувача, рН, сольовий ефект).
16. Основні положення теорії розчинів слабких електролітів: ступінь і константа дисоціації, їх взаємозв'язок.
17. Розрахунки рН для розчинів слабких кислот і слабких основ.
18. Протолітичні рівноваги в розчинах солей. Ступінь і константа гідролізу (сольволізу). Розрахунки рН розчинів солей, які гідролізуються. Використання реакцій гідролізу в аналізі.
19. Протолітичні рівноваги в буферних системах. Види буферних систем, їх характеристики, розрахунки рН. Привести приклади буферних систем в якісному аналізі.
20. Окисно-відновні рівноваги, їх роль в аналітичній хімії.
21. Приклади застосування окисно-відновних реакцій для визначення катіонів та аніонів.
22. Загальна характеристика комплексних сполук. Застосування комплексних сполук в якісному аналізі. Константи стійкості й нестійкості комплексних сполук, зв'язок між ними.
23. Вплив різних факторів на процеси комплексоутворення в розчинах.
24. Застосування реакцій комплексоутворення з неорганічними лігандами в якісному аналізі для відділення, визначення, маскуваня йонів. Навести приклади.
25. Внутрішньокмплесні сполуки (ВКС) катіонів з органічними реагентами. Функціонально-аналітичні й аналітико-активні групи в органічних реагентах.
26. Екстракція. Принцип методу рідинної екстракції.
27. Хіміко-аналітична характеристика катіонів I аналітичної групи. Аналітичні реакції катіонів I аналітичної групи. Аналіз суміші катіонів I аналітичної групи.

28.Хіміко-аналітична характеристика катіонів II аналітичної групи. Груповий реагент на II аналітичну групу катіонів. Аналітичні реакції катіонів II аналітичної групи: Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+} .

29.Хіміко-аналітична характеристика катіонів III аналітичної групи. Груповий реагент на III аналітичну групу катіонів, особливості його застосування. Аналітичні реакції катіонів III аналітичної групи: Ba^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} .

30.Хіміко-аналітична характеристика катіонів IV аналітичної групи. Груповий реагент на IV аналітичну групу катіонів, особливості його застосування. Аналітичні реакції катіонів IV аналітичної групи: Zn^{2+} ; Al^{3+} ; Cr^{3+} ; Sn^{2+} ; Sn(IV) ; As(III) ; As(V) .

31.Хіміко-аналітична характеристика катіонів V аналітичної групи. Груповий реагент на V аналітичну групу катіонів. Аналітичні реакції катіонів V аналітичної групи: Mn^{2+} ; Mg^{2+} ; Fe^{2+} ; Fe^{3+} ; Bi^{3+} ; Sb(III) ; Sb(V) .

32.Хіміко-аналітична характеристика катіонів VI аналітичної групи. Груповий реагент на VI аналітичну групу катіонів. Аналітичні реакції катіонів VI аналітичної групи: Cu^{2+} ; Cd^{2+} ; Ni^{2+} ; Co^{2+} ; Hg^{2+} .

33.Аналіз суміші катіонів. Попередні випробування. Дробний і систематичний аналіз суміші катіонів I – VI аналітичних груп.

34.Класифікація аніонів. Групові реагенти, особливість застосування групових реагентів при аналізі суміші аніонів.

35.Хіміко-аналітична характеристика й аналітичні реакції аніонів I групи: SO_4^{2-} ; SO_3^{2-} ; $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$; CO_3^{2-} ; $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$; PO_4^{3-} ; CrO_4^{2-} ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$); BO_2^- ($\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$); AsO_4^{3-} , AsO_3^{3-} , F^- . Умови їх виявлення.

36.Хіміко-аналітична характеристика й аналітичні реакції аніонів II аналітичної групи: Cl^- ; Br^- ; I^- ; S^{2-} CN^- . SCN^- . Умови їх виявлення.

37.Хіміко-аналітична характеристика й аналітичні реакції аніонів III групи: NO_3^- ; NO_2^- ; CH_3COO^- ; BrO_3^- .

