



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ОСНОВИ АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ. ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ КАТІОНІВ І АНІОНІВ

Навчальний посібник

**завдання для самоконтролю
для студентів хімічного факультету**

КИЇВ 2017

УДК 543.2 : 543.62
О-75

Рецензенти:

Максін Віктор Іванович, д.х.н., професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, кафедра аналітичної та біонеорганічної хімії та якості води.

Іщенко Віра Миколаївна, к.н.х., доцент, Національний університет харчових технологій, кафедра аналітичної хімії.

*Рекомендовано до друку Вченою радою хімічного факультету
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
(протокол № 10 від 21 червня 2017 р.)*

О-75 Основи аналітичної хімії. Якісний аналіз катіонів
і аніонів. Завдання для самоконтролю. Навчальний
посібник (для студентів хімічного факультету) /
О.А. Запорожець, Т.Є. Кеда, Н.І. Смик – К.: «LAT & K»,
2017. – 64 с.

ISBN 978-617-7061-52-5

ISBN 978-617-7061-52-5

ВСТУП

Розвиток сучасної аналітичної хімії невід’ємно пов’язаний із запитами суспільства щодо високої якості життя. Їх реалізація забезпечується розробкою і впровадженням нових технологій промислового виробництва, зокрема харчової, фармацевтичної, хімічної, паливної, машинобудівної галузей. Нові підходи використання природних, створення і впровадження синтетичних сполук потребують всебічного контролю якості із застосуванням чутливих і точних методів визначення якісного і кількісного складу різноманітних об’єктів, обумовлюючи необхідність підготовки висококваліфікованих фахівців-аналітиків.

Збільшення техногенного навантаження на довкілля також вимагає постійного експрес-контролю стану його об’єктів безпосередньо на місці відбору проб. Оскільки значна кількість тест-систем для скрінінг-контролю на вміст неорганічних екотоксикантів ґрунтується на хімічних реакціях, що використовують для їх ідентифікації, вивчення основ якісного аналізу сприятиме не лише розвитку загальної хімічної ерудиції, а й більш глибокому розумінню тенденцій розвитку сучасної аналітичної хімії.

Курс «Основи аналітичної хімії» є початковою сходинкою освіти хіміка-аналітика. Практичні заняття курсу допомагають студентам хімічного факультету глибше засвоїти теоретичні знання отримані на лекціях та розвинути навички роботи в лабораторії якісного аналізу. Зокрема, під час виконання практикуму студенти вивчають характерні реакції виявлення окремих катіонів і аніонів, умови їх проведення, досліджують вплив сторонніх іонів на результати аналізу та умови його усунення, а також вчаться відокремлювати іони й аналізувати складні суміші. Успішному опануванню практики сприяє ґрунтовне засвоєння теоретичних основ аналізу. На допомогу студентам і створено цей посібник, що містить запитання і завдання з якісного аналізу відповідно до сульфідної та сірководневої класифікацій катіонів, а також аналізу аніонів.

Посібник містить тестові завдання різного типу: на впізнавання (передбачає вибір студентом із декількох альтернативних варіантів правильного); на достовірність (передбачає відповіді «так» або «ні»); на доповнення (необхідно

доповнити текст); на відповідність (пропонується зіставити одну з одною визначені позиції); на послідовність дій (необхідно встановити правильний алгоритм дій). Важливо, щоб при виконанні завдань студенти навчилися обґрунтовувати обрану відповідь, складати хімічні рівняння. Такий підхід має на меті допомогти студентам самостійно контролювати свої знання, ефективно використовувати засвоєні теоретичні підходи для розв'язання практичних завдань.

Опрацювання запропонованих завдань допоможе студентам та викладачам при підготовці до практичних занять, а також контрольних робіт з курсу «Основи аналітичної хімії».

1. Якісний аналіз катіонів

Завдання, що пропонуються в даному посібнику, передбачають розділення катіонів на групи за різною розчинністю їх сульфідів та карбонатів утворених при взаємодії з груповим реагентом – амоній карбонатом, амоній сульфідом, хлоридною кислотою, сірководнем та амоній полісульфідом.

