

**Міністерство охорони здоров'я
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ О.О. БОГОМОЛЬЦЯ
КАФЕДРА МЕДИЧНОЇ ТА ЗАГАЛЬНОЇ ХІМІЇ**

МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ
Навчальна дисципліна
АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ

Модуль 1
ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ
та
ГРАВІМЕТРИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

П І Б

КИЇВ
2018

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

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

ЗАНЯТТЯ 1

Правила роботи і безпеки в хіміко-аналітичній лабораторії.

Введення в якісний аналіз.

Засвоєння методик виконання реакцій в якісному аналізі на прикладі виконання лабораторної роботи «Аналітичні реакції катіонів I аналітичної групи».

Якісні реакції катіонів I аналітичної групи (K^+ , Na^+ , NH_4^+), умови їх виконання.

Питання для теоретичної підготовки

1. Кислотно-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.

1.1. 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 дослідження, 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.

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, карбоксильна група, нітрогрупа, альдегідна група 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.

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.

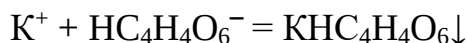
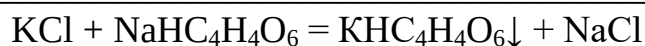
Отже, у фармації термін «субстанція» — речовина, яка використовується для виробництва лікарського засобу.



1.3. Засвоєння методик виконання реакцій в якісному аналізі на прикладі виконання лабораторної роботи «Аналітичні реакції катіонів І аналітичної групи».

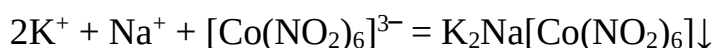
Реакції на йони K^+

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину KCl, додати 3 – 5 крапель розчину $NaHC_4H_4O_6$. Для утворення осаду охолодити пробірку під краном та потерти скляною паличкою. Спостереження:



Написати повне йонне рівняння:

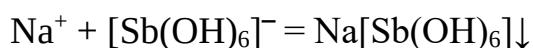
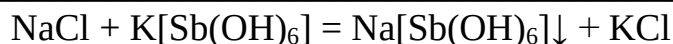
Дослід 2. На предметне скло нанести одну краплю розчину KCl. Поряд нанести одну краплю розчину реагенту $Na_3[Co(NO_2)_6]$. Об'єднати краплі скляною паличкою. Спостереження:



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.

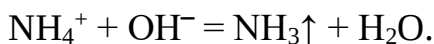
Спостереження: _____

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: _____

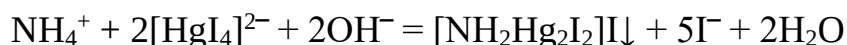
Скорочене йонне рівняння:



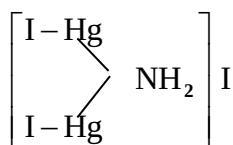
Написати молекулярне рівняння реакції

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+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}).

Лабораторні роботи «Аналітичні реакції катіонів II аналітичної групи» та «Аналітичні реакції катіонів III аналітичної групи».

Розв'язання розрахункових задач на способи приготування розчинів.

Розбір тестових завдань з бази даних «Крок 1», в тому числі англійською мовою.

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?



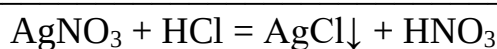
2.1. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

2.1.1. 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 .

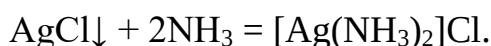
Спостереження: _____.



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:

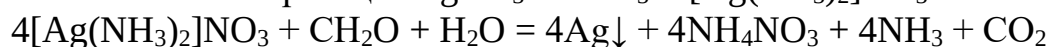


Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

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: _____

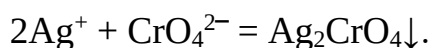
Рівняння реакції: $\text{AgNO}_3 + 2\text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$



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

Спостереження: _____

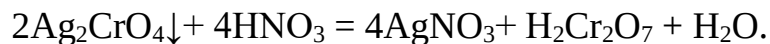
Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції:

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

Спостереження: _____



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

У другу пробірку додати розчин NH_3 .

Спостереження: _____

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

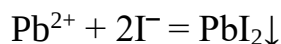
Написати молекулярне рівняння реакції:

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: _____

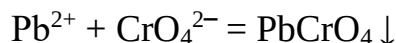
Йонне рівняння реакції:



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: _____

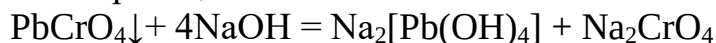
Йонне рівняння реакції:



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:



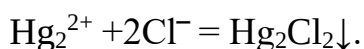
Написати повне та скорочене йонне рівняння цієї реакції:

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: _____

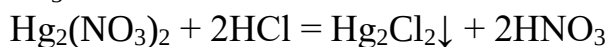
Йонне рівняння реакції:



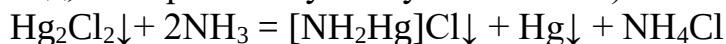
Написати молекулярне рівняння реакції:

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).

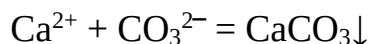


2.1.2. ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ КАТІОНІВ ІІІ АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ

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 :

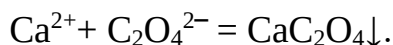
Дослід 2. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину CaCl_2 додати 1 – 2 краплі розчину H_2SO_4 та 5 – 10 крапель етилового спирту. Спостереження:

Написати молекулярне, а також повне та скорочене йонні рівняння реакції

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

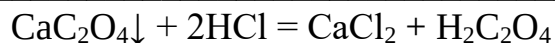
Дослід 3. У пробірку налити 1 – 2 крапель розчину CaCl_2 , додати 1 – 2 краплі розчину $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$. Спостереження: _____

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:

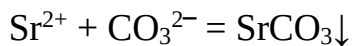


Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

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: _____

Іонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

Суміш поділити на дві частини. В одну додати 3 – 5 крапель HCl , у другу додати 3 – 5 крапель CH_3COOH . Спостереження:

Написати молекулярні та йонні рівняння реакцій:

Дослід 2. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ додати 1 – 2 краплі розчину H_2SO_4 і 5 – 10 крапель етилового спирту.

Спостереження: _____

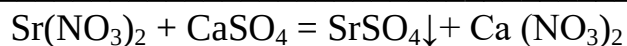
Написати молекулярне та йонні рівняння:

До суміші додати 3 – 5 крапель HCl .

Чи розчиняється осад? _____

Дослід 3. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, додати стільки ж крапель гіпсової води. Перемішати і залишити на 3 – 5 хвилин.

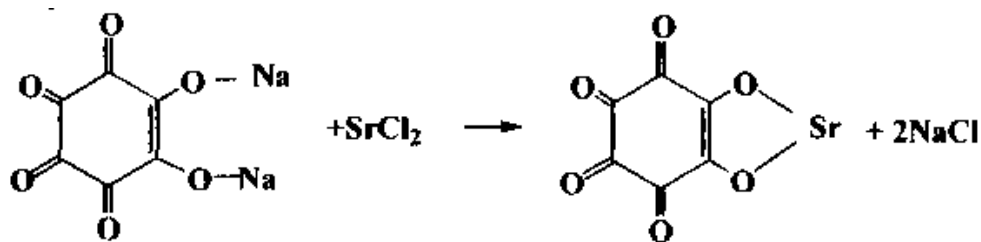
Спостереження: _____



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

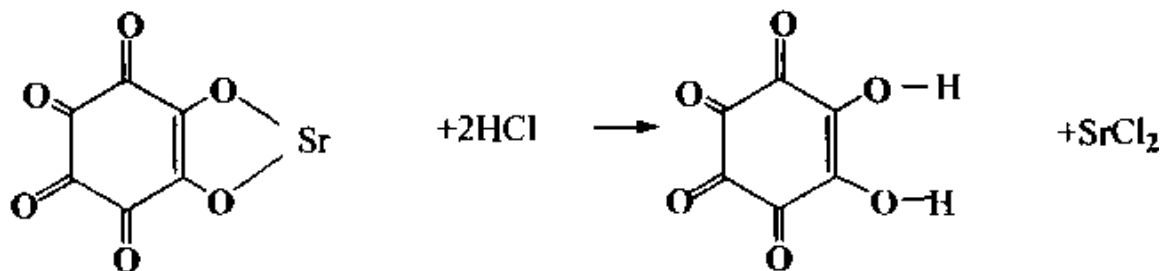
Що спостерігається у місці сполучення мокрих плям?

Молекулярне рівняння реакції



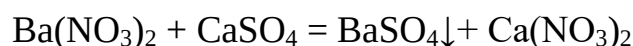
На забарвлене місце капнути розчином HCl. Що спостерігається?

Рівняння реакції:



Реакції йонів Ba²⁺

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину Ba(NO₃)₂, додати стільки ж крапель гіпсової води. Звернути увагу, що, на відміну від йонів Sr²⁺, йони Ba²⁺ відразу дають ефект помутніння після додавання гіпсової води. Рівняння реакції:



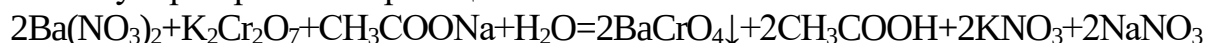
Дослід 2. У пробірку налити 3 – 5 крапель Ba(NO₃)₂, додати 1 – 2 краплі H₂SO₄. Спостереження: _____

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

Дослід 3. У пробірку налити 3 – 5 крапель Ba(NO₃)₂, додати 1 – 2 краплі розчину K₂Cr₂O₇ і 3 – 5 крапель розчину CH₃COONa.

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 CH₃COOH. Чи розчиняється осад BaCrO₄ при додаванні CH₃COOH?

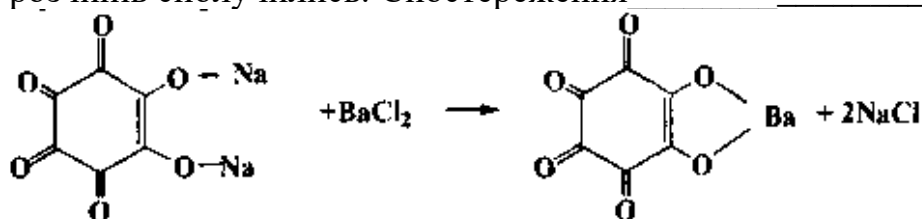
Спостереження: _____



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

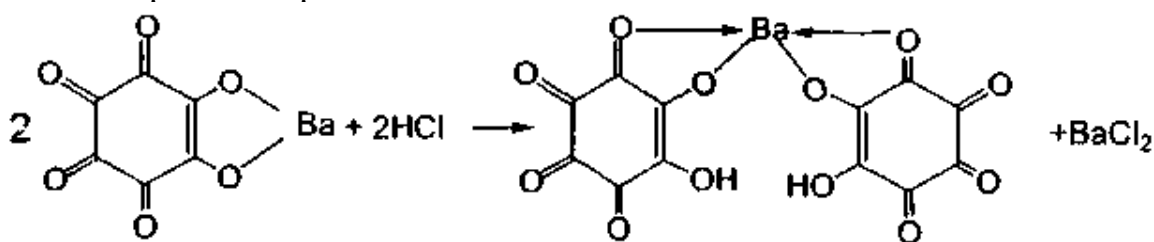
Для порівняння властивостей йонів Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} проробити такі ж досліди з CaCl_2 і $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$. Звернути увагу, що в оцтовокислому середовищі $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ утворює осад лише із солями барію.

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 гідрогенродизонат

2.2. Розв'язання розрахункових задач на способи приготування розчинів

2.2.1. Типові задачі

1. Визначити масову частку натрій гідроксиду у розчині, який приготували шляхом розчинення у 180г води 20г натрій гідроксиду.

2. Потрібно приготувати 500г розчину натрій хлориду з масовою часткою 2,5%. Розрахувати масу натрій хлориду і води.

3. Скільки грамів натрій хлориду треба розчинити у 1000г води щоб приготувати розчин з масовою часткою натрій хлориду 0,9%?

4. Скільки грамів розчину H_2O_2 з масовою часткою 1% треба додати до 200г розчину H_2O_2 з масовою часткою 30%, щоб одержати розчин з масовою часткою H_2O_2 6%?

5. Є розчин магній сульфату з масовою часткою 25%. Скільки грамів цього розчину і скільки грамів води потрібно змішати, щоб одержати 500г розчину з масовою часткою магній сульфату 5%?

6. Скільки грамів KCl потрібно додатково розчинити у 200г розчину з масовою часткою KCl 1%, щоб приготувати розчин з масовою часткою KCl 9%?

7. Скільки грамів води треба додати до 200г розчину з масовою часткою калій хлориду 5%, щоб приготувати розчин з масовою часткою калій хлориду 1%?

8. Є розчин магній сульфату з масовою часткою 25%. Скільки грамів цього розчину і скільки грамів води потрібно змішати, щоб одержати 100г розчину з масовою часткою магній сульфату 6%?

9. Скільки грамів глюкози потрібно додатково розчинити у 200г розчину з масовою часткою глюкози 10%, щоб приготувати розчин з масовою часткою глюкози 40%?

10. Скільки грамів розчину кальцій хлориду з масовою часткою 20% треба додати до 100г води, щоб приготувати розчин з масовою часткою кальцій хлориду 5%?

11. До 200г розчину з масовою часткою натрій гідроксиду 40% додали 300г води. Визначити масову частку NaOH в одержаному розчині.

2.2.2. Приклади розв'язання типових задач

У розрахункових формулах використано такі позначення:

☀ $\omega(X)$ – масова частка речовини X, наприклад, $\omega(\text{NaCl})$ – масова частка натрій хлориду;

☀ $\rho(X)$ – масова концентрація речовини X, наприклад, $\rho(\text{H}_2\text{SO}_4)$ – масова концентрація сульфатної кислоти;

☀ $c(X)$ – молярна концентрація речовини X;

☀ $[X]$ – рівноважна молярна концентрація речовини X, наприклад, $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ – рівноважна молярна концентрація молекул CH_3COOH ; $[\text{H}^+]$ – рівноважна молярна концентрація йонів H^+ .

Одиниці, що характеризують кількісний склад розчинів

Поширеними одиницями, що характеризують кількісний склад розчинів є:

- а) масова частка;
- б) масова концентрація;
- в) молярна концентрація;
- г) молярна концентрація еквівалента тощо.

Масова частка $\omega(X)$ речовини X — відношення маси компонента $m(X)$ до маси розчину $m(\text{р-ну})$, або відношення маси компонента $m(X)$ до маси суміші $m(\text{суміші})$ чи маси фармацевтичного препарату $m(\text{препарату})$:

$$\omega(X) = \frac{m(X)}{m(p - \text{ну})};$$

$$\omega(X) = \frac{m(X)}{m(\text{суміші})};$$

$$\omega(X) = \frac{m(X)}{m(\text{препарату})}.$$

Масова частка може бути також виражена у відсотках (процентах), тоді:

$$\omega(X) = \frac{m(X)}{m(p - \text{ну})} \cdot 100\%.$$

Масова концентрація $\rho(X)$ — відношення маси компонента $m(X)$ до об'єму розчину $V(p - \text{ну})$:

$$\rho(X) = \frac{m(X)}{v(p - \text{ну})}.$$

Масову концентрацію виражають у кг/м^3 . Допускається також г/м^3 ; г/л ; г/см^3 мг/мл тощо.

Молярна концентрація розчиненої речовини $c(X)$ — відношення кількості речовини компонента $n(X)$ до об'єму розчину $V(p - \text{ну})$:

$$c(X) = \frac{n(X)}{v(p - \text{ну})} = \frac{m(X)}{M(X) \cdot v(p - \text{ну})}.$$

У Міжнародній Системі СІ молярну концентрацію рекомендується виражати у моль/м^3 . Проте, у лабораторній практиці молярну концентрацію виражають у моль/л .

Молярна концентрація еквівалента $c(\frac{1}{Z}X)$ — відношення кількості речовини еквівалента речовини $n(\frac{1}{Z}X)$ до об'єму розчину $V(p - \text{ну})$:

$$c(\frac{1}{Z}X) = \frac{n(\frac{1}{Z}X)}{V(p - \text{ну})} = \frac{m(X)}{M(\frac{1}{Z}X) \cdot V(p - \text{ну})}.$$

У цій формулі позначено:

$\frac{1}{Z}$ — фактор еквівалентності для речовини X ;

$n(\frac{1}{Z}X)$ — кількість еквівалентів речовини X ;

$M(\frac{1}{Z}X)$ — молярна маса еквівалента, яка дорівнює $\frac{M(X)}{Z}$.

Молярну концентрацію еквівалента виражають у моль/л .

Способи приготування розчинів з необхідною концентрацією

Відомо, що в аналітичній лабораторії більшість реагентів використовуються у вигляді розчинів з певною концентрацією. Приготувати потрібний розчин можна такими способами:

1. Розчиненням розрахованої кількості чистої речовини у певній кількості розчинника (води).

2. Розведенням більш концентрованого розчину певною кількістю розчинника (води).

3. Додаванням чистої речовини до розчину з низькою концентрацією, щоб одержати розчин з більшою концентрацією.

4. Змішуванням більш концентрованого і менш концентрованого розчинів.

5. В аналітичній лабораторії крім наведених вище способів приготування розчинів використовують так звані “фіксанали” – спеціальні ампули, що містять точно відміряну (фіксовану) кількість речовини (найчастіше – 0,1 моль еквівалента). Вміст такої ампули кількісно переносять у мірну колбу місткістю 1л, доливають порціями дистильовану воду при перемішуванні до повного розчинення речовини. Об’єм розчину доводять до кільцевої позначки дистильованою водою і ретельно перемішують. Одержують 1л розчину, в якому міститься 0,1 моль еквівалента речовини, тобто $c(\frac{1}{Z}X) = 0,1 \text{ моль/л}$.

При розв’язанні задач використовують потрібні формули. Проведення розрахунків маси чи об’ємів відповідних компонентів розчинів здійснюють, використовуючи формули, наведені вище.

Для розрахунків також можна використати так зване «Правило хреста». Суть цього правила розглянемо на конкретному прикладі:

Потрібно розрахувати масу розчину з масовою часткою КОН 1% і розчину з масовою часткою КОН 15%, які потрібно змішати, щоб одержати 200г розчину з масовою часткою КОН 10%.