38. Аналітичні реакції аніонів органічних кислот: винної, бензойної, лимонної, саліцилової.

39.Гравіметричний аналіз. Класифікація за методами гравіметричних визначень.

40.Метод прямої відгонки. Основні етапи визначення за цим методом. Приклади використання.

41.Метод непрямої відгонки. Основні етапи визначення за цим методом. Навести приклади використання.

42.Метод виділення. Основні етапи визначення за цим методом. Приклади використання.

43.Метод осадження. Основні етапи визначення за методом осадження, Осаджувана та гравіметрична форми. Вимоги до них. Гравіметричний фактор, його розрахунок. Приклади використання методу осадження для аналізу хімічних речовин і лікарських засобів.



Рекомендована навчально-методична література

1. Т.Д. Рева, В.Л. Сліпчук, Г.М. Зайцева та ін. Аналітична хімія. Практикум. Вінниця : Нова Книга, 2012. — 352с.
2. Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є.Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. — Х.: НФаУ, 2014. — 320 с.
3. Аналітична хімія : підручник для студентів напряму «Фармація» і «Біотехнологія» ВНЗ / Н. К. Федущак, Ю. І. Бідніченко, С. Ю. Крамаренко, В. О. Калібабчук [та ін.]. — Вінниця : Нова Книга, 2012. — 640 с.
4. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». — 2-е вид. — Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. — Т. 1. — 1128 с.
5. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». — 2-е вид. — Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. — Т. 2. — 724 с.
6. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». — 2-е вид. — Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. — Т. 3. — 732 с.
7. Аналітична хімія : Якісний та кількісний аналіз; навчальний конспект лекцій / В. В. Болотов, О. М. Свєчнікова, М. Ю. Голік, К. В. Динник, Т. В. Жукова, М. А. Зареченський, О. Г. Кизим, С. В. Колісник, Т. А. Костіна, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова, Ю. В. Сич, Л. Ю. Клименко; за загальною редакцією проф. Болотова В. В. — Вінниця : Нова книга, 2011. — 424 с.
8. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2-х кн. Кн.1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. М: Высш. шк., 2001.-504 с.
9. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия: В 2 кн. Кн. 1 — М.: Химия, 1990.-846 с.
10. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. — М.: Химия, 1989. -448 с.



ДОДАТКИ

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРНІ РЕАКЦІЇ КАТІОНІВ

Йон	Реагент	Ефект реакції
Ag^+	HCl,	$\text{AgCl}\downarrow$, р. NH_3
	р. сріб. дзер.	дзеркало Ag
Al^{3+}	NaOH; потім NH_4Cl	$\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$;
	алізарин	черв. алізаринатAl.
As(III)	H_2S	ж. ос. As_2S_3 не р. HCl
	AgNO_3	ж. ос. Ag_3AsO_3 , р. HNO_3 , NH_3
	$\text{Zn} + \text{HCl}$	$\text{AsH}_3 + \text{AgNO}_3$ т.-кор.
As(V)	H_2S	ж. ос. As_2S_5 не р. HCl
	AgNO_3	шокол. ос. Ag_3AsO_4 р. HNO_3 , NH_3
	$(\text{MgSO}_4 + \text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl})$	б. ос. $\text{MgNH}_4\text{AsO}_4$ р. HCl, HNO_3
	$\text{Zn} + \text{HCl}$	$\text{AsH}_3 + \text{AgNO}_3$ т.-кор.
Ba^{2+}	CaSO_4 (гіпсова вода)	б. ос. BaSO_4 , не р. к.
	родизонат. Na	ч.-бур. ос., не р. HCl
	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	ж. ос. BaCrO_4
Bi^{3+}	KI	ч.ос. BiI_3 . р. KI
	$\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4]$	ч. ос. Bi
Ca^{2+}	$\text{NH}_4\text{C}_2\text{O}_4$	б. ос. CaC_2O_4 р. HCl
	полум'я .	цеглисто-червоне.
Co^{2+}	нітрозно-R-сіль	внутр.-компл. спол. червоного кол.
	NH_4SCN	син.-блакитн. р-н $(\text{NH}_4)_2[\text{Co}(\text{SCN})_4]$
Cr^{3+}	$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH}$	ж. р. Na_2CrO_4
	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$	$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \rightarrow \text{H}_2\text{CrO}_6$
		р-н син. кольору
Cu^{2+}	NH_3	с.-ф. $[(\text{Cu}(\text{NH}_3)_4)\text{SO}_4]$
	Fe, Zn, Al	червон. осад Cu
	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	ч. бурCu ₂ [(Fe(CN) ₆)]↓
	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	чорн. осад $\text{CuS}\downarrow$
Fe^{2+}	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	с. ос $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]\downarrow$
	2,2-Дипіридил	т-червона сполука.
Fe^{3+}	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	с. ос $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]\downarrow$
	NH_4SCN	черв. р-н. $[\text{Fe}(\text{SCN})_3]$
	сульфосаліцилова к-та	забарвлені комплекси