Відповідно до сульфідної та сірководневої класифікації катіони розділяють на 5 груп (табл. 1 Додатку):

1 група – катіони, карбонати та сульфіди яких розчинні у воді;

2 група – катіони, що утворюють нерозчинні у воді карбонати;

3 група - катіони, що при дії амоній сульфідом утворюють осаді нерозчинні у воді, але розчинні в розбавлених розчинах мінеральних кислот;

4 група – катіони, що утворюють сульфіди, не розчинні в розбавлених розчинах мінеральних кислот та амоній полісульфіді;

5 група – катіони, що утворюють сульфіди, розчинні лише в амоній полісульфіді.

Така аналітична класифікація катіонів була запропонована М.А. Меншуткіним в другій половині 19 століття і дотепер залишається найбільш розповсюдженою.

Рідкісні та розсіяні елементи запропоновано вивчати окремо від інших катіонів. Це пов'язано з тим, що при їх виявленні зазвичай використовують спеціальні методи відокремлення та виявлення. З іншого боку, присутність рідкісних елементів ускладнює проведення систематичного аналізу інших катіонів.

1.1. Перша аналітична група катіонів

1. Позначте, які з перелічених нижче катіонів відносять до першої аналітичної групи?

NH_4^+	Ba^{2+}	Ca^{2+}	K^+	Na^+	Mg^{2+}	Li^+	Rb^+	Co^{2+}	Cs^+

2. Груповий реагент першої групи катіонів є H_2S .

а) так

б) ні

3. Особливість першої групи катіонів полягає в тому, що вона не має групового реагенту, здатного осаджувати всі катіони цієї групи.

а) так

б) ні

4. Встановіть відповідність між формулою осаду та його кольором:
- | | |
|---------------------------|----------------------|
| $K_2Na[Co(NO_2)_6]$ | червоно-бурий |
| $NaZn(UO_2)_3(CH_3COO)_9$ | білий |
| $[NH_2Hg_2I_2]I$ | жовтий |
| $Mg(OH)_2$ | білий |
| $Na[Sb(OH)_6]$ | жовто-зелений |
| $MgNH_4PO_4$ | білий |

5. Доповніть твердження «При взаємодії з лугом серед катіонів першої групи малорозчинну сполуку утворює лише...». Напишіть відповідне рівняння реакції.

- а) NH_4^+ б) Mg^{2+} в) Na^+ г) Rb^+

6. У чому розчиняється $Mg(OH)_2$?

- а) $NaOH$ б) H_2O в) NH_4Cl г) $Ca(OH)_2$

7. До слабкокислого розчину, що містить NH_4^+ і Mg^{2+} , додали розчин аміаку до рН~9. Чи спостерігали утворення осаду? Відповідь обґрунтуйте.

8. Взаємодія солей амонію з розчином луку при нагріванні супроводжується виділенням аміаку. За якими ознаками можна виявити аміак?

- а) поява характерного запаху;
 б) утворення синього осаду;
 в) посиніння змоченого водою універсального індикаторного папірця;
 г) утворення білого осаду.

9. Допишіть схеми реакцій розкладання солей амонію при прожарюванні. Запишіть рівняння реакцій:

- а) $NH_4Cl \xrightarrow{t}$
 б) $NH_4NO_3 \xrightarrow{t}$
 в) $NH_4NO_2 \xrightarrow{t}$
 г) $(NH_4)_2SO_4 \xrightarrow{t}$
 д) $(NH_4)_3PO_4 \xrightarrow{t}$
 е) $(NH_4)_2Cr_2O_7 \xrightarrow{t}$

10. Який реактив використовують для виявлення NH_4^+ краплинним способом за утворенням червоно-бурого осаду? Напишіть рівняння реакції.

а) реактив Грісса (сульфанілова кислота + α -нафтіламін);

б) реактив Несслера ($K_2[HgI_4] + KOH$);

в) реактив Толленса ($[Ag(NH_3)_2]OH + KOH$).

11. Які катіони заважають виявленню NH_4^+ за реакцією з реактивом Несслера?

а) K^+, Mg^{2+}, Na^+ б) $Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+}$ в) $Fe^{3+}, Cr^{3+}, Co^{2+}, Ni^{2+}$ г) $Bi^{3+}, Hg^{2+}, Sb(III), Sn(II)$

12. Для виявлення NH_4^+ у суміші катіонів I-III груп до досліджуваного розчину спочатку додають 50%-ий розчин сегнетової солі $KNaC_4H_4O_6$, а далі – реактив Несслера. Які іони замасковуються тарtrat-іонами, зв'язуючись з ними у стійкі розчинні комплексні сполуки?