Розв’язання за «Правилом хреста» бажано проводити у такій послідовності:

1. Під заголовками:

<i>Що було</i>	<i>Що утворилось</i>	<i>Співвідношення компонентів</i>
---------------------------	---------------------------------	--

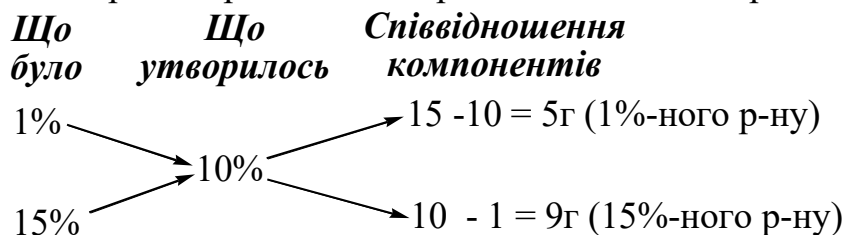
записуємо дані з умови задачі:

<i>Що було</i>	<i>Що утворилось</i>	<i>Співвідношення компонентів</i>
1%	10%	
15%		

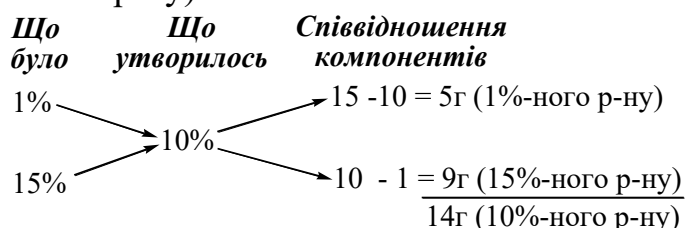
2. Для наочності проводимо стрілки, які показують змішування початкових розчинів і співвідношення кількості початкових компонентів:

<i>Що було</i>	<i>Що утворилось</i>	<i>Співвідношення компонентів</i>
1%	10%	
15%		

3. Вдодж кожної лінії від більшого числа віднімаємо менше число:
 $15 - 10 = 5(\text{г})$ і $10 - 1 = 9(\text{г})$ Одержані числа показують, в якому співвідношенні потрібно брати 1%-ний розчин та 15%-ний розчин:



4. Отже, для одержання 10%-ного розчину потрібно змішувати 1%-ний і 15%-ний розчини у такому співвідношенні: на 5г 1%-ного розчину припадає 9г 15%-ного розчину. Зрозуміло, що утвориться $5\text{г} + 9\text{г} = 14\text{г}$ 10%-ного розчину (з потрібною концентрацією 10%). Для зручності напишемо і цю суму: 14г (10%-ного р-ну)

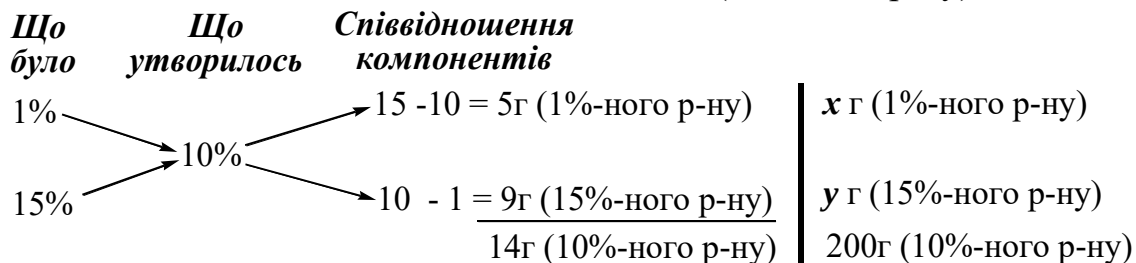


Позначимо:

масу 1%-ного розчину — x г;

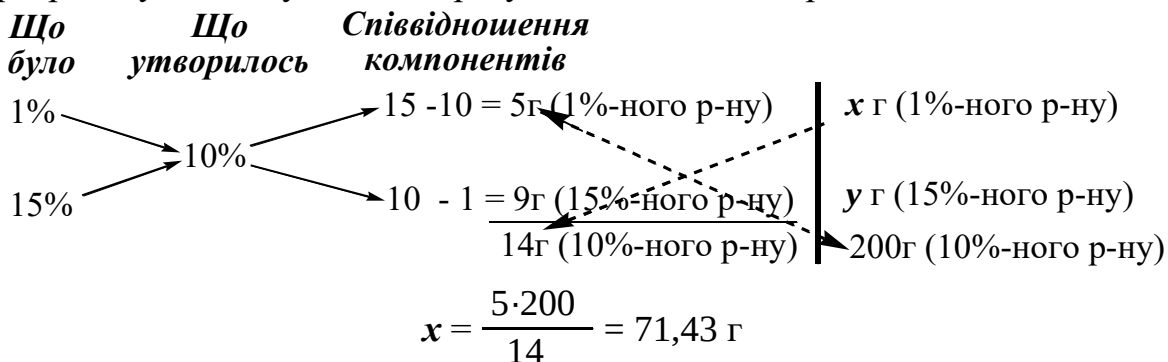
масу 15%-ного розчину — y г;

Записуємо правіше від вертикальної лінії: x г (1%-ного розчину);
 y г (15%-ного розчину);
 200 г (10%-ного р-ну)

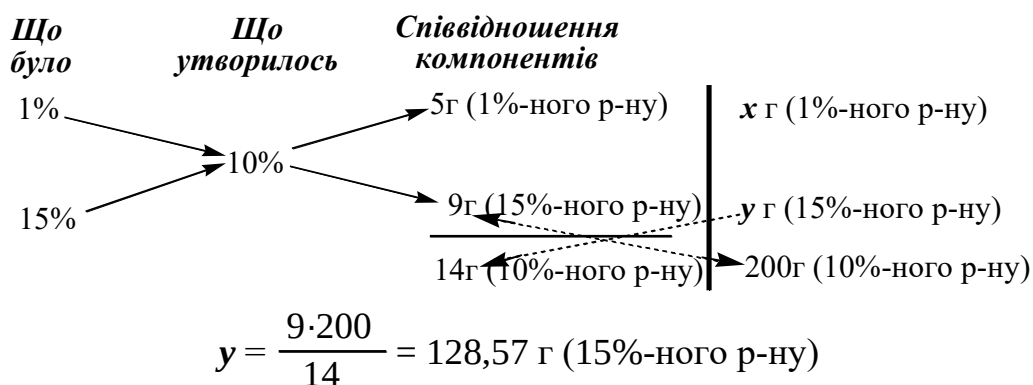


Використовуючи наведену схему «Правило хреста»

а) розраховуємо масу 1%-ного р-ну, що позначена через x :



б) розраховуємо масу 15%-ного р-ну, що позначена через y :



Відповідь:

маса розчину з масовою часткою КОН 1% дорівнює 71,43г

маса розчину з масовою часткою КОН 15% дорівнює 128,57г

«Правило хреста» можна також використати для таких розрахунків:

а) якщо змішують більш концентрований розчин і розчинник (воду);

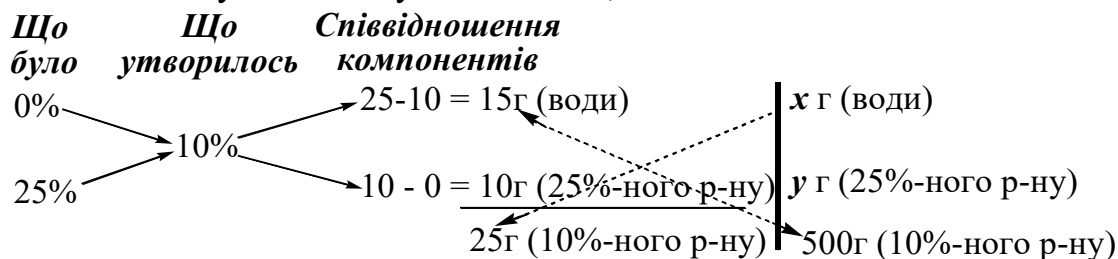
б) якщо до розведеного розчину додають чисту речовину.

Для таких випадків у схемі «Правило хреста» розчинник умовно позначають як 0%, а суху речовину — як 100%.

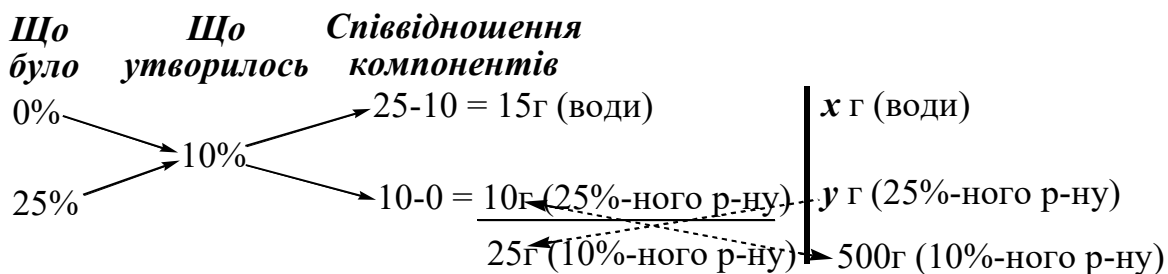
Приклад 1

Є розчин магній сульфату з масовою часткою 25%. Скільки грамів цього розчину і скільки грамів води потрібно змішати, щоб одержати 500г розчину з масовою часткою магній сульфату 10%?

Розв'язок: у схемі воду позначаємо, як 0%.



$$x = \frac{15 \cdot 500}{25} = 300 \text{ г (води)}$$



$$y = \frac{10 \cdot 500}{25} = 200 \text{ г (25%-ного р-ну)}$$

Відповідь:

маса води дорівнює 300 г

маса розчину з масовою часткою магній сульфату 25% дорівнює 200г

Приклад 2

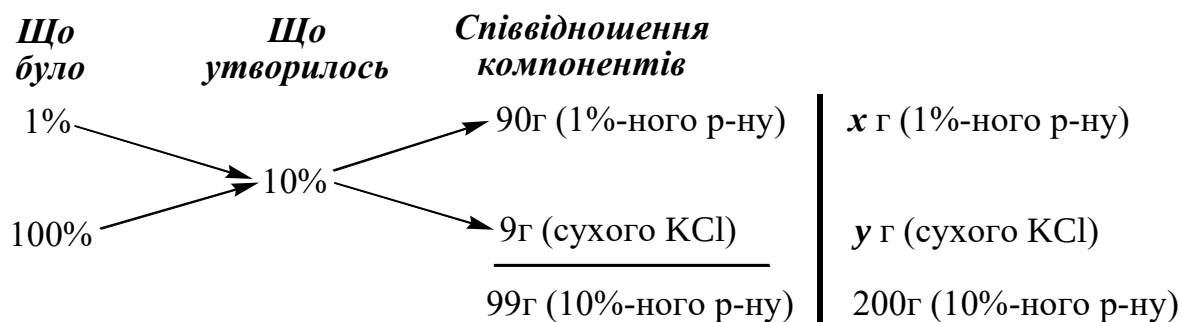
Є сухий калій хлорид і розчин з масовою часткою KCl 1%. Скільки грамів сухої солі KCl і скільки грамів розчину з масовою часткою KCl 1% потрібно змішати, щоб приготувати 200 г розчину з масовою часткою KCl 10%?

Розв'язок:

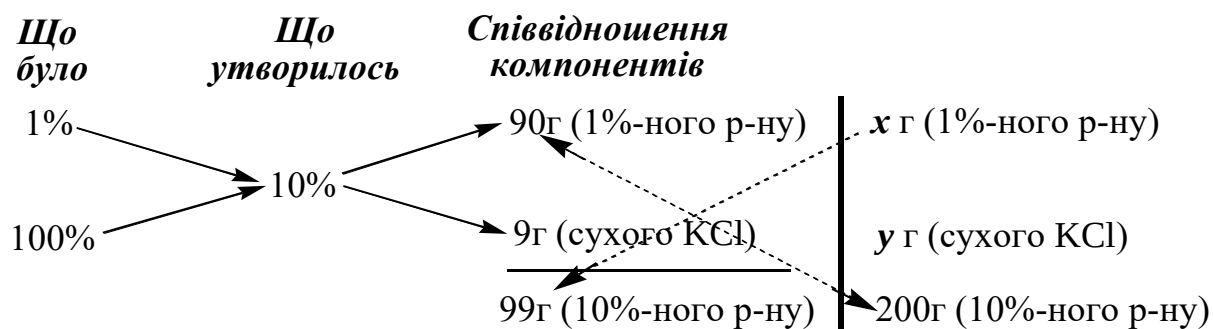
У схемі сухий KCl позначаємо, як 100%.

Масу розчину з масовою часткою KCl 1% позначаємо — x г

Масу сухої солі KCl позначаємо — y г

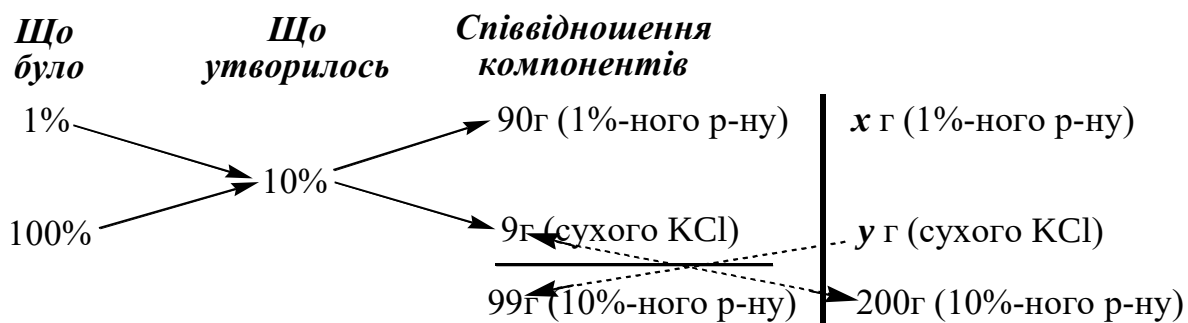


Розраховуємо масу 1%-ного розчину, що позначена через x



$$x = \frac{90 \cdot 200}{99} = 181,8 \text{ г (1\%-ного р-ну)}$$

Розраховуємо масу сухої солі KCl, що позначена через y



$$y = \frac{9 \cdot 200}{99} = 18,2 \text{ г (сухого KCl)}$$

Відповідь:

маса сухої солі KCl дорівнює 18,2 г;

маса розчину з масовою часткою KCl 1% дорівнює 181,8 г.



Тестові завдання з бази даних «Крок 1»

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

Катіони другої аналітичної групи

1. Potassium dichromate solution was added into a solution obtained after the precipitate consisting of group II chloride cations was processed with hot water. Yellow precipitate was produced; the precipitate is insoluble in acetic acid, but soluble in alkali. What cations were present in the solution under investigation?

- A. Lead (II)
- B. Mercury (II)
- C. Barium
- D. Silver (I)
- E. Calcium

2. During reaction of silver cations identification first HCl and then ammonia solution have been added to the solution. What compound was produced as the result?

- A. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$
- B. $[\text{Ag}_2(\text{NH}_3)_3]\text{Cl}$
- C. AgOH
- D. AgCl
- E. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_3]\text{Cl}$

3. What anion of the 2nd analytic group produces black precipitate with the group reagent AgNO_3 ?

- A. S^{2-}
- B. I^-
- C. Cl^-
- D. Br^-
- E. NCS^-

4. An analytical chemist performs qualitative analysis of cations of the II analytical group. The following solution is used to separate silver and mercury chlorides:

- A. Ammonia
- B. Hydrochloric acid
- C. Sodium hydroxide
- D. Sodium nitrate
- E. Potassium chloride

5. Burner's flame colors carminered in the presence of salts of an unknown cation. Name this cation:

- A. Strontium
- B. Ammonium
- C. Sodium
- D. Potassium
- E. Iron

6. Silver mirror reaction can be characterized by:

- A. Production of metal
- B. Smell
- C. Red colouring of precipitate
- D. Blue colouring of solution
- E. Decolouration

7. What reagent is used to separate AgCl precipitate from AgI precipitate?

- A. Aqueous solution of ammonia
- B. Concentrated nitric acid
- C. Diluted nitric acid
- D. Concentrated solution of potassium chloride
- E. Sulfuric acid solution

8. How to separate PbSO_4 from mixture of the 3rd analytical group cation sulphates in the process of systematic analysis?

- A. Processing precipitate with 30% ammonium acetate solution
- B. Precipitate recrystallization
- C. Processing precipitate with concentrated sulfate acid
- D. Processing precipitate with acetate acid solution
- E. Processing precipitate with ammonia solution

9. Ammonia solution has been added to the solution being studied. Black precipitate has formed. That means the following cations are present in the solution:

- A. Mercury (I)
- B. Copper (II)
- C. Iron (III)
- D. Iron (II)
- E. Silver (I)

10. A ground for separating lead (II) chloride from the other chlorides of the II analytical group (acid-base classification) is its different solubility in:

- A. Hot water
- B. Hydrochloric acid
- C. Alkalis
- D. Ammonia solution
- E. Sulfuric acid

11. To isolate the lead (II) chloride from the other cations of the II analytical group in the systematic analysis, the chloride precipitate should be processed with:

- A. Hot water
- B. Ammonia solution
- C. Nitric acid solution
- D. Acetate acid solution

E. Alkali solution

12. The ability of reagent to ensure a stable analytical effect in the interaction with the analyzed substance is characterized by:

- A. Reaction sensitivity
- B. Reaction selectivity
- C. Reaction specificity
- D. Reagent amount
- E. –

13. Some medications are produced by hydrolysis of corresponding neutral salts. From the salts listed below, select the one that WILL NOT succumb to hydrolysis:

- A. Na_2SO_4
- B. NaHCO_3
- C. AlCl_3
- D. $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$
- E. Na_2SO_3

14. Ammonia solution has been added to the solution under examination. A black precipitate fell out. This indicates the presence of the following cations in the solution:

- A. Mercury (I)
- B. Copper (II)
- C. Iron (III)
- D. Iron (II)
- E. Silver (I)

15. 1M sulphuric acid solution was added to the solution under study. This resulted in formation of white sediment that was soluble in the alkalies. This indicated that the solution contains:

- A. Plumbum cations
- B. Calcium cations
- C. Barium cations
- D. Argentum cations
- E. Mercury (I) cations

16. Specify two compounds that can be present in a solution at the same time:

- A. $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ and HCl
- B. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ and CO_2
- C. NaOH and P_2O_5
- D. CuSO_4 and BaCl_2
- E. AgNO_3 and HCl

17. 1 M sulphuric acid solution was added to the solution under study. This resulted in formation of white sediment that was soluble in the alkalies. This indicated that the solution contains:

- A. Plumbum cations
- B. Calcium cations
- C. Barium cations

- D. Argentum cations
- E. Mercury (I) cations

18. After the diluted solution of hydrochloric acid had been added to the solution under examination, the white caseous precipitate settled down. This indicates presence of the following ions:

- A. Silver
- B. Ammonium
- C. Iron (II)
- D. Barium
- E. Iodine

19. Diluted solution of hydrochloric acid was added to a solution under examination. This resulted in origin of white caseous deposition. This is the evidence of presence of following ions:

- A. Silver
- B. Ammonium
- C. Iron (II)
- D. Barium
- E. Iodine

20. Adding of a diluted solution of chlorohydrogen acid to a solution under examination resulted in formation of white caseous sediment. It is the evidence of presence of the following ions:

- A. Silver
- B. Ammonium
- C. Iron (II)
- D. Barium
- E. Iodine

21. До досліджуваного розчину додали розчин калій йодиду. Утворився жовтий осад, що розчиняється в гарячій воді. Це свідчить про присутність у розчині катіонів:

- Плюмбуму
- Аргентуму
- Бісмуту
- Меркурію (II)
- Меркурію (I)

22. Для визначення якісного складу препарату на зразок досліджуваного розчину подіяли 2 Н розчином HCl. Випав білий осад, розчинний в водному розчині аміаку. На наявність яких катіонів вказує цей аналітичний ефект:

- Аргентуму (I).
- Плюмбуму (II).
- Меркурію (I).
- Меркурію (II).
- Стануму (II).