Йон	Реагент	Ефект реакції
Hg^{2+}	NaOH	ж. ос. HgO
	KI	ор.-черв. $\text{HgI}_2\downarrow$
	Na_2S	кор.-ч. ос. HgS
	SnCl_2	чорн. ос Hg
Hg_2^{2+}	Cu	зеркало Hg
	NH_3	чорн. ос. $\text{Hg}\downarrow$
	KI	зелен. ос. $\text{Hg}_2\text{J}_2\downarrow$
K^+	Cu	зеркало Hg
	$\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	$\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6\downarrow$, б. ос. р. к-тах, лугах
Mg^{2+}	$\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$	$\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]\downarrow$
	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Na}_3\text{PO}_4$	б. ос. $\text{MgNH}_4\text{PO}_4\downarrow$
	8-оксихінолін	ж-зел. осад
Mn^{2+}	хіналізарин	ос. син. кольору.
	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$	ос. тілес. к. $\text{MnS}\downarrow$
	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$	рожев р-н. HMnO_4
Na^+	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$	ч. ос. MnO_2 і Ag
	$\text{Zn}(\text{UO}_2)(\text{CH}_3\text{COO})_8$	блідо-жовт. ос.
	K[Sb(OH) ₆]	$\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]\downarrow$ б. ос. розклад. в к.
NH_4^+	забарв. полум.	жовтий колір
	NaOH	$\text{NH}_3\uparrow$ запах
Ni^{2+}	$\text{K}_2[\text{HgJ}_4]$	$[\text{NH}_2\text{Hg}_2\text{I}_2]\text{I}\downarrow$ черв-бур. ос.
	діацетилдіоксим	яскр. черв. осад
Pb^{2+}	KI	жовт. ос. $\text{PbJ}_2\downarrow$
	K_2CrO_4	жовт. ос. $\text{PbCrO}_4\downarrow$
Sb(III)	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	оранж. ос. Sb_2S_3
	H_2S	ор.-чер. ос. Sb_2S_3 .
Sb(V)	Zn	ч. ос. Sb
	H_2S	ор.-чер.ос. Sb_2S_5 .
Sn(IV)	Zn	чорний. ос. Sb
	H_2S	жовтий ос. SnS_2
	Mg або Fe	$\text{у твSnCl}_2 \rightarrow$ відновлює Hg^{2+}
Sn^{2+}	HgCl_2	чорн. ос. $\text{Hg}\downarrow$
	H_2S	темно.-кор. $\text{SnS}\downarrow$
	дитіол	червон. ос.
Sr^{2+}	родизон. Na	бур. ос. розч. к.
	CaSO_4 (гіпс.в.)	$\text{Sr SO}_4\downarrow$ помутн.
Zn^{2+}	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	$\text{K}_2\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2\downarrow$
	Na_2S	б. ос. $\text{ZnS}\downarrow$
	$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ спал фільтра	“зелень Рінмана” CoZnO_2