13. Які з цих сполук тарtratної (винної) кислоти ($H_2C_4H_4O_6$) малорозчинні у воді?

а) $NaHC_4H_4O_6$ б) $Mg(HC_4H_4O_6)_2$ в) $KHC_4H_4O_6$ г) $NH_4HC_4H_4O_6$

14. Реакція K^+ з $NaHC_4H_4O_6$ є характерною за відсутності іонів NH_4^+ та Mg^{2+} .

а) так б) ні

15. Чи можна виявити K^+ у присутності NH_4^+ за реакцією з $Na_3[Co(NO_2)_6]$? Відповідь обґрунтуйте.

16. Для виявлення K^+ краплинним способом до розчину задачі з $pH \sim 10$ додали дві краплини $Na_3[Co(NO_2)_6]$. Спостерігали утворення темно-бурого осаду. Якої помилки припустились? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

17. Які сполуки заважають виявленню K^+ за реакцією з $Na_3[Co(NO_2)_6]$?

а) $Ba(OH)_2$ б) CH_3COOH в) NH_4NO_3 г) HCl

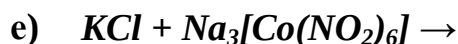
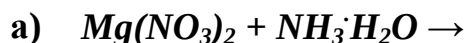
18. Доповніть твердження: «Взаємодія $K[Sb(OH)_6]$ з іонами Na^+ з утворенням білого кристалічного осаду $Na[Sb(OH)_6]$ відбувається ...»

а) у нейтральному або слабколужному розчині при нагріванні;

б) у кислому розчині за кімнатної температури;

в) у нейтральному або слабколужному розчині за кімнатної температури.

19. Складіть і запишіть рівняння реакцій:



20. Який реагент взаємодіє з Na^+ у нейтральних або оцтовокислих розчинах з утворенням кристалічного осад жовто-зеленого кольору?

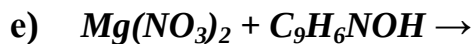


21. Якій формулі відповідає осад, що утворюється при взаємодії Mg^{2+} з Na_2HPO_4 у лужному середовищі у присутності NH_4Cl :



22. Для виявлення Mg^{2+} у присутності надлишку NH_4Cl застосували $(NH_4)_2CO_3$. Осад не утворився. Поясніть чому. Напишіть рівняння реакції.

23. Складіть і запишіть рівняння реакцій:



24. Якого кольору твердий розчин *титанового жовтого* в осаді гідроксиду при осадженні $Mg(OH)_2$?



25. Як можна визначити Mg^{2+} у присутності інших катіонів першої групи?

26. Досліджуваний розчин містить катіони K^+ , Na^+ , NH_4^+ . Запропонуйте схему виявлення кожного з катіонів у розчині.

1.2. Друга аналітична група катіонів

1. Позначте, які з перелічених нижче катіонів відносять до другої аналітичної групи за сульфідною та сірководневою класифікацією?

Ni^{2+}	Ba^{2+}	Ca^{2+}	Cd^{2+}	Na^{+}	Mg^{2+}	Bi^{3+}	Sr^{2+}	Co^{2+}	Cs^{+}

2. Сульфід катіонів другої групи малорозчинні у воді.

а) так

б) ні

3. Назвіть груповий реагент другої групи катіонів за сульфідною та сірководневою класифікацією:

а) NaOH ;

б) H_2S у кислому середовищі;

в) Na_2S у нейтральному або слабколужному середовищі;

г) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ у нейтральному або слабколужному середовищі.

4. Яка з наведених нижче сполук є малорозчинною?

а) $\text{Ba}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ б) BaCl_2 в) BaCO_3 г) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ д) $\text{Ba}(\text{OH})_2$

5. Які умови сприятимуть найбільш повному осадженню карбонатів катіонів другої групи та відокремлення їх від Mg^{2+} ?