23. У суміші знаходяться катіони Стронцію та Кальцію. При дії якого реагенту можна розділити ці катіони?

насиченого розчину амоній сульфату
розчину калій дихромату
розчину амоній оксалату
розчину калій хромату
розчину натрій сульфату

24. При додаванні до розчину 2М хлоридної кислоти утворився білий аморфний осад, який розчинився в надлишку аміаку. Який катіон знаходиться в розчині?

Аргентуму
Плюмбуму
Меркурію (I)
Магнію
Барію

25. До досліджуваного розчину додали 2М розчин HCl. При цьому утворився білий осад, який при обробці розчином аміаку почорнів. Який катіон присутній у розчині:

Hg_2^{2+}
 Ag^+
 Pb^{2+}
 Ba^{2+}
 Mg^{2+}

26. До розчину, якій містить катіони Меркурію(I), додали розчин хлоридної кислоти. До утвореного осаду додали розчин аміаку. Вкажіть хімічний склад осаду:

$[\text{HgNH}_2]\text{Cl} + \text{Hg}$;
 Hg_2O ;
 $[\text{HgNH}_2]\text{Cl}$;
 $\text{Hg}(\text{OH})_2$;
 HgO .

27. До досліджуваного розчину додали 2М розчин хлоридної кислоти. Випав осад білого кольору, який в результаті обробки концентрованим розчином аміаку почорнів. Це свідчить про присутність у розчині:

катіонів Меркурію (I).
катіонів Аргентуму.
катіонів Бісмуту.
катіонів Меркурію (II).
катіонів Плюмбуму.

28. До досліджуваного розчину додали розчин калій йодиду. Випав золотисто-жовтий осад, який розчиняється в гарячій воді, надлишку реагенту і в оцтовій кислоті. Це свідчить про присутність у розчині:

катіонів Плюмбуму
катіонів Аргентуму
катіонів Бісмуту
катіонів Меркурію (II).
катіонів Меркурію (I).

29. До другої групи катіонів належать катіони Pb^{2+} , Ag^+ , Hg_2^{2+} . Укажіть груповий реагент на другу групу катіонів.

- розчин HCl
- розчин H_2SO_4
- розчин HNO_3
- розчин $NaOH$
- розчин NH_3

30. Реакція утворення золотисто-жовтого осаду (реакція “золотого дощу”) – це реакція:

- утворення осаду PbI_2
- утворення осаду $PbCl_2$
- утворення осаду AgI
- утворення осаду HgI_2
- утворення осаду Hg_2I_2

31. В якісному аналізі характерною реакцією на катіони Аргентуму є: реакція утворення сирнистого осаду $AgCl$, що розчиняється в розчині аміаку і знову утворюється при додаванні HNO_3 .

- реакція утворення сирнистого осаду $AgCl$, що розчиняється у кислотах
- реакція утворення комплексу, який руйнується при дії розчину HNO_3
- реакція утворення червоного осаду, що розчиняється у розчині аміаку.
- реакція утворення жовтого осаду AgI , що розчиняється у розчині аміаку.

32. Як називаються реакції і реагенти, що дають можливість при певних умовах визначити данні йони в присутності інших йонів?

- Специфічними
- Вибірковими
- Груповими
- Характерними
- Загальними

33. Для ідентифікації компонентів в суміші, застосовують хімічні аналітичні реакції. Яким вимогам вони повинні відповідати?

- бути специфічними, характерними, чутливими.
- бути широкого спектру дії.
- бути селективними
- проходити повільно.
- бути незворотними

34. На розчин, отриманий після обробки осаду хлоридів катіонів II групи гарячою водою, подіяли розчином калій дихромату. Утворився жовтий осад, нерозчинний в оцтовій кислоті, але розчинний у лужному середовищі. Які катіони містив досліджуваний розчин?

- Плюмбуму (II)
- Меркурію (II)

Барію
Аргентуму (I)
Кальцію

35. Для виявлення одного з катіонів II аналітичної групи використовують реакцію "золотого дощу". У результаті цієї реакції утворюється осад:

PbI_2
 $PbCl_2$
 AgI
 HgI_2
 Hg_2I_2

36. На чому ґрунтується відокремлення плюмбум (II) хлориду від інших хлоридів II аналітичної групи?

На різній розчинності у гарячій воді.
На різній розчинності у соляній кислоті
На різній розчинності у лугах
На різній розчинності у розчині аміаку
На різній розчинності у сірчаній кислоті

37. На чому ґрунтується розділення аргентум хлориду від меркурій(I) хлориду.

На різній розчинності у розчині амоніаку.
На різній розчинності у соляній кислоті
На різній розчинності у лугах
На різній розчинності у гарячій воді.
На різній розчинності у сірчаній кислоті

38. До досліджуваного розчину додали 2М розчин хлоридної кислоти. Випав осад білого кольору, який в результаті обробки концентрованим розчином аміаку почорнів. Це свідчить про присутність в розчині:

катіонів Меркурію (I).
катіонів Аргентуму (I).
катіонів Бісмуту (III).
катіонів Меркурію (II).
катіонів Плюмбуму (II).

39. За кислотно-основною класифікацією катіонів груповими реагентами можуть бути: HCl , H_2SO_4 , $NaOH$ або KOH , розчин NH_3 . До другої групи катіонів належать катіони Pb^{2+} , Ag^+ , Hg_2^{2+} . Вказати груповий реагент для другої групи катіонів.

розчин HCl
розчин H_2SO_4
група не має групового реагенту
розчин $NaOH$
розчин NH_3

40. В якісному аналізі характерною реакцією на катіони Аргентуму є: реакція утворення сирнистого осаду $AgCl$, що розчиняється в розчині аміаку

реакція "золотого дощу"

реакція утворення червоного розчину роданіду заліза

реакція утворення турнбулевої сині

реакція утворення берлінської лазурі

41. До другої аналітичної групи належать катіони, які утворюють:

Осади із хлоридною кислотою.

Осади із нітратною кислотою.

Осади із гідрогенфосфатом натрію.

Комплексні сполуки із розчином аміаку.

Комплексні сполуки із гідроксидом натрію.

42. Які катіони містилися в розчині, якщо при додаванні до нього хлоридної кислоти утворюється осад, після обробки якого розчином аміаку, відбувається часткове розчинення осаду і почорніння нерозчинного осаду?

Аргентуму і Меркурію(I)

Аргентуму і Барію

Аргентуму і Плюмбуму

Аргентуму і Меркурію(II)

Меркурію(II) і Меркурію(I)

43. До другої аналітичної групи катіонів належать катіони Pb^{2+} , Ag^{+} , Hg_2^{2+} . Вказати груповий реагент для другої групи катіонів.

розчин HCl

розчин H_2SO_4

група не має групового реагенту

розчин NaOH

розчин NH_3

Третя група катіонів

1. What reagent should be chosen in order to detect presence of Ca^{2+} cation in a solution?

A. $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$

B. HCl

C. HNO_3

D. KCl

E. NaBr

2. In the qualitative analysis that involves precipitation of sulfates of the third analytical group cations (Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}) the solubility of sulfates can be reduced by adding:

A. Ethyl alcohol

B. Distilled water

C. Benzene

D. Chloroform

E. Amyl alcohol

3. Specify the reagent allowing to determine barium cations in the presence of calcium and strontium cations:

- A. Potassium dichromate
- B. Potassium chloride
- C. Potassium iodide
- D. Potassium nitrate
- E. Sodium hydroxide

4. In the qualitative analysis which involves precipitation of sulphates of the third analytical group cations (Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}) the solubility of sulphates can be reduced by adding:

- A. Ethyl alcohol
- B. Distilled water
- C. Benzene
- D. Chloroform
- E. Amyl alcohol

5. How to separate PbSO_4 from mixture of the 3rd analytical group cation sulphates in the process of systematic analysis?

- A. Processing precipitate with 30% ammonium acetate solution
- B. Precipitate recrystallization
- C. Processing precipitate with concentrated sulfate acid
- D. Processing precipitate with acetate acid solution
- E. Processing precipitate with ammonia solution

6. Why is ethyl alcohol used along with the group reagent of the third analytical group?

- A. To ensure full precipitation of all cations of this group
- B. To further dissolve obtained precipitate
- C. For fractional precipitation of cations
- D. To change pH of medium
- E. To prevent complexing

7. To maintain a certain level of pHmedium, the buffer solutions are used. Specify a composition of substances that DOES NOT EXHIBIT buffer properties:

- A. $\text{NaOH} + \text{NaCl}$
- B. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$
- C. $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- D. $\text{HCOOH} + \text{HCOONa}$
- E. $\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$

8. The ability of reagent to ensure a stable analytical effect in the interaction with the analyzed substance is characterized by:

- A. Reaction sensitivity
- B. Reaction selectivity
- C. Reaction specificity
- D. Reagent amount
- E. —

9. The pH of 0,001 M of hydrochloric acid solution is:

- A. 3
- B. 0
- C. 10

D. 7

E. 5

10. Some medications are produced by hydrolysis of corresponding neutral salts. From the salts listed below, select the one that WILL NOT succumb to hydrolysis:

A. Na_2SO_4

B. NaHCO_3

C. AlCl_3

D. $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$

E. Na_2SO_3

11. Specify two compounds that can be present in a solution at the same time:

A. $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ and HCl

B. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ and CO_2

C. NaOH and P_2O_5

D. CuSO_4 and BaCl_2

E. AgNO_3 and HCl

12. During identification of an unknown salt the colorless part of the burner flame turned yellow and green. What cation was the salt formed by?

A. Ba^{2+}

B. Ca^{2+}

C. Sr^{2+}

D. Na^+

E. K^+

13. What saturated heated solution is used for transformation of sulphates BaSO_4 , SrSO_4 , CaSO_4 to carbonates during the systematic analysis?

A. Na_2CO_3

B. CaCO_3

C. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

D. MgCO_3

E. CO_2

14. Solution of potassium chromate was added to a solution under examination. As a result of it some yellow deposition settled down. This deposition cannot be dissolved in acetic acid. This means that the solution under examination contains cations of:

A. Barium

B. Calcium

C. Sodium

D. Cobalt

E. Magnesium

15. Cations of the third analytical group (acid-base classification) can be isolated in course of systematic analysis by means of the following group reagent:

A. 1 M solution of sulfate acid in presence of ethanol

B. 1 M solution of potassium chromate

C. 0,1 M solution of sodium carbonate

D. 0,1 M solution of ammonium oxalate

E. 1 M solution of ammonium carbonate

16. В якому розчині присутні катіони лише III аналітичної групи (кисотно-основна класифікація):

Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}

Hg^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+}

Na^{+} , K^{+} , NH_4^{+}

Na^{+} , NH_4^{+} , Ca^{2+}

Zn^{2+} , Cr^{3+} , Co^{2+}

17. До досліджуваного розчину додали розчин калію хромату. Випав осад жовтого кольору, який не розчинюється в оцтовій кислоті. Це свідчить про присутність у розчині Катіонів:

Барію.

Кальцію.

Натрію.

Кобальту.

Магнію.

18. В аналізованому розчині міститься кальцію хлорид і натрію бромід. Для ідентифікації іона кальцію до аналізованого розчину додали розчин:

амонію оксалату

барію хлориду

натрію хлориду

калію йодиду

амонію ацетат

19. До аналізованого розчину, підкисленому оцтовою кислотою, додали розчин калію хромату. Утворився жовтий осад. Це свідчить про присутність в аналізованому розчині:

йонів барію

йонів амонію

йонів калію

йонів вісмуту

йонів олова (II)

20. В якісному аналізі для виявлення йонів стронцію використовують так звану гіпсову воду. Гіпсова вода – це:

насичений розчин CaSO_4 у воді

розчин $\text{Ca}(\text{OH})_2$;

насичений розчин CO_2 у воді;

розчин $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ у воді

розчин $\text{Ba}(\text{OH})_2$

21. В якісному аналізі при осадженні сульфатів Катіонів третьої аналітичної групи (Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}) з метою зменшення розчинності сульфатів у розчин додають

етиловий спирт

дистильовану воду

бензол

хлороформ
аміловий спирт

22. У систематичному ході аналізу для переведення сульфатів BaSO_4 , SrSO_4 , CaSO_4 у карбонати використовують:

насичений розчин Na_2CO_3 , t
насичений розчин CaCO_3 , t
насичений розчин $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, t
насичений розчин MgCO_3 , t
насичений розчин CO_2 , t

23. При виконанні систематичного ходу аналізу по кислотно-основному методу для відділення свинцю(II) сульфату від сульфатів Катіонів III групи осад обробляють розчином:

30%-ого амонію ацетату
Амонію оксалату
Амонію карбонату
Натрію тіосульфату
Натрію фториду

24. Для переведення сульфатів Катіонів кальцію, стронцію і барію в розчин осад обробляють при нагріванні насиченим розчином:

Натрію карбонату
Натрію сульфату
Натрію гідрокарбонату
Натрію тіосульфату
Натрію хлориду

25. Виберіть реагент, що дозволяє розділити катіони Ba^{2+} і Sr^{2+} в оцтовокислому середовищі:

K_2CrO_4
 Na_2SO_4
 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$
 $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$
 $\text{KSb}(\text{OH})_6$

26. До досліджуваного розчину додали 1М розчин сірчаної кислоти. Випав осад білого кольору, який розчиняється в лугах. Це свідчить про присутність в розчині:

Катіонів Плюмбуму (II).
Катіонів кальцію (II).
Катіонів барію (II).
Катіонів срібла (I).
Катіонів ртуті (I).

27. До досліджуваного розчину додали 1М розчин сірчаної кислоти. Випав осад білого кольору, який не розчиняється у кислотах і лугах, але розчиняється в концентрованому розчині амонію сульфату. Це свідчить про присутність в розчині:

Катіонів кальцію (II).
Катіонів срібла (I).

Катіонів барію (II).
Катіонів стронцію (II).
Катіонів Плюмбуму (II).

28. При проведенні аналізу суміші Катіонів за систематичним ходом аналізу необхідно відокремити катіони третьої аналітичної групи (кисотно-основна класифікація). Для цього використовують:

1М розчин сірчаної кислоти в присутності етанолу.
Розчин калію хромату.
Розчин натрію карбонату.
Розчин амонію оксалату.
Розчин амонію карбонату.

29. До аналізованого розчину, підкисленому оцтовою кислотою, додали розчин калію хромату. Утворився жовтий осад. Це свідчить про присутність в аналізованому розчині:

йонів барію
йонів амонію
йонів калію
йонів вісмуту
йонів олова (II)

30. У досліджуваній суміші знаходяться катіони калію і барію. Дією якого групового реагенту можна розділити названі катіони:

розчину сульфатної кислоти.
розчину хлоридної кислоти.
концентрованого розчину амонію гідроксиду.
розчину натрію гідроксиду і водню пероксиду.
розчину натрію гідроксиду.

31. Який катіон III аналітичної групи знаходиться в розчині, якщо при додаванні гіпсової води через якийсь час розчин каламутніє?

Стронцію
Кальцію
Магнію
Свинцю (II)
Ртуті (II)

32. Для переведення сульфатів Катіонів кальцію, стронцію і барію в розчин осад обробляють при нагріванні насиченим розчином:

Натрію карбонату
Натрію сульфату
Натрію гідрокарбонату
Натрію тіосульфату
Натрію хлориду

33. Катіони кальцію входять до складу деяких фармацевтичних препаратів. Фармакопейною реакцією для виявлення катіона кальцію є реакція з розчином:

Амонію оксалату.
Кислоти хлоридної.

Калію йодиду.
Амонію гідроксиду.
Натрію гідроксиду.



ЗАНЯТТЯ 3

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

Лабораторна робота «Реакції катіонів IV аналітичної групи. Аналіз суміші катіонів IV аналітичної групи».

Розв'язання ситуаційних задач.

Тестовий контроль.

3.1. Якісні реакції катіонів IV аналітичної групи

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

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 $\text{Sn}(\text{II})$, $\text{Sn}(\text{IV})$, $\text{As}(\text{III})$, $\text{As}(\text{V})$ 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?



3.2. Лабораторна робота «Реакції катіонів IV аналітичної групи. Аналіз суміші катіонів IV аналітичної групи».

3.2.1. Реакції катіонів IV аналітичної групи

Реакції катіонів Al^{3+}

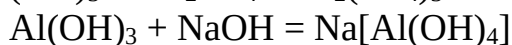
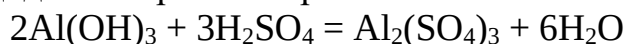
Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину $Al_2(SO_4)_3$, додати 1 - 2 краплі розчину NaOH.

Спостереження: _____

Рівняння реакції: $Al_2(SO_4)_3 + 6NaOH = 2Al(OH)_3\downarrow + 3Na_2SO_4$

Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Суміш розділити на дві пробірки, в одну при перемішуванні додавати краплями розчин H_2SO_4 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 $Na[Al(OH)_4]$ додати концентрований розчин NH_4Cl , нагріти.

Спостереження: _____

Рівняння реакції:

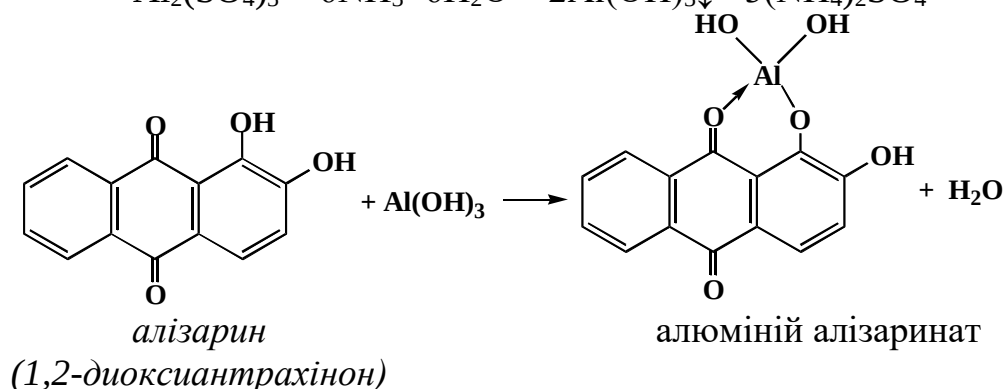
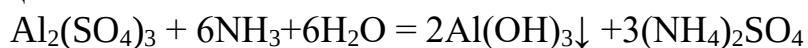


Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

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.