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРНІ РЕАКЦІЇ АНІОНІВ

Аніон	Реагент	Ефект реакції
AsO_3^{3-}	AgNO_3	жовтий осад Ag_3AsO_3 , р. NH_3 , HNO_3
	H_2S	жовтий осад As_2S_3 , не р. HCl , р. NH_3
AsO_4^{3-}	AgNO_3	шоколадн. ос. Ag_3AsO_4 , р. NH_3 , HNO_3
	$(\text{MgCl}_2 + \text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl})$	білий осад $\text{MgNH}_4\text{AsO}_4\downarrow$
$\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	полум'я зеленого кольору
Br^-	AgNO_3	жовтий осад AgBr , погано р. в NH_3
	хлорамін + хлороформ	Br_2 , бурий колір хлороформу
Cl^-	AgNO_3	білий осад AgCl , р. в NH_3
CO_3^{2-}	HCl	$\text{CO}_2\uparrow$
	MgSO_4	білий осад MgCO_3 , р. опт. к.
$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	CaCl_2	білий осад $\text{CaC}_2\text{O}_4\downarrow$, р. HCl
	KMnO_4 , нагрівання	знебарвлюється
CrO_4^{2-}	BaCl_2	жовтий осад $\text{BaCrO}_4\downarrow$
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	$\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{хлороформ}$	I_2 , червоно-фіолетовий колір
F^-	$\text{Fe}(\text{SCN})_3$ (червоний)	знебарвлюється ($\text{Na}_3[\text{FeF}_6]$)
	H_2SO_4 (нагрів.)	крапля води мутніє
I^-	AgNO_3	жовтий осад AgI , не р. NH_3 , HNO_3
	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaNO}_2$ чи FeCl_3 і хлороформ	хлороформ забарвлюється у фіолетовий колір йодом
NO_2^-	дія кислот	бурий газ $\text{NO}_2\uparrow$
	з антипірином	нітрузоантипирин зел. кольору
	$\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4$ і хлороформ	хлороформ заб. фіол. колір йодом
	дія хлориду амонію	утворенням вільного азоту і води:
NO_3^-	З дифеніламіном	синє забарвлення розчину
	$\text{Zn} + \text{NaOH}$	$\text{NH}_3\uparrow$
PO_4^{3-}	AgNO_3	жовтий осад Ag_3PO_4 , р. в NH_3 , в HNO_3
	$(\text{MgCl}_2 + \text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl})$	білий осад MgNH_4PO_4
S^{2-}	$\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$	$\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NOS}]$, черв.-фіолетов. р-н
	HCl або H_2SO_4 (нагрів.)	$\text{H}_2\text{S}\uparrow$
	сіть Cd^{2+}	жовтий $\text{CdS}\downarrow$
SCN^-	FeCl_3	$\text{Fe}(\text{SCN})_3$ (червоний)
SiO_3^{2-}	дія кислот	ос. змінного. скл. $n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ (H_2SiO_3)
	NH_4Cl	ос. змінного. скл. $n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ (H_2SiO_3)
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	AgNO_3	$\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3\downarrow \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}\downarrow$
	I_2	знебарвлюється розчин I_2
SO_3^{2-}	HCl	$\text{SO}_2\uparrow$
	Органічні барвники (малахітовий зелений)	знебарвлюється органічний барвник
SO_4^{2-}	BaCl_2	біл. ос.; не р. к