а) осадження за допомогою $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ з кислих розчинів;

б) осадження за допомогою $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ з кислих розчинів при нагріванні;

в) осадження з за допомогою $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ зі слабколужних розчинів при нагріванні;

г) осадження з за допомогою $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ зі слабколужних аміачних розчинів при нагріванні у присутності NH_4Cl .

6. Оберіть способи, за допомогою яких осади BaSO_4 , SrSO_4 та CaSO_4 можна одночасно перевести у розчин:

а) оброблення осадів розчином концентрованої H_2SO_4 ;

б) нагрівання осадів з насиченим розчином $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ з подальшим розчиненням утворених при цьому карбонатів металів в оцтовій кислоті;

в) оброблення осадів розчином $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

7. Реакцію взаємодії CaSO_4 з $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ використовують в аналізі для відокремлення Ca^{2+} від Ba^{2+} та Sr^{2+} .

а) так

б) ні

8. Розчини лугу та аміаку не осаджують катіони другої групи, тому що їх гідроксиди є досить сильними основами.

а) так

б) ні

9. Вкажіть кольори малорозчинних сполук:

BaSO_4 , $\text{K}_2\text{Ca}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, SrCrO_4 , BaHPO_4 , CaC_2O_4 , BaCrO_4 , BaCO_3

10. Поясніть, який з осадів BaSO_4 чи SrSO_4 буде утворюватися першим при дії гіпсової води (насиченого розчину $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) на розчин відповідних катіонів за кімнатної температури?

11. Які катіони будуть взаємодіяти з розчином K_2CrO_4 з утворенням малорозчинної сполуки?

а) Ba^{2+}

б) Ca^{2+}

в) Sr^{2+}

г) Mg^{2+}

12. Виберіть сполуки, що **не** заважатимуть виявленню іонів Ba^{2+} при взаємодії з $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

а) HNO_3

б) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

в) $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$

г) $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$

д) CH_3COOH

13. Яким чином можна відокремити Ba^{2+} від Sr^{2+} ?

а) взаємодією з $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ у нейтральному середовищі;

б) взаємодією з $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ у присутності HCl ;

в) взаємодією з $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ у присутності натрій ацетату.

14. Запропонуйте реагент, який використовують для відокремлення Ba^{2+} від катіонів першої та другої груп. За яких умов відбувається взаємодія? Напишіть рівняння реакції.

15. При взаємодії катіонів Sr^{2+} з Na_2HPO_4 у лужному середовищі утворюється осад:

а) SrHPO_4 ;

б) $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$;

в) $\text{Sr}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$

16. Виберіть розчинники для осадів $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$

а) HNO_3

б) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

в) HCl

г) NaOH

д) CH_3COOH

17. Чи можна використовувати амоній оксалат $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ для виявлення Ca^{2+} у присутності Ba^{2+} та Sr^{2+} ?

а) так

б) ні

Відповідь обґрунтуйте.

18. Іони Ca^{2+} утворюють з $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ білий осад. Виявленню іонів кальцію заважає Sr^{2+} , який утворює схожий осад. Тому при виявленні Ca^{2+} відокремлення Sr^{2+} обов'язкове.

а) так

б) ні

19. До двох досліджуваних розчинів, що містять іони Ba^{2+} та Sr^{2+} відповідно, додали розчин натрій родизонату, після чого спостерігали утворення червоно-бурого та світло-бурого осадів. Що підтвердить припущення про вміст розчину?

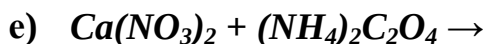
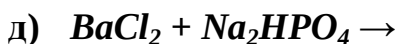
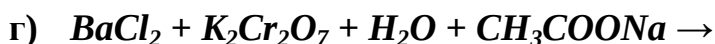
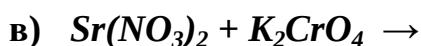
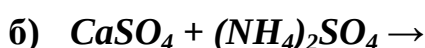
а) при додаванні розчину HCl (2 моль/л) осад стронцій родизонат розчиняється;

б) при додаванні розчину HCl (2 моль/л) барій родизонат розчиняється.