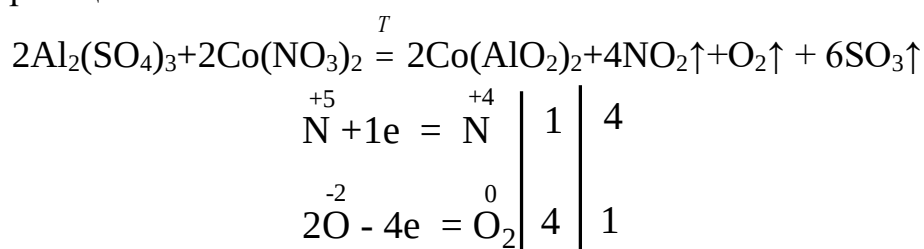
Спостереження: _____

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:



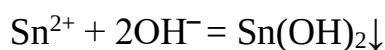
кобальт алюмінат $\text{Co}(\text{AlO}_2)_2$ синього кольору називають “тенарова синь”.

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

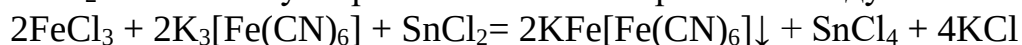
У другу пробірку додавати краплями розчин NaOH до розчинення осаду.

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 H_2SO_4 , додавши при перемішуванні значний надлишок H_2SO_4 .

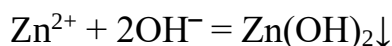
Висновок:

Реакції катіонів Zn^{2+}

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину ZnCl_2 , додавати краплями розчин NaOH до утворення осаду.

Спостереження: _____

Йонне рівняння реакції:



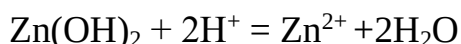
Написати молекулярне рівняння реакції

Осад $\text{Zn}(\text{OH})_2$ розділити на три пробірки. В одній пробірці перевірити розчинність $\text{Zn}(\text{OH})_2$ у розчині NaOH . Йонне рівняння:



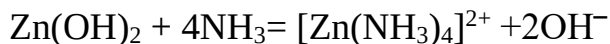
Написати молекулярне рівняння реакції

У другій пробірці перевірити розчинність $\text{Zn}(\text{OH})_2$ у розчині H_2SO_4 . Йонне рівняння:



Написати молекулярне рівняння реакції

У третій пробірці перевірити розчинність $\text{Zn}(\text{OH})_2$ у розчині NH_3 . Йонне рівняння:

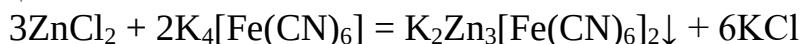


Написати молекулярне рівняння реакції

Висновок: _____.

Дослід 2. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину ZnCl_2 , додати 1 краплю розчину $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. 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”).

3.2.2. 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 (на практичному занятті сполуки Арсену не видають студентам);

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. Частина 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.



3.3. Ситуаційні задачі

Запропонувати варіант розділення та ідентифікації катіонів у таких сумішах:

a) Zn^{2+} і Al^{3+} ; b) Sn^{2+} і Al^{3+} ; c) Zn^{2+} і Cr^{3+} ; d) Al^{3+} і Sn^{2+} ; e) Sn^{2+} і Cr^{3+} .

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



3.4. Тестові питання з бази даних «КРОК 1»

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

1. Filter paper impregnated with solution of cobalt (II) nitrate and a solution under examination makes blue ash when burned down. This is the evidence of presence of the following ions:
 - A. Al^{3+}
 - B. Cr^{3+}
 - C. Ni^{2+}
 - D. Sb^{3+}
 - E. Zn^{2+}
2. What cation of the 4th analytical group is present in a solution, if it is known that the reaction with a group reagent causes formation of yellow precipitate?

- A. Cr^{3+}
 - B. Zn^{2+}
 - C. Sn^{2+}
 - D. Al^{3+}
 - E. Sn(IV)
3. In order to identify the cations of zinc (II) an analytical chemist used the reagent solution of hexacyanoferrate (II) potassium (Pharmacopeia reaction). What colour precipitate is formed in this reaction?
- A. White
 - B. Yellow
 - C. Black
 - D. Green
 - E. Red
4. A solution contains cations of zinc and aluminum. Specify the reagent that enables to detect cations of zinc in this solution:
- A. Potassium hexacyanoferrate (II) solution
 - B. Sodium hydroxide solution
 - C. Cobalt nitrate $\text{Co(NO}_3)_2$
 - D. The excess of 6M sodium hydroxide in presence of hydrogen peroxide
 - E. Sulfuric acid solution
5. Specify two compounds that can be present in a solution at the same time:
- A. $\text{Al(NO}_3)_3$ and HCl
 - B. Ba(OH)_2 and CO_2
 - C. NaOH and P_2O_5
 - D. CuSO_4 and BaCl_2
 - E. AgNO_3 and HCl
6. The fourth group of cations includes the following cations: Al^{3+} , Sn^{2+} , Sn(IV) , As(V) , As(III) , Zn^{2+} , Cr^{3+} . The group reagent for the fourth group of cations is the solution of:
- A. NaOH , H_2O_2
 - B. HCl , NH_3 , H_2O_2
 - C. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
 - D. H_2SO_4 , H_2O_2
7. What cation of the 4th analytical group is present in a solution, if its reaction with the group reagent results in formation of yellow precipitate?
- A. Cr^{3+}
 - B. Zn^{2+}

- C. Sn^{2+}
 - D. Al^{3+}
 - E. Sn(IV)
8. Analysis of a dry substance always begins with preliminary tests. Sample under investigation is green in color, which allows to conclude the presence of:
- A. Chrome (III)
 - A. B. Manganese (II)
 - B. Cobalt (II)
 - C. Iron (III)
 - D. Barium (II)
9. What cation of the 4th analytical group is present in a solution, if it is known that the reaction with a group reagent causes formation of green precipitate?
- A. Cr^{3+}
 - B. Zn^{2+}
 - C. Sn^{2+}
 - D. Al^{3+}
 - E. Sn(IV)
10. Chemist-analyst should use the following reaction to detect chromium (III) ions during preliminary tests:
- A. Reaction of peroxochromate acid formation after previous chromium oxidation
 - B. Apply sodium hydroxide
 - C. Apply potassium permanganate
 - D. Apply ammonia
 - E. Apply sodium hydroxide and hydrogen peroxide
11. A solution contains cations of zinc and aluminium. Specify the reagent that makes it possible to detect cations of zinc in this solution:
- A. Potassium hexacyanoferrate (II) solution
 - B. Sodium hydroxide solution
 - B. Cobalt nitrate $\text{Co(NO}_3)_2$
 - C. Excess of 6M sodium hydroxide in presence of hydrogen peroxide
 - D. Sulfuric acid solution
12. The fourth group of cations includes the cations Al^{3+} , Sn^{2+} , Sn(IV) , As(V) , As(III) , Zn^{2+} , Cr^{3+} . The group reagent for the fourth group of cations is the solution of:
- A. NaOH , H_2O_2
 - B. HCl
 - C. NH_3 , H_2O_2
 - D. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

- E. H_2SO_4 , H_2O_2
13. What reagents are used to separate the cations of the IV analytical group from the cations of the V and VI analytical groups in the analysis of their composition?
- A. NaOH and H_2O_2
 - B. H_2SO_4
 - C. Dithizone
 - D. NH_4OH
 - E. Na_2S
14. To maintain a certain level of pH medium, the buffer solutions are used. Specify a composition of substances that DOES NOT EXHIBIT buffer properties:
- A. $\text{NaOH} + \text{NaCl}$
 - B. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$
 - C. $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
 - D. $\text{HCOOH} + \text{HCOONa}$
 - E. $\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$
15. A solution contains cations of zinc and aluminum. Specify the reagent that allows to detect cations of zinc in this solution:
- A. Potassium hexacyanoferrate (II) solution
 - B. Sodium hydroxide solution
 - C. Cobalt nitrate $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$
 - D. Excess of 6M sodium hydroxide in presence of hydrogen peroxide
 - E. Sulfuric acid solution
16. The ability of reagent to ensure a stable analytical effect in the interaction with the analyzed substance is characterized by:
- A. Reaction sensitivity
 - B. Reaction selectivity
 - C. Reaction specificity
 - D. Reagent amount
 - E. —
17. The pH of 0,001 M of hydrochloric acid solution is:
- A. 3
 - B. 0
 - C. 10
 - D. 7
 - E. 5

18. Some medications are produced by hydrolysis of corresponding neutral salts. From the salts listed below, select the one that WILL NOT succumb to hydrolysis:
- A. Na_2SO_4
 - B. NaHCO_3
 - C. AlCl_3
 - D. $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$
 - E. Na_2SO_3
19. Filter paper impregnated with solution of cobalt (II) nitrate and a solution under examination forms blue ash when burned down. This is the evidence of presence of the following ions:
- A. Al^{3+}
 - B. Cr^{3+}
 - C. Ni^{2+}
 - D. Sb^{3+}
 - E. Zn^{2+}
20. Sodium arsenate solution can be distinguished from the arsenite solution by means of the following reagent:
- A. Magnesia mixture
 - B. Potassium sulphate
 - C. Potassium nitrate
 - D. Sodium chloride
 - E. Sodium fluoride
21. During analysis of cations of the IV analytic group Zn cations can be detected under certain conditions with the following reagent:
- A. Dithizone
 - B. Ammonia solution
 - C. Alkali
 - D. Alkali metal carbonates
 - E. Dimethylglyoxime
22. Qualitative reaction for determination of Cr(VI) compounds is origination of chromium oxide-diperoxide that stains ether layer with blue. What is formula of this chromium compound?
- A. CrO_5
 - B. CrO_3
 - C. Cr_2O_3
 - D. CrO
 - E. NaCrO_2

23. You have to carry out a qualitative analysis. What substance will originate from chromium ions under the influence of group reagent excess (solution of sodium hydroxide) upon cations of the IV analytical group?
- Sodium hexahydroxochromate (III)
 - Chromium (III) hydroxide
 - Chromium (III) oxide
 - Chromium (II) hydroxide
 - Chromium (II) oxide
24. Presence of the following ion of elements in solutions can be exploited by means of $K_4[Fe(CN)_6]$:
- Fe^{3+}
 - Zn^{2+}
 - Cr^{3+}
 - Ni^{2+}
 - Cu^{2+}
25. Under certain conditions of qualitative analysis $K_4[Fe(CN)_6]$ is a specific reagent to Fe^{3+} cations. What colour is the precipitate?
- Blue
 - White
 - Brown
 - Red
 - Black
26. Solution with NaCl mass concentration of 0,95% is a part of a saline and can be used in case of significant blood loss. Name reaction of this solution's medium:
- Neutral (pH = 7,0)
 - Acidic (pH < 7,0)
 - Alkaline (pH > 7,0)
 - Very acidic (pH = 1,0)
 - Very alkaline (pH = 12,0)
27. Solution of a medicinal preparation under examination contains cations of magnesium (II) and aluminium (III). What reagent will help to separate these cations during analysis of this preparation?
- Alkali solution
 - Hydrogen peroxide in acidic medium
 - Argentum nitrate solution
 - Hydrogen peroxide in ammoniac medium
 - Chloride acid solution

28. 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.

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

A Zn^{2+}

B Cd^{2+}

C Sn^{2+}

D Pb^{2+}

E Cu^{2+}

30. При нагріванні досліджуваного розчину з надлишком луку 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+}

31. 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

32. 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.

33. 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)

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

A Розчин NaOH , H_2O_2

B Розчин HCl

C розчин NH_3 , H_2O_2

D розчин $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

E розчин H_2SO_4 , H_2O_2

35. 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

36. В якісному аналізі при певних умовах специфічним реагентом на катіони Zn^{2+} є розчин $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, утворюється білий осад складу:

A $\text{K}_2\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$

B $\text{K}_2\text{Na}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

C $\text{CuZn}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

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

E $\text{Zn}(\text{SCN})_2$



Заняття 4

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

Лабораторна робота

«Реакції катіонів V аналітичної групи».

**Написання рівнянь окисно-відновних реакцій
методом напівреакцій.**

Розбір тестових завдань з бази даних «Крок 1»

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. Скласти рівняння характерних аналітичних реакцій катіонів п'ятої аналітичної групи.
2. Розраховувати рН розчинів кислот, основ.

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 окиснення?
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.



4.1. 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 .

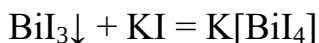
Спостереження:

Йонне рівняння:



Написати молекулярне рівняння реакції

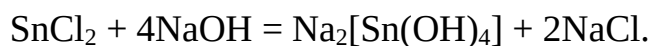
До розчину з чорним осадом BiI_3 додавати краплями розчин KI до розчинення осаду.



Написати молекулярне рівняння реакції

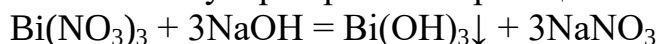
Висновок:

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:

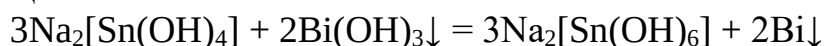
У другу пробірку налити 5 – 10 крапель розчину $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, додати 3 – 5 крапель розчину NaOH . Молекулярне рівняння реакції:



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

Спостереження: _____

Рівняння реакції:

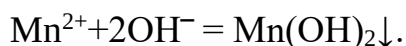


Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

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:

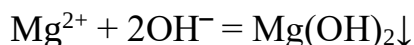
У другу пробірку з осадом $\text{Mn}(\text{OH})_2$ додати 3 – 5 крапель розчину H_2O_2 . Який колір набуває осад? Спостереження: _____

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+}

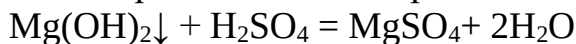
Дослід 1. У пробірку налити 5 – 10 крапель розчину солі магнію, додати 3 – 5 крапель розчину NaOH . Спостереження:

Йонне рівняння:



Написати молекулярне рівняння реакції

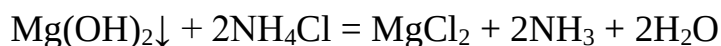
Розчин з осадом $\text{Mg}(\text{OH})_2$ поділити на дві пробірки. В одну пробірку з осадом $\text{Mg}(\text{OH})_2$ додавати краплями розчин H_2SO_4 до розчинення осаду.



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

У другу пробірку додавати краплями розчин NH_4Cl до розчинення осаду.

Рівняння реакції:



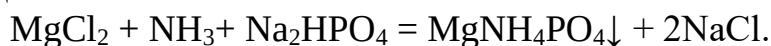
Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

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: _____

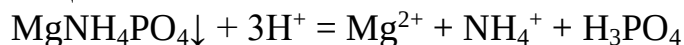
Рівняння реакції:



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:



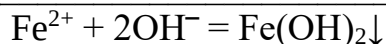
Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Висновок:_____.

Реакції катіонів Fe^{2+}

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

Спостереження:_____

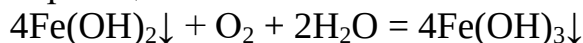


Написати молекулярне рівняння реакції

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

Спостереження:_____

Молекулярне рівняння реакції:

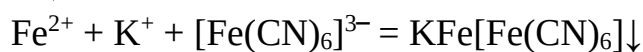


Осад $\text{Fe}(\text{OH})_3$ має буре забарвлення

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:



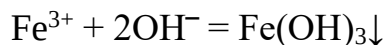
Написати молекулярне рівняння реакції

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.

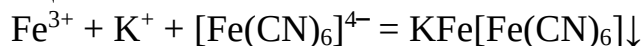
Спостереження:_____

Написати молекулярне рівняння реакції

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

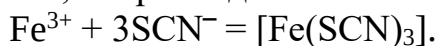
Спостереження:_____

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:



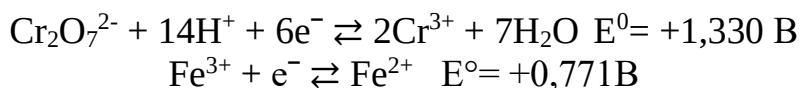
З надлишком реагенту утворюються такі комплексні йони: $[\text{Fe}(\text{SCN})_4]^-$, $[\text{Fe}(\text{SCN})_5]^{2-}$, $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$.



4.2. Написання рівнянь окисно-відновних реакцій методом напівреакцій

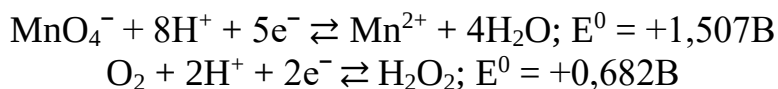
1. Яку інформацію дає напівреакція?
2. Які продукти реакції утворює KMnO_4 :
 - а) у кислому середовищі?
 - б) у нейтральному середовищі?
 - в) у лужному середовищі?
3. Які продукти реакції утворює $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$:
 - а) у кислому середовищі?
 - б) у нейтральному середовищі?
 - в) у лужному середовищі?

4. Користуючись даними з таблиці стандартних окисно-відновних потенціалів:



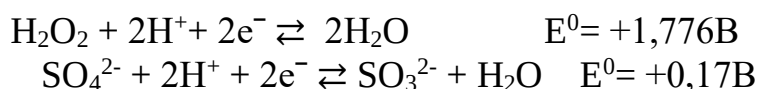
написати рівняння реакції $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ з FeSO_4 у сірчаноокислому середовищі (в йонному та молекулярному вигляді).

5. Користуючись даними з таблиці стандартних окисно-відновних потенціалів:



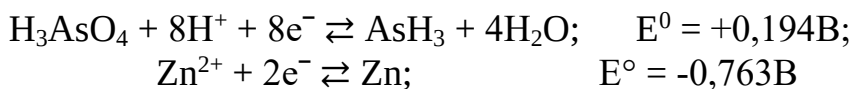
написати рівняння реакції KMnO_4 з H_2O_2 у сірчаноокислому середовищі (в йонному та молекулярному вигляді).

6. Користуючись даними з таблиці стандартних окисно-відновних потенціалів:



написати рівняння реакції H_2O_2 з K_2SO_3 (в йонному та молекулярному вигляді).