СТАНДАРТНІ ОКИСНО-ВІДНОВНІ ПОТЕНЦІАЛИ

	Напівреакції	E ⁰ , В
1.	$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}$	+0,799
2.	$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}$	-1,60
3.	$\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	+0,559
4.	$\text{H}_3\text{AsO}_4 + 8\text{H}^+ + 8\text{e}^- \rightleftharpoons \text{AsH}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$	+0,194
5.	$\text{AsO}_4^{3-} + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons \text{As} + 4\text{H}_2\text{O}$	+0,648
6.	$\text{As} + 3\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{AsH}_3$	-0,60
7.	$\text{Bi}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Bi}$	+0,215
8.	$\text{Br}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Br}^-$	+1,090
9.	$\text{BrO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Br}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	+1,440
10.	$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$	+1,350
11.	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	+1,330
12.	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	+0,345
13.	$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	+0,771
14.	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}$	-0,473
15.	$\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	-0,560
16.	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + \text{e}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	+0,364
17.	$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2$	+0,000
18.	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	+1,776
19.	$2\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Hg}_2^{2+}$	+0,907
20.	$\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Hg}$	+0,850
21.	$[\text{I}_3]^- + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 3\text{I}^-$	+0,545
22.	$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-$	+0,621
23.	$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,588
24.	$\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,695
25.	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,507
26.	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0,775
27.	$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,960
28.	$2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\text{e}^- \rightleftharpoons \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	+1,24
29.	$\text{NO}_3^- + 10\text{H}^+ + 8\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,87
30.	$\text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	+1,202
31.	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	+1,229
32.	$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2$	+0,682
33.	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,455
34.	$\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$	-0,93
35.	$\text{SO}_4^{2-} + 10\text{H}^+ + 8\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$	+0,31
36.	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-}$	+2,01
37.	$\text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	+0,219
38.	$\text{Sn}^{4+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}$	+0,154
39.	$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}$	-0,136
40.	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}$	-0,763

ЗМІСТ

ВСТУП	3
ЗАСТОСУВАННЯ ЯКІСНОГО АНАЛІЗУ У ФАРМАЦІЇ.....	3
Організація навчального процесу за кредитно-модульною системою	4
ЗАНЯТТЯ 1	4
Правила роботи і безпеки в хіміко-аналітичній лабораторії. Введення в якісний аналіз. Якісні реакції катіонів I аналітичної групи (K^+ , Na^+ , NH_4^+), умови їх виконання.	4
1.1. Правила роботи і техніка безпеки в хіміко-аналітичній лабораторії.	4
1.2. Введення в якісний аналіз. Кислотно-основна класифікація катіонів. Якісні реакції катіонів I аналітичної групи (K^+ , Na^+ , NH_4^+), умови їх виконання.	5
1.2.1. Питання для теоретичної підготовки.....	5
1.2.2. ТЕСТОВІ ПИТАННЯ З БАЗИ ДАНИХ «КРОК 1»	5
1.3. Лабораторна робота № 1.....	7
ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ КАТІОНІВ I АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ	7
.....	9
ЗАНЯТТЯ 2.....	9
Якісні реакції катіонів II аналітичної групи (Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+}) та III аналітичної групи (Ca^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+})..	9
2.1. Питання для підготовки	9
2.2. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА.....	9
2.2.1. ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ КАТІОНІВ II АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ	9
2.2.2. ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ КАТІОНІВ III АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ.	12
ЗАНЯТТЯ 3.....	16
Підсумкове заняття з теорії і практики аналізу катіонів I-III аналітичних груп.	16
3.1. Питання для теоретичної підготовки.....	16
3.2. Лабораторна робота.	18
Аналіз суміші катіонів першої, другої та третьої аналітичних груп.	18
ХІД РОБОТИ.....	18
Відкриття катіонів Плюмбуму Pb^{2+}	18
Відкриття катіонів Аргентуму Ag^+	18