20. Встановіть відповідність між іоном та кольором забарвлення полум'я:

K^{+}	<i>жовтий</i>
Na^{+}	<i>жовто-зелений</i>
Ba^{2+}	<i>цегляно-червоний</i>
Sr^{2+}	<i>блідо-фіолетовий</i>
Ca^{2+}	<i>карміново-червоний</i>

21. Складіть і запишіть рівняння реакцій:



1.3. Третя аналітична група катіонів

1. Позначте, які катіони відносять до третьої аналітичної групи за сульфідною та сірководневою класифікацією?

Ni^{2+}	Ba^{2+}	Al^{3+}	Cd^{2+}	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Mn^{2+}	Sr^{2+}	Co^{2+}	Cr^{3+}	Zn^{2+}

2. Груповим реагентом третьої групи за сульфідною та сірководневою класифікацією є $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ у нейтральному або слабколужному середовищі.

а) так

б) ні

3. Який з катіонів третьої групи буде осаджуватись при дії H_2S ?

а) Fe^{3+}

б) Ni^{2+}

в) Zn^{2+}

г) Co^{2+}

д) Mn^{2+}

4. Позначте формули малорозчинних сполук чорного кольору.

ZnS , FeS , Fe_2S_3 , CoS , MnS , $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, NiS

5. Виберіть розчинники для FeS , Fe_2S_3 і MnS ?

а) $\text{HNO}_{3(\text{p})}$

б) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

в) $\text{HCl}_{(\text{p})}$

г) NaOH

д) CH_3COOH

6. З якою метою при осадженні катіонів третьої групи за допомогою групового реагенту до розчину додають надлишок NH_4Cl ?

а) введення солей амонію та нагрівання розчинів сприяє коагуляції сульфідів катіонів третьої групи;

б) введення солей амонію спрощує відокремлення осадів від розчину фільтруванням або центрифугуванням;

в) введення солей амонію перешкоджає утворенню осадів катіонів другої групи;

г) усі відповіді вірні.

7. Продовжіть твердження: «Щойноосаджені CoS та NiS розчиняються в розбавленій HCl , проте досить швидко (впродовж ~ 30 хв) перетворюються на такі модифікації, що здатні розчинятися лише в нітратній кислоті, царській водці або розбавленій HCl (або H_2SO_4) за участі ...»

а) окисників

б) відновників

8. Складіть і запишіть рівняння реакцій:

а) $\text{FeSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow$

- б) $AlCl_3 + (NH_4)_2S + H_2O \rightarrow$
 в) $CoS + HNO_{3(p)} \rightarrow$
 г) $CoS + HNO_{3(k)} \rightarrow$
 д) $CoS + HNO_3 + HCl \rightarrow$
 е) $NiS + H_2SO_4 + H_2O_2 \rightarrow$

9. *Алюміній(III) і хром(III) гідроксиди* мають амфотерні властивості і розчиняються в кислотах та лугах.

а) так

б) ні

10. Запишіть формули сполук, що утворюються при дії на розчини катіонів третьої групи розчинів KOH і $NH_3 \cdot H_2O$.

	Ni^{2+}	Mn^{2+}	Al^{3+}	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Co^{2+}	Cr^{3+}	Zn^{2+}
<i>KOH</i>								
<i>KOH у надлишку</i>								
<i>NH₃·H₂O</i>								
<i>NH₃·H₂O у надлишку</i>								

11. Встановіть відповідність між формулою сполуки та її кольором:

$Fe(OH)_3$	<i>зелений</i>
$Mn(OH)_2$	<i>синій</i>
$Cr(OH)_3$	<i>рожевий</i>
$Al(OH)_3$	<i>тілесний</i>
$Co(OH)_2$	<i>чорний</i>
$Ni(OH)_2$	<i>бурий</i>
$Co(OH)NO_3$	<i>зелений</i>
$Ni(OH)_3$	<i>білий</i>

12. Яким чином можна осадити Al^{3+} з розчину $Na[Al(OH)_4]$?

- а) додаванням сухого $NaCl$;
- б) додаванням розчину $NaCl$;
- в) додаванням сухого NH_4Cl .

13. У якому випадку утвориться чорний осад $Ni(OH)_3$?

- а) при взаємодії Ni^{2+} з $NaOH$ і тривалому стоянні;
- б) при взаємодії Ni^{2+} з розчином аміаку;
- в) при взаємодії Ni^{2+} з хлорною водою в лужному середовищі.