7. Користуючись даними з таблиці стандартних окисно-відновних потенціалів:



написати рівняння реакції Zn з H_3AsO_4 у сірчанокиислому середовищі (в йонному та молекулярному вигляді).



4.3. Тестові питання з бази даних «КРОК 1»

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

1. Concentrated nitric acid and crystalline lead dioxide were added to a solution under examination. The solution turned crimson. This analytical effect indicates presence of:
 - A. Manganese (II)
 - B. Bismuth (III)
 - C. Iron (III)
 - D. Chromium (III)
 - E. Tantalum (II)
2. What cations of the V analytical group can be detected by hydrolysis?
 - A. Antimony and bismuth
 - B. Manganese
 - C. Iron (II)
 - D. Magnesium
 - E. Iron (III)
3. Sodium hydroxide was added to a solution. Precipitation occurred. The precipitate was initially white and became brown later. It indicates the presence of the following in the solution:
 - A. Manganese (II) cations
 - B. Lead (II) cations
 - C. Potassium cations
 - D. Calcium cations
 - E. Barium cations
4. Sodium hydroxide was added to a solution. Precipitation occurred. The precipitate was initially white and became brown later. It indicates the presence of the following in the solution:
 - A. Manganese (II) cations
 - B. Lead (II) cations
 - C. Potassium cations
 - D. Calcium cations
 - E. Barium cations
5. In chemico-analytical laboratory a specialist studies the mixture of the 5th analytical group cations. When thiocyanate ions are added the solution

becomes red-colored. This analytical effect indicates presence of the following cation:

- A. Fe^{3+}
 - B. Fe^{2+}
 - C. Mg^{2+}
 - D. Bi^{3+}
 - E. Mn^{2+}
6. What reagents are used to separate the cations of the IV analytical group from the cations of the V and VI analytical groups in the analysis of their composition?
- A. NaOH and H_2O_2
 - B. H_2SO_4
 - C. Dithizone
 - D. NH_4OH
 - E. Na_2S
7. Selective solvents are used in laboratories and factories to isolate and refine essential oils, alkaloids, antibiotics and other pharmaceutical substances. This process is called:
- A. Extraction
 - B. Sedimentation
 - C. Coagulation
 - D. Flocculation
 - E. Flotation
8. The ability of reagent to ensure a stable analytical effect in the interaction with the analyzed substance is characterized by:
- A. Reaction sensitivity
 - B. Reaction selectivity
 - C. Reaction specificity
 - D. Reagent amount
 - E. —
9. The pH of 0,001 M of hydrochloric acid solution is:
- A. 3
 - B. 0
 - C. 10
 - D. 7
 - E. 5
10. Some medications are produced by hydrolysis of corresponding neutral salts. From the salts listed below, select the one that WILL NOT succumb to hydrolysis:

- A. Na_2SO_4
 - B. NaHCO_3
 - C. AlCl_3
 - D. $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$
 - E. Na_2SO_3
11. After a solution had been heated with $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ in presence of AgNO_3 , it turned crimson. What ions were present in the solution?
- A. Mn^{2+}
 - B. Fe^{3+}
 - C. Fe^{2+}
 - D. Co^{2+}
 - E. Cu^{2+}
12. Specify two compounds that can be present in a solution at the same time:
- A. $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ and HCl
 - B. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ and CO_2
 - C. NaOH and P_2O_5
 - D. CuSO_4 and BaCl_2
 - E. AgNO_3 and HCl
13. Presence of which ion of d-elements in the solutions can be detected by means of $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$?
- A. Fe^{3+}
 - B. Fe^{2+}
 - C. Zn^{2+}
 - D. Cr^{3+}
 - E. Cu^{2+}
14. The analytical effect of reaction of potassium hexacyanoferrate (II) solution with iron (III) ions is:
- A. Formation of blue precipitate
 - B. Formation of white precipitate
 - C. Formation of blue precipitate and its dissolution in the excess of the reagent
 - D. Effervescence
 - E. Characteristic smell
15. A solution containing the cations of the V analytic group (acid-base classification) has been taken for the analysis. The solution of sodium hydroxostannite has been added to the composition which resulted in formation of black deposition. This is the evidence of presence of the following cation:
- A. Bi^{3+}
 - B. Fe^{2+}

- C. Sb^{3+}
D. Fe^{3+}
E. Mg^{2+}
16. A solution containing the cations of the V analytic group (acid-base classification) has been taken for the analysis. The solution of sodium hydroxostannite has been added to the composition which resulted in formation of black deposition. This is the evidence of presence of the following cation:
A. Bi^{3+}
B. Fe^{2+}
C. Sb^{3+}
D. Fe^{3+}
E. Mg^{2+}
17. In course of the systematic analysis separation of cations of the V and VI analytic groups (according to the acidbase classification) is carried out under the action of excess of:
A. Concentrated ammonia solution
B. Sodium hydroxide solution
C. Hydrochloric acid solution
D. Potassium hydroxide solution
E. Sulphuric acid solution
18. After a solution had been heated with $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ in presence of AgNO_3 , it turned crimson. What ions were present in the solution?
A. Mn^{2+}
B. Fe^{3+}
C. Fe^{2+}
D. Co^{2+}
E. Cu^{2+}
19. During the quantitative analysis carried out under the primary conditions, a specific reagent to Fe^{3+} cations is $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Their interaction gives a precipitate of the following colour:
A. Blue
B. White
C. Brown
D. Red
E. Black
20. What reaction is applied for detection of Fe^{3+} cation?
A. Complexing
B. Precipitation

- C. Hydrolysis
- D. Neutralization
- E. Reduction

21. A drug solution under examination contains cations of magnesium (II) and aluminium (III). Which reagent can help to separate these cations during analysis of this drug?

- A. Alkali solution
- B. Solution of hydrogen peroxide in acidic medium
- C. Solution of silver nitrate
- D. Ammonia solution
- E. Solution of chloride acid

22. Solution with NaCl mass concentration of 0,95% is a part of a saline and can be used in case of significant blood loss. Name reaction of this solution's medium:

- A. Neutral (pH = 7,0)
- B. Acidic (pH < 7,0)
- C. Alkaline (pH > 7,0)
- D. Very acidic (pH = 1,0)
- E. Very alkaline (pH = 12,0)

23. Solution of a medicinal preparation under examination contains cations of magnesium (II) and aluminium (III). What reagent will help to separate these cations during analysis of this preparation?

- A. Alkali solution
- B. Hydrogen peroxide in acidic medium
- C.

Argentum

nitrate solution D. Hydrogen peroxide in ammoniac medium E. Chloride acid solution

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

- A** катіону Мангану(II).
- B** катіону Бісмуту(III).
- C** катіону Феруму(III) .
- D** катіону Хрому(III).
- E** катіону Стануму (II).

25. 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).

26. 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+}

27. До розчину, що містить катіон п'ятої аналітичної групи (кисотно-основна класифікація), долили розчин амоній тіоціонату. 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

28. 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

29. 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)

30. 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 NH_3

31. 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

Е поява характерного запаху

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

А Розчин забарвлюється у червоний колір

В Розчин забарвлюється у синій колір

С Випадає осад червоного кольору

Д Утворюється “берлінська лазурь”

Е Утворюється коричневе кільце.

33. 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:

А розчином станум(II) хлориду

В розчином калій хлориду

С розчином аргентум нітрату

Д розчином натрій нітриту

Е розчином калій тіоціанату



Заняття 5

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

Лабораторна робота

«Реакції катіонів VI аналітичної групи».

Розв'язання ситуаційних та розрахункових задач.

Розбір тестових завдань з бази даних «Крок 1»

Питання для теоретичної підготовки

1. Які з катіонів четвертої, п'ятої та шостої груп мають забарвлення?
2. Що спостерігається, якщо солянокислі розчини солей Стибію(III), Бісмуту(III), Стануму(II) розбавити водою та нагріти?
3. Які комплексні сполуки катіонів п'ятої групи використовуються в якісному аналізі?
4. Яким способом можна відокремити катіони четвертої аналітичної групи від катіонів п'ятої та шостої груп?
5. Як можна розділити Магній(II) і Манган(II) в їх суміші?
6. Чи можливе одночасне знаходження в розчині йонів: Sn^{2+} і Fe^{3+} ; Sn^{2+} і AsO_4^{3-} ; Sn^{2+} і Hg^{2+} ? Дати коротке пояснення.
7. Як відокремлюють катіони Al^{3+} і Sn^{4+} від інших катіонів IV аналітичної групи?
8. Чи будуть катіони стануму(II) окиснюватись калій перманганатом?
9. За допомогою якої реакції можна виявити арсен(III) у присутності інших катіонів четвертої групи?
10. Як відокремлюють катіони V аналітичної групи від катіонів VI групи ?

11. Виберіть окисник, зазначте середовище і складіть рівняння реакції окиснення катіонів мангану(II) до аніонів перманганатної кислоти.



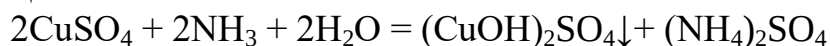
5.1. Лабораторна робота

Якісні 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 .

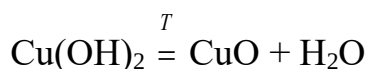
Якого кольору утворений осад $\text{Cu}(\text{OH})_2$? _____

Написати молекулярне рівняння цієї реакції:

Суміш у пробірці обережно нагріти.

Як змінюється забарвлення осаду? _____

Рівняння реакції:

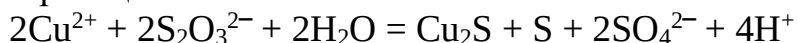


Пояснення: Утворений осад чорного кольору — оксид CuO.

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: _____

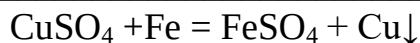
Йонне рівняння реакції:



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: _____

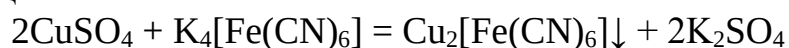


Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

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:



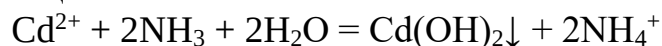
Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

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: _____

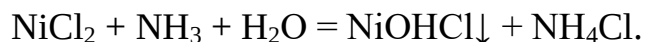
Пояснення: На відміну від йонів Cu^{2+} та Bi^{3+} йони Cd^{2+} не утворюють осаду з $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

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:



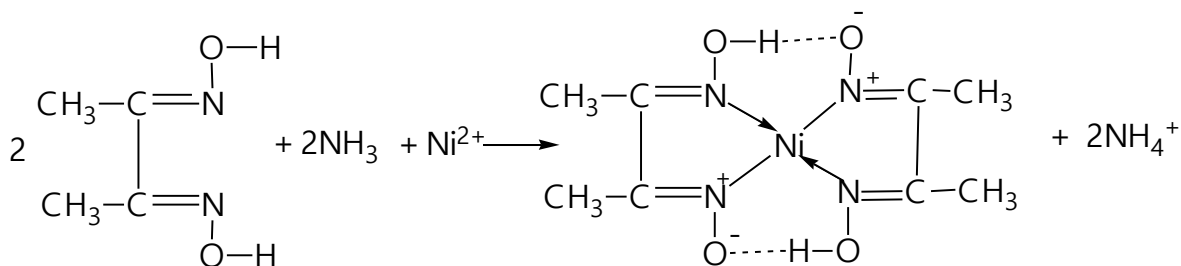
Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

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

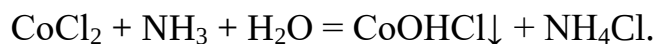
нікель (II) діацетилдіоксимат

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? _____

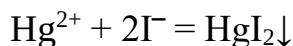


Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

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

Яке забарвлення має осад, що утворився? _____

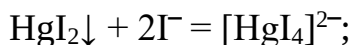
Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

Продовжувати додавати краплями розчин KI до повного розчинення осаду. Як змінюється забарвлення? _____

Йонне рівняння реакції:

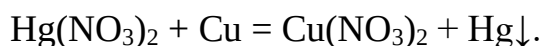


Написати молекулярне рівняння реакції

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:



5.2. Розв’язання ситуаційних та розрахункових задач

5.2.1. Ситуаційні задачі

1. Запропонувати можливий варіант використання реакцій, за допомогою яких можна розділити суміш двох катіонів, що знаходяться у розчині у вигляді нітратів цих катіонів: а) Cu^{2+} і Hg^{2+} ; б) Ni^{2+} і Hg^{2+} ; в) Mn^{2+} і Bi^{3+} ;

д) Mg^{2+} і Fe^{3+} ; е) Hg^{2+} і Ni^{2+} ? Написати молекулярні та йонні рівняння реакцій.

2. Використовуючи протоколи лабораторних робіт, визначити, які саме гідроксиди катіонів п'ятої аналітичної групи можуть бути у складі осаду, якщо осад:

- а) білого кольору,
- б) бурого кольору?

3. В якій послідовності та якими реакціями можна визначити катіони в наступних сумішах:

NH_4^+ , Ag^+ , Sr^{2+} ;
 K^+ , Ag^+ , Ba^{2+} ;
 Na^+ , Pb^{2+} , Ca^{2+} ;
 NH_4^+ , Ag^+ , Ca^{2+} ;
 Na^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+} ;

5.2.2. Розв'язання розрахункових задач

1. До 900г розчину з масовою часткою натрій гідроксиду 10% додали 100г чистого натрій гідроксиду. Визначити масову частку NaOH в одержаному розчині.

2. Скільки грамів розчину глюкози з масовою часткою 5% треба додати до 200г розчину глюкози з масовою часткою 40%, щоб одержати розчин з масовою часткою глюкози 20%?

3. До 200г розчину гідроксиду натрію з масовою часткою 40% додали 300г води. Визначити масову частку NaOH в одержаному розчині.

4. Є розчин сульфату магнію з масовою часткою 20%. Скільки грамів цього розчину і скільки грамів води потрібно змішати, щоб одержати 100г розчину з масовою часткою сульфату магнію 5%?

5. Скільки грамів розчину хлориду кальцію з масовою часткою 20% треба додати до 100г розчину хлориду кальцію з масовою часткою 2%, щоб приготувати розчин хлориду кальцію з масовою часткою 5%?

6. Скільки грамів хлориду натрію треба розчинити у 100г води щоб приготувати розчин з масовою часткою хлориду натрію 0,9%?

7. Скільки грамів глюкози потрібно додатково розчинити у 200г розчину глюкози з масовою часткою 10%, щоб приготувати розчин глюкози з масовою часткою 40%?



5.3. Розбір тестових завдань з бази даних «Крок 1»

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

1. What cations added to the solution of potassium iodide form orange-red deposition that is soluble in reagent excess and builds up a colourless solution?

- A. Mercury (II)
- B. Mercury (I)
- C. Bismuth
- D. Antimony (V)

E. Lead

2. A compound under examination contains cations of iron (III) and copper (II). What group reagent can separate these cations?
 - A. Concentrated ammonia solution
 - B. Solution of sodium hydroxide and hydrogen peroxide
 - C. Concentrated solution of hydrochloride acid
 - D. Solution of sodium hydroxide
 - E. Concentrated solution of sulfuric acid
3. Excess of ammonia was added to a solution under examination. The solution turned bright blue. This indicates presence of the following ions:
 - A. Copper
 - B. Silver
 - C. Lead
 - D. Bismuth
 - E. Mercury (II)
4. Dimethyl glyoxime entered into reaction with a solution that contained cations of the IV analytical group (acid-base classification). The deposition turned crimson. What cation caused this analytical effect?
 - A. Nickel cation (II)
 - B. Mercury cation (II)
 - C. Copper cation (II)
 - D. Cadmium cation (II)
 - E. Cobalt cation (II)
5. At a chemical analytical laboratory, a technician examines a solution of the VI analytical group cations. After the addition of ammonium thiocyanate and amyl alcohol, the organic layer turned blue. What cation is present in the solution?
 - A. Co^{2+}
 - B. Ni^{2+}
 - C. Cu^{2+}
 - D. Hg^{2+}
 - E. Cd^{2+}
6. In course of the systematic analysis separation of cations of the V and VI analytic groups (according to the acidbase classification) is carried out under the action of excess of:
 - A. Concentrated ammonia solution
 - B. Sodium hydroxide solution
 - C. Hydrochloric acid solution
 - D. Potassium hydroxide solution
 - E. Sulphuric acid solution
7. In a solution containing cations of copper (II) and zinc, the copper cations can be identified by means of the excess of the following reagent:
 - A. 6M ammonia solution
 - B. 2M sulfuric acid solution
 - C. 6M potassium hydroxide solution

- D. 2M hydrochloric acid solution
 - E. 2M solution of ammonium carbonate
8. The ability of reagent to ensure a stable analytical effect in the interaction with the analyzed substance is characterized by:
- A. Reaction sensitivity
 - B. Reaction selectivity
 - C. Reaction specificity
 - D. Reagent amount
 - E. –
9. While detecting Co^{2+} ions in presence of Fe^{3+} the following ions should be added to the solution in order to mask Fe^{3+} ions:
- A. Fluoride ions
 - B. Chloride ions
 - C. Bromide ions
 - D. Nitrite ions
 - E. Sulphate ions
10. What cation can be detected with Chugaiev's agent (Dimethylglyoxime)?
- A. Ni^{2+}
 - B. Ca^{2+}
 - C. K^{+}
 - D. Mn^{2+}
 - E. Co^{2+}
11. Potassium iodide solution has been added to the solution containing cations of the sixth analytical group (acid-base classification). It resulted in red precipitate soluble in excess of reagent. What cations are present in the solution?
- A. Mercury (II)
 - B. Nickel
 - C. Cobalt (II)
 - D. Bismuth
 - E. Cadmium
12. Cations Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} belong to the sixth group of cations. What is the group reagent for the sixth group of cations?
- A. Excess of NH_3
 - B. Solution of H_2SO_4
 - C. Solution of NaOH
 - D. Excess of KOH solution
 - E. Solution of HCl
13. An excess of concentrated ammonium hydroxide is a group reagent for the cations of the VI analytical group (acid-base classification), namely Co^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Hg^{2+} . As a result of this reaction the following substances are formed:
- A. Water-soluble ammonia complexes
 - B. Hydroxides of acid-soluble cations

- C. Stained water-insoluble compounds
 - D. Hydroxides of alkali-soluble cations
 - E. Hydroxides of the cations insoluble in the excess of ammonium hydroxide
14. In a qualitative analysis, when an excess of the group reagent (NH_3 solution) reacts with the cations of the sixth analytical group (Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+}), the following compounds are formed:
- A. Metal ammine complexes
 - B. Metal hydroxides
 - C. Basic metal salts
 - D. Aqua complexes of metals
 - E. Hydroxocomplexes of metals
15. What reagents are used to separate the cations of the IV analytical group from the cations of the V and VI analytical groups in the analysis of their composition?
- A. NaOH and H_2O_2
 - B. H_2SO_4
 - C. Dithizone
 - D. NH_4OH
 - E. Na_2S
16. To maintain a certain level of pH medium, the buffer solutions are used. Specify a composition of substances that DOES NOT EXHIBIT buffer properties:
- A. $\text{NaOH} + \text{NaCl}$
 - B. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$
 - C. $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
 - D. $\text{HCOOH} + \text{HCOONa}$
 - E. $\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$
17. What reagent is used to separate the cations of copper (II) and mercury from the other cations of the VI analytical group?
- A. Sodium thiosulfate
 - B. Sodium sulfate
 - C. Bromine water
 - D. Potassium sulfide
 - E. Excess of the concentrated ammonia solution
18. An excess of concentrated ammonium hydroxide is a group reagent for the cations of the VI analytical group (acidbase classification) Co^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Hg^{2+} . In this case the following substances are formed:
- A. Water-soluble ammonia complexes
 - B. Hydroxides of acid-soluble cations
 - C. Stained, water-insoluble compounds
 - D. Hydroxides of alkali-soluble cations
 - E. Hydroxides of the cations insoluble in the excess of ammonium hydroxide
19. The pH of 0,001 M of hydrochloric acid solution is:

- A. 3
- B. 0
- C. 10
- D. 7
- E. 5

20. Some medications are produced by hydrolysis of corresponding neutral salts. From the salts listed below, select the one that WILL NOT succumb to hydrolysis:

- A. Na_2SO_4
- B. NaHCO_3
- C. AlCl_3
- D. $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$
- E. Na_2SO_3

21. Specify two compounds that can be present in a solution at the same time:

- A. $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ and HCl
- B. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ and CO_2
- C. NaOH and P_2O_5
- D. CuSO_4 and BaCl_2
- E. AgNO_3 and HCl

22. Dimethyl glyoxime entered into reaction with a solution that contained cations of the IV analytical group (acid-base classification). The deposition turned crimson. What cation caused this analytical effect?