Заняття 4.	20
Якісні реакції катіонів IV аналітичної групи (Al^{3+}, Cr^{3+}, Zn^{2+}, As^{III}, As^{V}, Sn^{II}, Sn^{IV}). Аналіз суміші катіонів IV аналітичної групи.	20
4.1. Завдання для самопідготовки	20
До заняття треба уміти	21
4.1.2. Питання для самоконтролю	21
4.2. Тестові питання з бази даних «КРОК 1»	21
4.3. Лабораторна робота	23
4.3.1. Реакції катіонів IV аналітичної групи	23
4.4. Аналіз суміші катіонів IV аналітичної групи	27
4.5. Ситуаційні задачі	28
Заняття 5	28
Якісні реакції катіонів V аналітичної групи (Mg^{2+}, Mn^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Bi^{3+}, Sb^{II}, Sb^{V}).	28
5.1. Питання для теоретичної підготовки	29
5.2. Тестові питання з бази даних «КРОК 1»	29
5.3. Лабораторна робота	31
Реакції катіонів п'ятої аналітичної групи	31
Заняття 6 Якісні реакції катіонів VI аналітичної групи (Cu^{2+}, Co^{2+}, Cd^{2+}, Hg^{2+}, Ni^{2+}).	35
6.1. Питання для теоретичної підготовки	35
6.2. Реакції катіонів VI аналітичної групи	35
Заняття 7 Підсумкове заняття з теорії і практики аналізу катіонів IV-VI аналітичних груп.	40
7.1. Питання для теоретичної підготовки	40
7. 2. Тестові питання з бази даних: «Крок 1»	41
Заняття 8	43
Якісні реакції аніонів I аналітичної групи	43
8. 1. Загальна характеристика аніонів.	43
8.2. Питання для теоретичної підготовки	43
8.3. Лабораторна робота	44
Реакції аніонів першої аналітичної групи	44
Заняття 9	49

Якісні реакції аніонів II аналітичної групи, III аналітичної групи та деяких органічних кислот. 9.1.	
Питання для теоретичної підготовки.....	49
9.2. Лабораторна робота.....	50
9.2.1. Реакції аніонів II аналітичної групи.....	50
9.2.2. Реакції аніонів III аналітичної групи.....	53
9.2.3. Якісні реакції аніонів органічних кислот	54
.....	56
Заняття 10	56
Підсумкове заняття з теорії та практики аналізу аніонів I-III груп.....	56
10.1 Питання для підготовки	56
10.2. Ситуаційні задачі.....	56
ЗАНЯТТЯ 11 – 12. Аналіз суміші сухих солей.....	57
11.1. Питання для підготовки	57
11.2. Аналіз сухої солі.....	57
11.3. Аналіз солі, яка розчинилась у воді.....	58
11.3.1. Визначення катіонів	58
12. Визначення аніонів	59
12.1. Проба на аніони I, II чи III аналітичної групи	59
12.2. Результати проведеного аналізу	60
12.2.1. Протокол проведення аналізу сухої солі.....	60
ЗАНЯТТЯ 13 Введення в кількісний аналіз.	61
Гравіметричний аналіз 13.1. Засвоєння основних практичних навичок роботи у гравіметричному аналізі	61
13.2. РОБОТА З АНАЛІТИЧНИМИ ТЕРЕЗАМИ.....	62
13.3. ПРАВИЛА ЗВАЖУВАННЯ НА АНАЛІТИЧНИХ ТЕРЕЗАХ	64
ЗАНЯТТЯ 14 ГРАВІМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ МАСОВОЇ ЧАСТКИ ВОЛОГИ У ПРЕПАРАТІ. РОЗРАХУНКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ГРАВІМЕТРИЧНОГО АНАЛІЗУ Контроль засвоєння змістового модуля 7	65
14.2. Лабораторна робота № 14.....	66
ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ВОДИ У ПРЕПАРАТІ.....	66
14.3. Тестові питання з бази даних «КРОК 1»	67
14.4. СИТУАЦІЙНІ ЗАДАЧІ.....	70

Заняття 15 Підсумковий контроль засвоєння модуля 1.	
«Якісний аналіз. Гравіметричні методи аналізу».....	70
15.1. Порядок проведення ПМК 1	70
15.2. Перелік питань для підсумкового контролю ПМК 1	
.....	70
Рекомендована навчально-методична література	73
ДОДАТКИ	74



Підписано до друку 27.08. 2017 р. Формат 84/16. Обсяг 2,6 друк. арк. Наклад 100

Кафедра медичної та загальної хімії НМУ, Київ – 57, проспект Перемоги, 34