- A. Nickel cation (II)
- B. Mercury cation (II)
- C. Copper cation (II)
- D. Cadmium cation (II)
- E. Cobalt cation (II)

23. Груповим реактивом на катіони VI аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) є надлишок концентрованого розчину аміаку. При цьому спостерігається:

- A. утворення розчинних у воді аміачних комплексних сполук.
- B. утворення гідроксидів катіонів, розчинних в кислотах.
- C. утворення забарвлених, нерозчинних у воді сполук.
- D. утворення гідроксидів катіонів, розчинних у лугах.
- E. утворення гідроксидів катіонів, не розчинних в надлишку розчину аміаку.

24. При дії диметилгліоксиму на розчин, що містить катіони VI аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) спостерігали малинове забарвлення. Який катіон обумовив цей аналітичний ефект?

- A. Катіон Нікелю(II).
- B. Катіон Меркурію(II).
- C. Катіон Купруму.
- D. Катіон Кадмію.

- Е. Катіон Кобальту(II).
25. Які катіони 6 аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) знаходяться в розчині, якщо при додаванні розчину аміаку до аналізованого розчину спочатку спостерігається випадання блакитнувато-зеленого осаду, розчинного в надлишку реактиву з утворенням інтенсивно синього розчину?
- А. Катіони Купруму.
 - В. Катіони Нікелю.
 - С. Катіони Кобальту.
 - Д. Катіони Меркурію(II).
 - Е. Катіони Кадмію.
26. Які катіони VI аналітичної групи з розчином калію йодиду утворюють оранжево-червоний осад, розчинний у надлишку реагенту з утворенням безбарвного розчину?
- А. Катіони Меркурію(II).
 - В. Катіони Нікелю
 - С. Катіони Кобальту(II).
 - Д. Катіони Бісмуту
 - Е. Катіони Кадмію
27. У розчині, що містить катіони Купруму (II) і Цинку, катіони Купруму можна визначити дією надлишку реагенту:
- А. 6М розчину аміаку.
 - В. 2М розчину сульфатної кислоти.
 - С. 6М розчину калію гідроксиду.
 - Д. 2М розчину хлоридної кислоти.
 - Е. 2М розчину амонію карбонату.
28. До аналізованого розчину, що містить катіони шостої аналітичної групи (кисотно-основна класифікація), додали розчин калію йодиду. Випав червоний осад, розчинний в надлишку реагенту. Які катіони присутні в розчині?
- А. Катіони Меркурію (II).
 - В. Катіони Нікелю.
 - С. Катіони Кобальту(II).
 - Д. Катіони Вісмуту.
 - Е. Катіони Кадмію.
29. При додаванні до аналізованого розчину надлишку аміаку розчин забарвився в яскраво-синій колір. Це вказує на присутність у розчині:
- А. йонів Купруму
 - В. йонів Аргентуму
 - С. йонів Свинцю
 - Д. йонів Бісмуту



Заняття 6

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

Лабораторна робота « Ідентифікація катіонів у суміші».

Тестовий контроль (завдання з бази даних «Крок 1», в тому числі англійською мовою).

Письмова контрольна робота.

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?

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



6.1. Лабораторна робота

«Ідентифікація катіонів у суміші».

Аналізований розчин ділять на три частини. Одну частину використовують для попередніх випробувань, другу — для проведення систематичного аналізу, третю — залишають для контролю.

Аналізований розчин може бути забарвленим або безбарвним. За забарвленням розчину висловлюють припущення про наявність або відсутність катіонів, що мають характерне забарвлення. Якщо, наприклад, розчин прозорий і безбарвний, то можна передбачити, що він не містить катіони Cr^{3+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} .

У пробірку налити 2 – 3 краплі розчину, що аналізується, і стільки ж розчину Na_2CO_3 . Якщо осад не утворився, то роблять такий висновок: сіль містить тільки катіони першої аналітичної групи.

В окремій пробі розчину спочатку перевіряють наявність йонів амонію (додають розчин NaOH і нагрівають). Якщо немає йонів амонію, то відомими якісними реакціями перевіряють наявність йонів калію або натрію. Для досліду, що дав позитивний результат, записати йонне рівняння реакції. Проведення дослідження розчину закінчити, бо спрощена експериментальна задача містить лише один катіон.

Якщо при дії Na_2CO_3 утворювався осад, то у розчині є один з катіонів, що належить до II – VI аналітичних груп. Наступні дослідження розчину слід проводити у такій послідовності:

1) у чисту пробірку наливають 3 – 5 крапель розчину, що аналізується, і додають 1 – 2 краплі розчину HCl . Якщо утворюється осад, роблять висновок про наявність катіонів II аналітичної групи, Катіони визначають за допомогою відповідних аналітичних реакцій. Для досліду, що дав позитивний результат, записати йонне рівняння реакції. Проведення дослідження розчину закінчити, бо спрощена експериментальна задача містить лише один катіон.

2) якщо попередні проби показали відсутність у розчині катіонів I та II аналітичних груп, то проводять групову реакцію на катіони III аналітичної групи. Для цього до 3 – 5 крапель розчину, що аналізується, додають стільки ж крапель розчину сульфатної кислоти і етилового спирту. Утворення осаду вказує на присутність катіонів III аналітичної групи, які визначають за допомогою відповідних аналітичних реакцій. Для досліду, що дав

позитивний результат, записати йонне рівняння реакції. Проведення дослідження розчину закінчити, бо спрощена експериментальна задача містить лише один катіон.

3) якщо попередні досліди дали негативний результат, то у пробірку наливають 3 – 5 крапель розчину, що аналізується, додають по краплях при перемішуванні розчин NaOH. Якщо спочатку утворюється осад, який розчиняється у надлишку NaOH, роблять висновок про наявність катіонів IV аналітичної групи. Після цього визначають за допомогою відповідних аналітичних реакцій можливий катіон IV аналітичної групи. Для досліду, що дав позитивний результат, записати йонне рівняння реакції. Проведення дослідження розчину закінчити, бо спрощена експериментальна задача містить лише один катіон.

4) якщо у надлишку NaOH осад не розчиняється, роблять висновок про наявність катіонів V чи VI аналітичної групи. Тоді в окремій пробірці перевіряють дію розчину аміаку на розчин солі. Якщо у надлишку NH_3 осад розчиняється, то він містить катіони VI групи катіонів. За допомогою відповідних аналітичних реакцій визначають можливий катіон VI аналітичної групи. Для досліду, що дав позитивний результат, записати йонне рівняння реакції. Проведення дослідження розчину закінчити, бо спрощена експериментальна задача містить лише один катіон.

5) якщо у надлишку NH_3 осад не розчиняється, то розчин містить катіони V групи катіонів. Після цього в окремих порціях розчину, що аналізується, визначають за допомогою відповідних аналітичних реакцій можливий катіон V аналітичної групи. Для досліду, що дав позитивний результат, записати йонне рівняння реакції.

Результат аналітичних досліджень

Досліджуваний розчин містить катіони _____



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

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

1. What cations relate to the I analytic group according to the acid-base classification?

- A. Sodium, potassium, ammonium
- B. Calcium, strontium, barium
- C. Silver, lead, nickel
- D. Aluminium, magnesium, zinc
- E. Potassium, barium, bismuth

2. Burner's flame colors carminered in the presence of salts of an unknown cation. Name this cation:

- A. Strontium
- B. Ammonium
- C. Sodium

D. Potassium

E. Iron

3. In the qualitative analysis that involves precipitation of sulfates of the third analytical group cations (Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}) the solubility of sulfates can be reduced by adding:

A. Ethyl alcohol

B. Distilled water

C. Benzene

D. Chloroform

E. Amyl alcohol

4. During identification of an unknown salt the colorless part of the burner flame turned yellow and green. What cation was the salt formed by?

A. Ba^{2+}

B. Ca^{2+}

C. Sr^{2+}

D. Na^{+}

E. K^{+}

5. Solution of potassium chromate was added to a solution under examination. As a result of it some yellow deposition settled down. This deposition cannot be dissolved in acetic acid. This means that the solution under examination contains cations of:

A. Barium

B. Calcium

C. Sodium

D. Cobalt

E. Magnesium

6. What cation of the 4th analytical group is present in a solution, if it is known that the reaction with a group reagent causes formation of yellow precipitate?

A. Cr^{3+}

B. Zn^{2+}

C. Sn^{2+}

D. Al^{3+}

E. Sn(IV)

7. Sodium hydroxide was added to a solution. Precipitation occurred. The precipitate was initially white and became brown later. It indicates the presence of the following in the solution:

A. Manganese (II) cations

B. Lead (II) cations

C. Potassium cations

D. Calcium cations

E. Barium cations

8. After a solution had been heated with $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ in presence of AgNO_3 , it turned crimson. What ions were present in the solution?

A. Mn^{2+}

- B. Fe^{3+}
- C. Fe^{2+}
- D. Co^{2+}
- E. Cu^{2+}

9. A solution containing the cations of the V analytic group (acid-base classification) has been taken for the analysis. The solution of sodium hydroxostannite has been added to the composition which resulted in formation of black deposition. This is the evidence of presence of the following cation:

- A. Bi^{3+}
- B. Fe^{2+}
- C. Sb^{3+}
- D. Fe^{3+}
- E. Mg^{2+}

10. Excess of ammonia was added to a solution under examination. The solution turned bright blue. This indicates presence of the following ions:

- A. Copper
- B. Silver
- C. Lead
- D. Bismuth
- E. Mercury (II)

11. 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 аміаку.

12. 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

13. 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.

14. 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)

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

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

16. В якісному аналізі за певних умов специфічним реагентом на катіони Zn^{2+} є розчин $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, утворюється білий осад складу:

- A. $\text{K}_2\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$
- B. $\text{K}_2\text{Na}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- C. $\text{CuZn}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- D. $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- E. $\text{Zn}(\text{SCN})_2$

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

- A. натрій гексагідроксохромат(III)
- B. хром (III) оксид
- C. хром (III) гідроксид
- D. хром (II) гідроксид
- E. хром(II) оксид

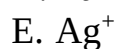
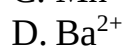
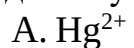
18. До досліджуваного розчину додали концентрованої нітратної кислоти, кристалічний плюмбум(IV) оксид і нагріли. Розчин набув малинового кольору, На присутність яких йонів вказує цей аналітичний ефект:

- A. йонів Мангану(II)
- B. йонів Бісмуту(III)
- C. йонів Феруму(III)
- D. йонів Хрому(III)
- E. йонів Стануму(II)

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

- A. Феруму(III).
- B. Меркурію (II).
- C. Аргентуму.
- D. Меркурію (I).
- E. Магнію.

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



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

A. Розчину лугу;

B. Розчину гідроген пероксиду в кислому середовищі;

C. Розчину аргентум нітрату;

D. Розчину гідроген пероксиду в аміачному середовищі;

E. Розчину хлоридної кислоти;

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

A. Купруму

B. Нікелю

C. Кобальту

D. Меркурію (II)

E. Кадмію (II)

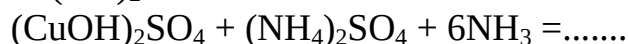
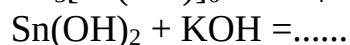
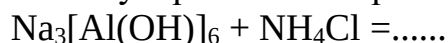


7.3. Письмова контрольна робота

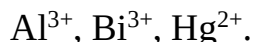
Зразок білета письмової контрольної роботи

1. Теоретичне питання.

2. Написати молекулярні та йонні рівняння таких реакцій:



3. Ситуаційна задача. В якій послідовності та якими реакціями можна визначити йони в такій суміші катіонів:



4. Розрахункова задача. Скільки грамів розчину глюкози з масовою часткою 5% треба додати до 200г розчину глюкози з масовою часткою 40%, щоб одержати розчин з масовою часткою глюкози 20%?



Заняття 7.

Групові реагенти в аналізі аніонів. Загальна

характеристика аніонів.

Аналітичні реакції аніонів I та II аналітичних груп, Лабораторна робота «Реакції аніонів I аналітичної групи». Лабораторна робота «Реакції аніонів II аналітичної групи». Розбір тестових завдань з бази даних «Крок 1»

7.1. Групові реагенти в аналізі аніонів.

Найбільш поширеними в аналізі аніонів є такі групові реагенти: барій нітрат або барій хлорид і підкислений нітратною кислотою розчин аргентум нітрату. За здатністю утворювати нерозчинні солі Барію та Аргентуму аніони поділяють на три аналітичні групи:

☞ **Перша аналітична група аніонів** — солі Барію цих аніонів у воді не розчиняються: SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, IO_4^- , IO_3^- , AsO_4^{3-} , AsO_3^{3-} , F^- , CrO_4^{2-} і $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, а також деякі аніони органічних кислот: тартрат-аніони $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$, цитрат-аніони $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$.

☞ **Друга аналітична група аніонів** — солі Аргентуму не розчиняються у воді та нітратній кислоті. Це такі аніони; Cl^- , Br^- , I^- , SCN^- , CN^- , $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ (бензоат-аніон). Аніони першої групи також дають нерозчинні у воді солі Аргентуму, але ці солі розчинні в нітратній кислоті. Тому для другої групи аніонів груповим реагентом розчин AgNO_3 , підкислений нітратною кислотою, бо у присутності HNO_3 осадження аніонів першої групи не відбувається.

☞ **Третя аналітична група аніонів** — солі Барію і Аргентуму розчинні у воді. До третьої групи аніонів належать; NO_3^- , NO_2^- , CH_3COO^- , BrO_3^- , ClO_4^- , саліцилат-аніони. Загального групового реагенту ці аніони не мають. Аніони третьої групи у розчині безбарвні.

Більшість аніонів ідентифікують дробним методом, не виділяючи окремо кожен аналітичну групу аніонів. Групові реагенти застосовують тільки для виявленні груп аніонів. Проба з груповим реагентом позбавляє від необхідності у випадку негативної реакції шукати в розчині аніони відповідної групи.

7.2. Загальна характеристика аніонів

Аніони утворюють в основному неметали B, C, Si, N, P, As, Sb, S, Se, Te, F, Cl, Br, I, а також деякі *d*-елементи (V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn тощо). Високу здатність до утворення аніонів мають *p*-елементи, розташовані у верхньому правому кутку таблиці Д. І. 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.

Аніони можна класифікувати за різними ознаками, наприклад:

1. За окисно-відновними властивостями аніони поділяють на:

☀ а) аніони-окисники, що проявляють окиснювальні властивості, (у таких аніонах елемент має вищий ступінь окиснення: CrO_4^{2-} , ClO_4^- , NO_3^- тощо);

☀ б) аніони-відновники, що проявляють відновні властивості, (вони найчастіше містять хімічний елемент з мінімальним ступенем окислення: Cl^- , Br^- , S^{2-});

☀ с) нейтральні аніони, що не виявляють ні окисних, ні відновних властивостей, наприклад CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} . Але йони SO_4^{2-} у складі концентрованої сульфатної кислоти можуть проявляти властивості окисника.

Деякі аніони (SO_3^{2-} , NO_2^-) можуть проявляти як відновні, так і окисні властивості у залежності від умов проведення реакцій.

У практиці якісного аналізу класифікація аніонів за окисно-відновними властивостями майже не використовується.

Використовують у практиці якісного аналізу наступну класифікацію аніонів на три аналітичні групи.

2. За здатністю утворювати нерозчинні солі Барію та Аргентуму аніони поділяють на три аналітичні групи.



7.3. Лабораторна робота

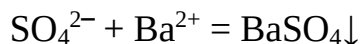
Реакції аніонів першої аналітичної групи

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:

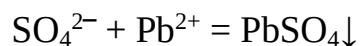


Написати молекулярне рівняння реакції

Дослід 2. У пробірку налити 1 – 2 краплі солі, що містить йони SO_4^{2-} , додати 1 – 2 краплі $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

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: _____

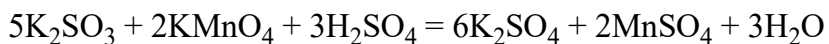
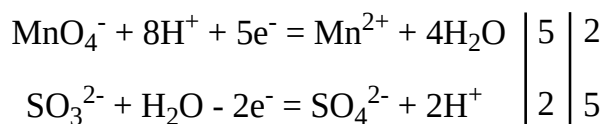
Йонне рівняння реакції:



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:

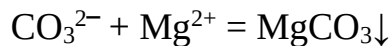
(Пояснення: розчин KMnO_4 має червоно-фіолетове забарвлення, а розбавлений розчин продуктів реакції – безбарвний)

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:

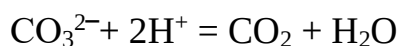
Перевірити розчинність осаду при додаванні HCl .

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 .

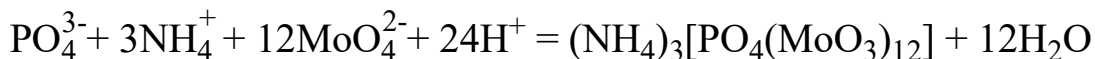
Йонне рівняння:



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 осадку 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:

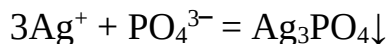


Написати йонне рівняння реакції:

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

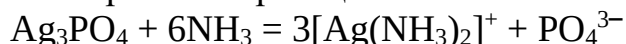
Спостереження:

Йонне рівняння реакції:



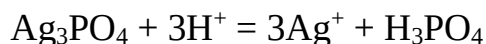
Написати молекулярне рівняння реакції

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:

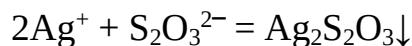


Написати йонні рівняння:

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

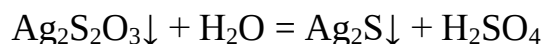
Який колір має утворений осад на початку? _____

Йонне рівняння реакції:

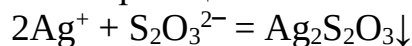


Написати молекулярне рівняння реакції

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

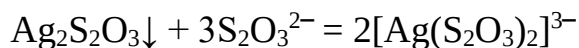


Дослід 3. У пробірку додати 1 краплю розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, додати 1 – 2 краплі розчину AgNO_3 . Йонне рівняння реакції:



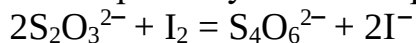
Написати молекулярне рівняння реакції

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:



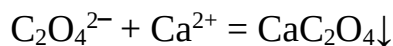
Написати молекулярне рівняння реакції:

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

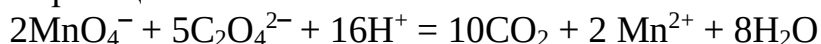
Дослід 2. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, додати 3 – 5 крапель розчину H_2SO_4 і 1 краплю розчину KMnO_4 . Звернути увагу на те, що без нагрівання реакція практично не проходить, рожеве забарвлення KMnO_4 не зникає.

Спостереження: _____

Розчин підігріти.

Що спостерігається? _____

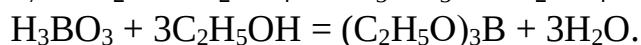
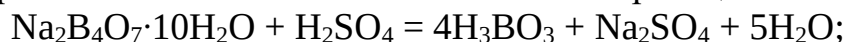
Йонне рівняння реакції:



Написати молекулярне рівняння реакції

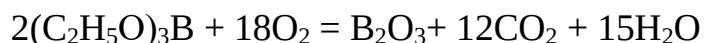
Реакції борат-аніонів

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:

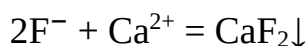


Реакції фторид-аніонів

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

Спостереження: _____

Йонне рівняння реакції:

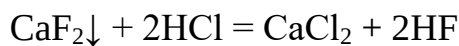


Написати молекулярне рівняння реакції

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

Спостереження: _____

Рівняння реакції:



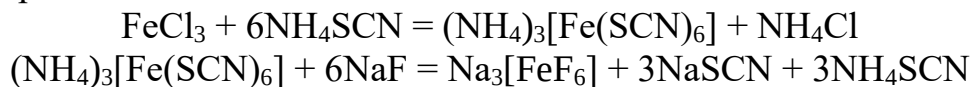
Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

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.



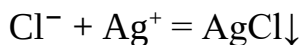
7.4. Лабораторна робота «Реакції аніонів II аналітичної групи»

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:

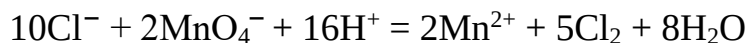


Написати молекулярне рівняння реакції

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 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$.

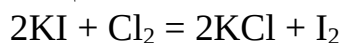
Написати рівняння реакції взаємодії AgCl з NH_3

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:

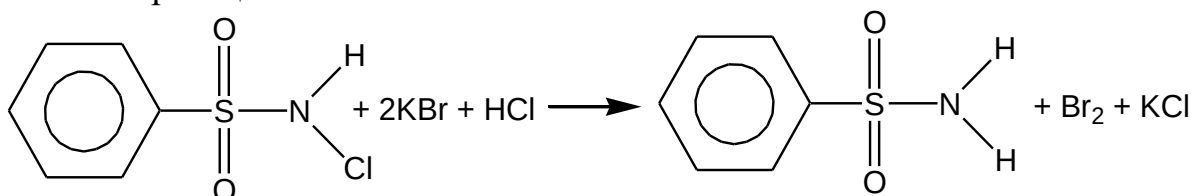


Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

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:

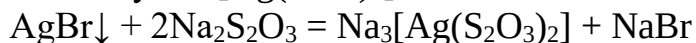


До суміші додати 5 – 10 крапель органічного розчинника, збовтати суміш. Спостерігати появу жовто-бурого забарвлення органічного розчинника. Пояснити цей ефект:

Дослід 2. У пробірку налити 5 – 10 крапель розчину KBr, додати 2 – 3 краплі розчину AgNO₃.

Яке забарвлення має осад, що утворився? _____

Суміш поділити на дві пробірки. В одній пробірці перевірити розчинність осаду в NH₃, а в другій – в Na₂S₂O₃. Впевнитись у тому, що осад погано розчиняється в NH₃ і добре розчиняється у Na₂S₂O₃ з утворенням тіосульфатного комплексу Na₃[Ag(S₂O₃)₂].

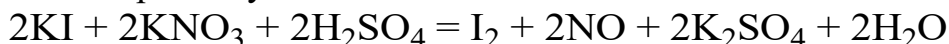


Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

Висновок: _____.

Реакції аніонів I⁻

Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину KI, додати 5 – 10 крапель KNO₂ і стільки ж розчину H₂SO₄.



Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

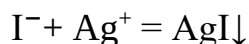
Розчин у пробірці перемішати і додати 5 – 10 крапель органічного розчинника. Суміш збовтати. Спостерігати появу червоно-фіолетового забарвлення органічного розчинника.

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:



Заняття 8.

Лабораторна робота «Реакції аніонів III аналітичної групи. Якісні реакції аніонів органічних кислот». Розв'язання розрахункових та ситуаційних задач.

**Розбір тестових завдань з бази даних «Крок 1», в
тому числі англійською мовою.
Письмова контрольна робота.**

Питання для теоретичної підготовки

1. Загальна хіміко-аналітична характеристика аніонів 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 окисники й відновники, що входять до складу другої і третьої аналітичних груп.
4. Який аніон, що входить у третю аналітичну групу, не проявляє окисно-відновних властивостей?
5. Назвіть аніони легких кислот, що входять у третю аналітичні групи.
6. Чи можуть одночасно перебувати в розчині наступні пари йонів: S^{2-} і MnO_4^- ; NO_2^- і NO_3^- ?
7. Чи можуть одночасно перебувати в розчині наступні пари йонів: MnO_4^- і Cl^- ; Br^- і CH_3COO^- ?
8. Які аніони третьої аналітичної групи при дії мінеральних кислот дають легкі сполуки?
9. Напишіть рівняння реакції виявлення йонів CH_3COO^- .
10. Напишіть рівняння реакцій виявлення йонів NO_2^- і NO_3^- .
11. Як виявити нітрат-іони у присутності нітрит-іонів і навпаки?
12. Якими реакціями відкривають тартрат-іони?
13. Якими реакціями відкривають цитрат-іони?
14. Якими реакціями відкривають бензоат-іони?
15. Якими реакціями відкривають саліцилат-іони?

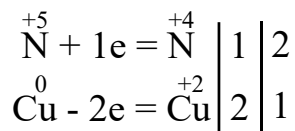
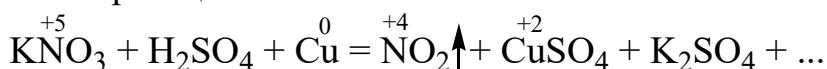


**8.1. Лабораторна робота «Реакції аніонів III
аналітичної групи. Якісні реакції аніонів органічних
кислот».**

Реакції аніонів NO_3^-

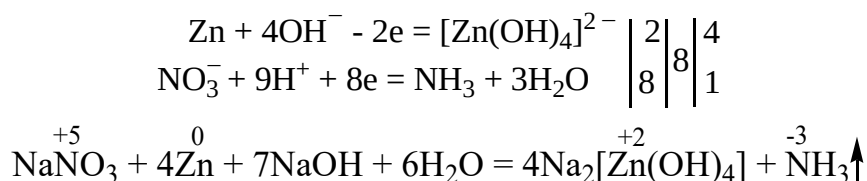
Дослід 1. У пробірку налити 2 – 3 краплі розчину KNO_3 , додати 5 – 10 крапель концентрованої H_2SO_4 . У суміш занурити мідну дротину. Обережно нагріти пробірку. Яке забарвлення має газ, що утворюються?

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 .

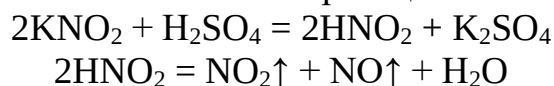
Спостереження: _____

Реакції аніонів NO_2^-

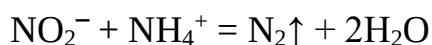
Дослід 1. У пробірку налити 3 – 5 крапель розчину KNO_2 , додати стільки ж розчину H_2SO_4 . Нагріти.

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:



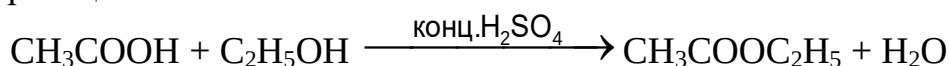
Написати молекулярне рівняння реакції:



8.2. Якісні реакції аніонів органічних кислот

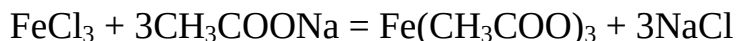
Реакції ацетат-аніонів (солі оцтової кислоти)

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? _____



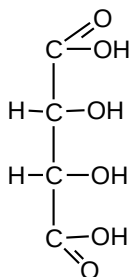
Розчин нагріти до кипіння. Звернути увагу на утворення пластівчастого осаду основного ферум(III) ацетату. Рівняння реакції:



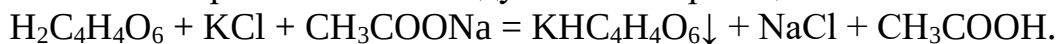
Який колір має осад? _____

Реакції тартрат-аніонів (солі винної кислоти)

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



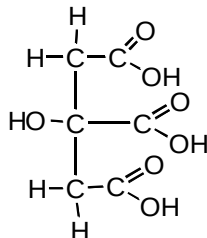
Дослід 1. До 1мл розчину винної (тартратної) кислоти додати 1 – 2 кристали калій хлориду, 3 – 5 крапель етилового спирту і 1 – 2 краплі розчину натрій ацетату CH_3COONa (для створення оптимального середовища). Охолодити пробірку під краном і потерти скляною паличкою. Звернути увагу на утворення білого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



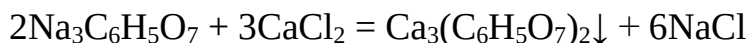
Написати повне та скорочене йонні рівняння цієї реакції:

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:

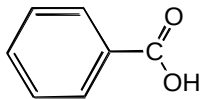


Утворюється білий осад кальцій цитрату $\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$.

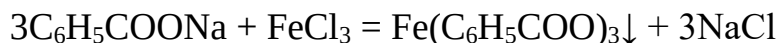
Отже, для цитрат-аніонів нерозчинна сіль кальцію утворюється після кип'ятіння.

Реакції бензоат-аніонів (солей бензойної кислоти)

Бензоат-аніони — це кислотні залишки бензойної кислоти C_6H_5COOH :

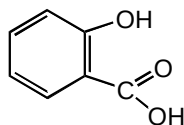


Дослід 1. До 3 – 5 крапель розчину натрій бензоату додати стільки ж розчину ферум(III) хлориду. Звернути увагу на утворення осаду рожево-жовтого кольору.

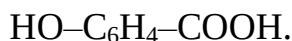


Реакції саліцилат-аніонів (солей саліцилової кислоти)

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: _____



8.3. Розв'язання розрахункових та ситуаційних задач.

1. Скільки грамів розчину глюкози з масовою часткою 1% треба додати до 400г розчину глюкози з масовою часткою 20%, щоб одержати розчин з масовою часткою глюкози 10%?

2. До 250г розчину гідроксиду натрію з масовою часткою 40% додали 450г води. Визначити масову частку NaOH в одержаному розчині.

3. Є розчин сульфату міді з масовою часткою 10%. Скільки грамів цього розчину і скільки грамів води потрібно змішати, щоб одержати 100г розчину з масовою часткою сульфату міді 2%?

4. Визначити масу гідроксиду натрію і масу розчину з масовою часткою гідроксиду натрію 8%, необхідні для приготування 100г розчину з масовою часткою гідроксиду натрію 40 %?

5. 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^- ;



8.4. Тестові завдання з бази даних «Крок 1»

1. Choose reagents for detection of nitrite ions in presence of nitrate ions contained in a pharmaceutical under examination:
 - A. Antipyrin and chlorohydrogen acid (diluted)
 - B. Iron (II) sulfate (diluted) and potassium iodide
 - C. Iron (III) sulfate (concentrated) and potassium bromide
 - D. Iron (II) chloride
 - E. Iron (III) chloride
2. A solution under examination was added to the solution of FeSO_4 in presence of concentrated H_2SO_4 . Generation of a brown ring indicates presence of:
 - A. Nitrate ions
 - B. Acetate ions
 - C. Carbonate ions
 - D. Oxalate ions
 - E. Phosphate ions
3. Solution of potassium iodide was added to the solution acidated with sulfate acid that contained anions of the third analytical group. Release of free iodine is observed. What anion are present in the solution?
 - A. Nitrite ion
 - B. Carbonate ion
 - C. Sulfate ion
 - D. Bromide ions

- E. Acetate ions
4. Nitrite ions in presence of nitrate ions can be detected with:
- A. Crystalline antipyrine in presence of diluted HCl
 - B. Crystalline sodium thiosulfate
 - C. Dimethylglyoxime
 - D. Crystalline iron (III) sulfate
 - E. Diphenylcarbazone
5. In a chemical analytical laboratory a chemist investigates a solution of anion mixture. When antipyrin solution is added it colors emerald-green. This analytical effect signifies presence of the following anions:
- A. Nitrite
 - B. Nitrate
 - C. Acetate
 - D. Tartrate
 - E. Citrate
6. Nitrite ions in presence of nitrate ions can be detected by means of:
- A. Crystalline antipyrine in presence of dilute HCl
 - B. Crystalline sodium thiosulfate
 - C. Dimethylglyoxime
 - D. Crystalline iron (III) sulfate
 - E. Diphenylcarbazone
7. What anions form brown ring with iron (II) salts in the presence of concentrated sulfuric acid?
- A. Nitrate ions
 - B. Acetate ions
 - C. Bromate ions
 - D. Citrate ions
 - E. Thiocyanate ions
8. In a chemico-analytical laboratory a dispensing chemist studies the solution of anion mixture. When antipyrin solution is added to the solution, it becomes emeraldgreen in colour. This analytical effect signifies presence of the following anions:
- A. Nitrite
 - B. Nitrate
 - C. Acetate
 - D. Tartrate
 - E. Citrate
9. In the chemico-analytical laboratory the dispensing chemist studies solution of anion mixture. When antipyrin solution is added it becomes emerald-

green colored. This analytical effect signifies presence of the following anions:

- A. Nitrite
- B. Nitrate
- C. Acetate
- D. Tartrate
- E. Citrate

10. Identical analytical effect is observed when NO_3^- and NO_2^- ions interact with:

- A. Diphenylamine and concentrated H_2SO_4
- B. Solution of KMnO_4
- C. Solution of I_2 y KI
- D. Solution of AgNO_3
- E. Solution of BaCl_2

11. Nitrite ions in presence of nitrate ions can be detected by means of:

- A. Crystalline antipyrine in presence of dilute HCl
- B. Crystalline sodium thiosulfate
- C. Dimethylglyoxime
- D. Crystalline iron (III) sulfate
- E. Diphenylcarbazone

12. The pH of 0,001 M of hydrochloric acid solution is:

- A. 3
- B. 0
- C. 10
- D. 7
- E. 5

13. For determination of nitrate ions diphenylamine was added to the solution under examination. The following changes were observed:

- A. Generation of blue solution
- B. Generation of yellow deposition
- C. Generation of blue deposition
- D. Generation of brown gas
- E. Emergence of a typical smell

14. A solution under examination was added to the solution of FeSO_4 in presence of concentrated H_2SO_4 . Formation of a brown ring indicates presence of:

- A. Nitrate ions
- B. Acetate ions
- C. Carbonate ions

- D. Oxalate ions
E. Phosphate ions
15. Qualitative determination of the following compound is accompanied by blue stain of the ether layer:
- A. H_2O_2
B. Cl_2
C. Na_2HPO_4
D. MnSO_4
E. FeSO_4
16. For determination of nitrate ions diphenylamine was added to the solution under examination. The following changes were observed:
- A. Generation of blue solution
B. Generation of yellow deposition
C. Generation of blue deposition
D. Generation of brown gas
E. Emergence of a typical smell
17. Фармакопейною реакцією визначення бензоат-іонів є взаємодія з:
- розчином ферум(III) хлориду
розчином калій хлориду
розчином резорцину
розчином ацетатного ангідриду
розчином дифеніламіну
18. При аналізі фармпрепарату виявили аніони третьої аналітичної групи. Вкажіть реагенти для проведення реакції „бурого кільця”
- Ферум(II) сульфат (кристалічний) та сульфатна кислота (конц.)
Ферум(II) сульфат (розчин) та сульфатна кислота (розведена)
Ферум(II) сульфат (розчин) та сульфатна кислота (конц.)
Ферум(III) сульфат (розчин) та сульфатна кислота (розведена)
Ферум(III) сульфат (розчин) та сульфатна кислота (конц.)
19. Чому аніони третьої аналітичної групи аніонів не мають групового реагенту?
- Бо з більшістю катіонів утворюють розчинні у воді солі
Бо мають великі іонні радіуси
Бо мають близькі іонні радіуси
Бо мають здатність утворювати розчинні кислоти
Бо належать до токсичних елементів

20. Однаковий аналітичний ефект спостерігають при взаємодії нітрат- і нітрит-іонів з:

дифеніламіном і концентрованою сульфатною кислотою
калій перманганатом
розчином йоду в калій йодиді
розчином аргентум нітрату
розчином барій хлориду

21. При виявленні аніонів у розчині дробним методом провели реакцію з антипірином у середовищі сульфатної кислоти. З'явилося смарагдово-зелене забарвлення розчину. Який аніон обумовив цей аналітичний ефект?

Нітрит-іон
Хромат-іон
Нітрат-іон
Бромід-іон
Йодид-іон

22. Для визначення нітрат-аніонів до досліджуваного розчину додали сірчаноокислий розчин дифеніламіну. Який аналітичний ефект при цьому спостерігається ?

Розчин забарвлюється у синій колір
Утворюється осад жовтого кольору
Утворюється осад синього кольору
Виділяється бурий газ
З'являється характерний запах

23. До підкисленого сульфатною кислотою розчину, що містить аніон третьої аналітичної групи, додали розчин калі йодиду. Спостерігається виділення вільного йоду. Який аніон присутній в розчині ?

Нітрит-іон
Нітрат-іон
Сульфід-іон
Бромід-іон
Арсенід-іон

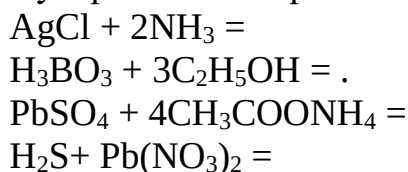


8.5. Зразок білета контрольної роботи

1. Теоретичне питання

2. Ситуаційна задача: Запропонувати схему аналізу та написати рівняння відповідних рівнянь реакцій для таких сумішей аніонів:
 CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , Cl^- , I^- ;

3. Написати молекулярні та йонні рівняння таких реакцій:



4. Скласти рівняння окисно-відновної реакції між $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ і $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, використовуючи такі півреакції:



5. Розрахункова задача на приготування розчину з потрібною концентрацією за «Правилом хреста»



ЗАНЯТТЯ 9.

Систематичний аналіз сполуки невідомого складу.

Аналіз сухої солі.

Визначення катіонів

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-} ?



9.1. 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.

9.1.1. 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.



9.2. 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:

Для 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

Для 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, які визначають за допомогою відповідних характерних реакцій.



ЗАНЯТТЯ 10. Аналіз сполуки невідомого складу.

Визначення аніонів.

Контроль засвоєння змістового модуля «Якісний аналіз». Тестовий контроль

10.1. 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.



10.1.1. 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.



10.2. Результати проведеного аналізу

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

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:



10.3. Контроль засвоєння змістового модуля «Якісний аналіз».

Перелік питань

1. Сутність якісного хімічного аналізу.
2. Класифікація методів якісного аналізу (дрібний і систематичний).
3. Аналітичні властивості речовин та аналітичні реакції.
4. Вимоги до аналітичних реакцій. Аналітичні ефекти.
5. Групові та специфічні реагенти.
6. Характерні реакції.
7. Характеристика чутливості аналітичних реакцій (граничне розведення, гранична концентрація, мінімальний об'єм гранично розведеного розчину, межа виявлення).
8. Аналітичні класифікації катіонів: сульфідна, аміачно-фосфатна та кислотно-основна.
9. Групові реагенти, вимоги до них, роль групових реагентів при аналізі суміші катіонів.
10. Гетерогенні рівноваги в системі осад – насичений розчин малорозчинних електролітів, їх роль в аналітичній хімії. Добуток розчинності, його зв'язок з розчинністю.

11.Переведення одних малорозчинних електролітів в інші. Наведіть приклади з якісного аналізу катіонів.

12.Умови утворення осадів (надлишок осаджувача, рН, сольовий ефект).

13. Окисно-відновні рівноваги, їх роль в аналітичній хімії.

14.Приклади застосування окисно-відновних реакцій для визначення катіонів та аніонів.

15.Застосування реакцій комплексоутворення з неорганічними лігандами в якісному аналізі для відділення, визначення, маскуваня йонів. Навести приклади.

16.Внутрішньокмплексні сполуки (ВКС) катіонів з органічними реагентами. Функціонально-аналітичні й аналітико-активні групи в органічних реагентах.

17.Екстракція. Принцип методу рідинної екстракції.

18.Хіміко-аналітична характеристика катіонів I аналітичної групи. Аналітичні реакції катіонів I аналітичної групи. Аналіз суміші катіонів I аналітичної групи.

19.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+} .

20.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+} .

21.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) .

22.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) .

23.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+} .

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

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

26.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.

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

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

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



10.4. Тестові питання з бази даних «КРОК 1»

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

1. The solid residue obtained after evaporation of the sample solution makes the colorless flame of burner turn yellow, and when watched through a blue glass, it looks purple. What cations are present in the solid residue?

- A. Na^+ , K^+
- B. Ca^{2+} , K^+
- C. Na^+ , Sr^{2+}
- D. Li^+ , Ba^{2+}
- E. Na^+ , Ca^{2+}

2. What cations relate to the I analytic group according to the acid-base classification?

- A. Sodium, potassium, ammonium
- B. Calcium, strontium, barium
- C. Silver, lead, nickel
- D. Aluminium, magnesium, zinc
- E. Potassium, barium, bismuth

3. What analytical effect is observed when potassium cation is being determined by the sodium hexanitrocobaltate (III) solution?

- A. Yellow crystalline precipitate
- B. White crystalline precipitate
- C. Yellow colouring of the solution
- D. Black crystalline precipitate
- E. Red crystalline precipitate

4. What anion of the 2nd analytic group produces black precipitate with the group reagent AgNO_3 ?

- A. S^{2-}
- B. I^-
- C. Cl^-
- D. Br^-
- E. NCS^-

5. What reagent is used to separate AgCl precipitate from AgI precipitate?

- A. Aqueous solution of ammonia
- B. Concentrated nitric acid
- C. Diluted nitric acid
- D. Concentrated solution of potassium chloride
- E. Sulfuric acid solution

6. Adding of a diluted solution of chlorohydrogen acid to a solution under examination resulted in formation of white caseous sediment. It is the evidence of presence of the following ions:

- A. Silver
- B. Ammonium

- C. Iron (II)
- D. Barium
- E. Iodine

7. What saturated heated solution is used for transformation of sulphates BaSO_4 , SrSO_4 , CaSO_4 to carbonates during the systematic analysis?

- A. Na_2CO_3
- B. CaCO_3
- C. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
- D. MgCO_3
- E. CO_2

8. What cation of the 4th analytical group is present in a solution, if it is known that the reaction with a group reagent causes formation of green precipitate?

- A. Cr^{3+}
- B. Zn^{2+}
- C. Sn^{2+}
- D. Al^{3+}
- E. Sn(IV)

9. Sodium hydroxide was added to a solution. Precipitation occurred. The precipitate was initially white and became brown later. It indicates the presence of the following in the solution:

- A. Manganese (II) cations
- B. Lead (II) cations
- C. Potassium cations
- D. Calcium cations
- E. Barium cations

10. A solution containing the cations of the V analytic group (acid-base classification) has been taken for the analysis. The solution of sodium hydroxostannite has been added to the composition which resulted in formation of black deposition. This is the evidence of presence of the following cation:

- A. Bi^{3+}
- B. Fe^{2+}
- C. Sb^{3+}
- D. Fe^{3+}
- E. Mg^{2+}

11. At a chemical analytical laboratory, a technician examines a solution of the VI analytical group cations. After the addition of ammonium thiocyanate and amyl alcohol, the organic layer turned blue. What cation is present in the solution?

- A. Co^{2+}
- B. Ni^{2+}
- C. Cu^{2+}
- D. Hg^{2+}
- E. Cd^{2+}

12. Silver nitrate solution has been added to the solution containing anions of the first analytical group. It resulted in yellow precipitate. That means the following are present in the solution:

- A. Arsenite ions
- B. Arsenate ions
- C. Sulphate ions
- D. Iodide ions
- E. Bromide ions

13. In order to determine CO_2 in air the following substance can be applied: A. Water solution $\text{Ca}(\text{OH})_2$

- B. Water solution NaOH
- C. CaO
- D. $\text{Fe}(\text{OH})_2$
- E. Crystalline NaOH

14. Solution under analysis received chloroform and, drop by drop, chlorine water. Chloroform layer colored orange, which indicates the presence of:

- A. Bromide ions
- B. Iodide ions
- C. Sulfite ions
- D. Sulfate ions
- E. Nitrate ions

15. What anion of the 2nd analytic group produces black precipitate with group reagent AgNO_3 ?

- A. S^{2-}
- B. I^-
- C. Cl^-
- D. Br^-
- E. NCS^-

16. A solution under examination was added to the solution of FeSO_4 in presence of concentrated H_2SO_4 . Generation of a brown ring indicates presence of:

- A. Nitrate ions
- B. Acetate ions
- C. Carbonate ions
- D. Oxalate ions
- E. Phosphate ions

17. What anions form brown ring with iron (II) salts in the presence of concentrated sulfuric acid?

- A. Nitrate ions
- B. Acetate ions
- C. Bromate ions
- D. Citrate ions
- E. Thiocyanate ions

18. To detect anions in a solution by fractional method a reaction with iron (III) chloride was performed in acid medium. The solution coloured red-violet. What anion is the cause of such analytical effect?

- A. Salicylate
- B. Chloride
- C. Nitrate
- D. Bromate
- E. Phosphate



Рекомендована навчально-методична література

1. Н.К. Федущак, Ю.І. Бідниченко, С.Ю. Крамаренко та ін. Аналітична хімія: Вінниця: Нова Книга, 2012. — 640 с.
2. Т.Д. Рева, В.Л. Сліпчук, Г.М. Зайцева та ін. Аналітична хімія. Практикум. Вінниця : Нова Книга, 2012. — 352с.
3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2-х кн. Кн.1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. М: Высш. шк., 2001.-504 с.
4. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия: В 2 кн. Кн. 1 — М.: Химия, 1990.-846 с.
5. Алексеев В.Н. Курс качественного химического полумикроанализа. — М: Химия. 1973.
6. Практикум по аналитической химии / Под ред. В.Д. Пономарева, Л.И. Ивановой. — М.: Высшая школа, 1983.-288 с.
7. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. — М.: Химия, 1989. -448 с.
8. Державна Фармакопея України. Всі випуски



ЗМІСТ

ЗАНЯТТЯ 1	2
<u>Правила роботи і безпеки в хіміко-аналітичній лабораторії. Введення в якісний аналіз. Засвоєння методик виконання реакцій в якісному аналізі на прикладі виконання лабораторної роботи «Аналітичні реакції катіонів I аналітичної групи». Якісні реакції катіонів I аналітичної групи (K^+, Na^+, NH_4^+), умови їх виконання.</u>	
<u>1.1. Правила роботи і техніка безпеки в хіміко-аналітичній лабораторії.</u>	3
<u>1.2. Введення в якісний аналіз.</u>	4
<u>1.3. Засвоєння методик виконання реакцій в якісному аналізі на прикладі виконання лабораторної роботи «Аналітичні реакції катіонів I аналітичної групи».</u>	5
ЗАНЯТТЯ 2	7
<u>Якісні реакції катіонів II аналітичної групи (Ag^+, Hg_2^{2+}, Pb^{2+}) та III аналітичної групи (Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}). Лабораторні роботи «Аналітичні реакції катіонів II аналітичної групи» та «Аналітичні реакції катіонів III аналітичної групи». Розв'язання розрахункових задач на способи приготування розчинів. Розбір тестових завдань з бази даних «Крок 1», в тому числі англійською мовою.</u>	
<u>2.1. Лабораторна робота</u>	8
<u>2.1.1. Якісні реакції катіонів II аналітичної групи</u>	8
<u>2.1.2. Якісні реакції катіонів III аналітичної групи</u>	10
<u>2.2. Розв'язання розрахункових задач на способи приготування розчинів</u>	14
<u>2.2.1. Типові задачі</u>	14
<u>2.2.2. Приклади розв'язання типових задач</u>	15
<u>Тестові завдання з бази даних «Крок 1»</u>	21
ЗАНЯТТЯ 3	34
<u>Якісні реакції катіонів IV аналітичної групи (Al^{3+}, Cr^{3+}, Zn^{2+}, As^{III}, As^V, Sn^{II}, Sn^{IV}). Лабораторна робота «Реакції катіонів IV аналітичної групи. Аналіз суміші катіонів IV аналітичної групи». Розв'язання ситуаційних задач. Тестовий контроль.</u>	
<u>3.1. Якісні реакції катіонів IV аналітичної групи</u>	34
<u>3.2. Лабораторна робота «Реакції катіонів IV аналітичної групи. Аналіз суміші катіонів IV аналітичної групи».</u>	35
<u>3.2.1. Реакції катіонів IV аналітичної групи</u>	35
<u>3.2.2. Аналіз суміші катіонів IV аналітичної групи</u>	39
<u>Попередні дослідження</u>	39
<u>3.3. Ситуаційні задачі</u>	40
<u>3.4. Тестові питання з бази даних «КРОК 1»</u>	40
ЗАНЯТТЯ 4	47

<u>Якісні реакції катіонів V аналітичної групи (Mg^{2+}, Mn^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Bi^{3+}, Sb^{III}, Sb^V).</u>	
<u>Лабораторна робота «Реакції катіонів V аналітичної групи». Написання рівнянь окисно-відновних реакцій методом напівреакцій. Розбір тестових завдань з бази даних «Крок 1»</u>	47
<u>4.1. Лабораторна робота Реакції катіонів п'ятої аналітичної групи</u>	48
<u>4.2. Написання рівнянь окисно-відновних реакцій методом напівреакцій</u>	52
<u>4.3. Тестові питання з бази даних «КРОК 1»</u>	53
<u>ЗАНЯТТЯ 5</u>	59
<u>Якісні реакції катіонів VI аналітичної групи (Cu^{2+}, Co^{2+}, Cd^{2+}, Hg^{2+}, Ni^{2+}).</u>	
<u>Лабораторна робота «Реакції катіонів VI аналітичної групи». Розв'язання ситуаційних та розрахункових задач. Розбір тестових завдань з бази даних «Крок 1»</u>	59
<u>5.1. Лабораторна робота Якісні реакції катіонів VI аналітичної групи</u>	60
<u>5.2. Розв'язання ситуаційних та розрахункових задач</u>	64
<u>5.2.1. Ситуаційні задачі</u>	64
<u>5.2.2. Розв'язання розрахункових задач</u>	65
<u>5.3. Розбір тестових завдань з бази даних «Крок 1»</u>	65
<u>ЗАНЯТТЯ 6</u>	71
<u>ПІДСУМКОВЕ ЗАНЯТТЯ З ТЕОРІЇ І ПРАКТИКИ АНАЛІЗУ КАТІОНІВ I-VI АНАЛІТИЧНИХ ГРУП. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА «ІДЕНТИФІКАЦІЯ КАТІОНІВ У СУМІШІ». ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ (ЗАВДАННЯ З БАЗИ ДАНИХ «КРОК 1», В ТОМУ ЧИСЛІ АНГЛІЙСЬКОЮ МОВОЮ). ПИСЬМОВА КОНТРОЛЬНА РОБОТА.</u>	71
<u>6.1. Лабораторна робота «Ідентифікація катіонів у суміші».</u>	72
<u>6. 2. ТЕСТОВІ ПИТАННЯ З БАЗИ ДАНИХ: «КРОК 1»</u>	73
<u>7.3. Письмова контрольна робота</u>	77
<u>ЗАНЯТТЯ 7. ГРУПОВІ РЕАГЕНТИ В АНАЛІЗІ АНІОНІВ. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА АНІОНІВ. АНАЛІТИЧНІ РЕАКЦІЇ АНІОНІВ I ТА II АНАЛІТИЧНИХ ГРУП, ЛАБОРАТОРНА РОБОТА «РЕАКЦІЇ АНІОНІВ I АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ». ЛАБОРАТОРНА РОБОТА «РЕАКЦІЇ АНІОНІВ II АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ». РОЗБІР ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ З БАЗИ ДАНИХ «КРОК 1»</u>	77
<u>7.1. Групові реагенти в аналізі аніонів</u>	78
<u>7.2. Загальна характеристика аніонів</u>	78
<u>7.3. Лабораторна робота Реакції аніонів першої аналітичної групи</u>	79
<u>7.4. Лабораторна робота «Реакції аніонів II аналітичної групи»</u>	84
<u>ЗАНЯТТЯ 8. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА «РЕАКЦІЇ АНІОНІВ III АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ. ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ АНІОНІВ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ». РОЗВ'ЯЗАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ТА СИТУАЦІЙНИХ ЗАДАЧ. РОЗБІР ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ З</u>	

<u>БАЗИ ДАНИХ «КРОК 1», В ТОМУ ЧИСЛІ АНГЛІЙСЬКОЮ МОВОЮ. ПИСЬМОВА КОНТРОЛЬНА РОБОТА.</u>	86
<u>8.1. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА «РЕАКЦІЇ АНІОНІВ III АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ. ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ АНІОНІВ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ».</u>	87
<u>8.2. Якісні реакції аніонів органічних кислот</u>	88
<u>8.3. Розв'язання розрахункових та ситуаційних задач.</u>	90
<u>8.4. ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ З БАЗИ ДАНИХ «КРОК 1»</u>	91
<u>8.5. ЗРАЗОК БІЛЕТА КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ</u>	95
<u>ЗАНЯТТЯ 9. СИСТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ СПОЛУКИ НЕВІДОМОГО СКЛАДУ. АНАЛІЗ СУХОЇ СОЛІ. ВИЗНАЧЕННЯ КАТІОНІВ</u>	96
<u>9.1. АНАЛІЗ СУХОЇ СОЛІ</u>	96
<u>9.1.1. Аналіз солі, яка розчинилась у воді</u>	96
<u>9.2. ВИЗНАЧЕННЯ КАТІОНІВ</u>	97
<u>ЗАНЯТТЯ 10. АНАЛІЗ СПОЛУКИ НЕВІДОМОГО СКЛАДУ. ВИЗНАЧЕННЯ АНІОНІВ. КОНТРОЛЬ ЗАСВОЄННЯ Я ЗМІСТОВОГО МОДУЛЯ «ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ». ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ</u>	98
<u>10.1. ВИЗНАЧЕННЯ АНІОНІВ</u>	98
<u>10.1.1. ПРОБА НА АНІОНИ I, II чи III АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ</u>	98
<u>10.2. РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНОГО АНАЛІЗУ</u>	99
<u>10.3. КОНТРОЛЬ ЗАСВОЄННЯ ЗМІСТОВОГО МОДУЛЯ «ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ».</u>	100
<u>10.4. ТЕСТОВІ ПИТАННЯ З БАЗИ ДАНИХ «КРОК 1»</u>	102
<u>РЕКОМЕНДОВАНА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА ЛІТЕРАТУРА</u>	105

Підписано до друку 27.08. 2018 р. Формат 84/16. Обсяг 2,6 друк. арк. Наклад 100

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