14. Встановіть відповідність між формулою сполуки та її кольором у розчині:

$[Zn(NH_3)_4](OH)_2$	<i>синій</i>
$[Co(NH_3)_6](OH)_3$	<i>брудно-жовтий</i>
$[Ni(NH_3)_4](OH)_2$	<i>червоний</i>
$[Co(NH_3)_4](OH)_2$	<i>безбарвний</i>

15. У розчинах амонійних солей іони Fe^{2+} та Mn^{2+} аміаком повністю не осаджуються.

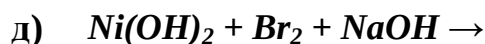
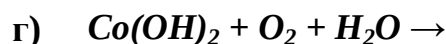
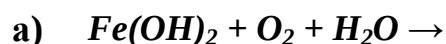
а) так

б) ні

16. Запишіть формули сполук, що утворяться при дії **надлишку** карбонатів лужних металів чи амонію на розчини відповідних катіонів?

	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Mn^{2+}	Al^{3+}	Cr^{3+}	Co^{2+}	Ni^{2+}	Zn^{2+}
Na_2CO_3								
$(NH_4)_2CO_3$								

17. Складіть і запишіть рівняння реакцій:



18. Позначте відповідний(і) розчинник(и) для осадів *фосфатів*.

	HNO_3	$NaOH$	$NH_3 \cdot H_2O$	CH_3COOH
$CrPO_4$				
$AlPO_4$				
$FePO_4$				
$AlPO_4$				
$FeHPO_4$				
$Zn_3(PO_4)_2$				
$Co_3(PO_4)_2$				
$Ni_3(PO_4)_2$				

19. Які катіони можна виявити у розчині за допомогою $Al(CH_3COO)_3$?

- а) Fe^{3+} б) Ni^{2+} в) Zn^{2+} г) Al^{3+} д) Mn^{2+}

20. Якого кольору сполука $Na[Fe(S_2O_3)_2]$?

- а) білого б) бурого в) фіалково-червоного г) безбарвна

21. Складіть і запишіть рівняння реакцій:

- а) $FeCO_3 + O_2 + H_2O \rightarrow$
 б) $AlCl_3 + Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow$
 в) $AlCl_3 + CH_3COONa + H_2O \rightarrow$
 г) $FeCl_3 + CH_3COONa + H_2O \rightarrow$
 д) $AlPO_4 + NaOH \rightarrow$
 е) $MnCl_2 + Na_2HPO_4 + NH_4OH \rightarrow$

22. Чи будуть сполуки $Fe_2[Fe(CN)_6]$, $Mn_2[Fe(CN)_6]$, $K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$, $Co_2[Fe(CN)_6]$, що утворюються при дії на суміш катіонів 3 групи $K_4[Fe(CN)_6]$, заважати виявленню Fe^{3+} з цим реагентом?

23. Чи можна виявити Zn^{2+} за реакцією з $K_4[Fe(CN)_6]$ у присутності Ca^{2+} ? Відповідь обґрунтуйте.

а) так

б) ні

24. Виберіть катіон, що взаємодіє у кислому середовищі з $K_3[Fe(CN)_6]$ з утворенням малорозчинної сполуки темно-синього кольору:

а) Fe^{3+}

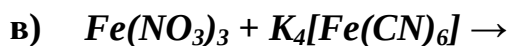
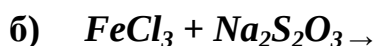
б) Mn^{2+}

в) Co^{2+}

г) Fe^{2+}

д) Ni^{2+}

25. Складіть і запишіть рівняння реакцій:



26. Які сполуки утворюються при кип'ятінні лужного розчину солей Cr^{3+} , Al^{3+} і Zn^{2+} у присутності H_2O_2 :

а) Na_2CrO_4 , $Na[Al(OH)_4]$, $Na_2[Zn(OH)_4]$;

б) $Na_3[Cr(OH)_6]$, $Na[Al(OH)_4]$, $Na_2[Zn(OH)_4]$;

в) $Cr(OH)_3$, $Al(OH)_3$, $Zn(OH)_2$.

27. Розчин якої сполуки буде окиснювати розчин бензидину з утворенням сполуки синього кольору?

а) $Cr(NO_3)_3$

б) Na_2CrO_4

в) $MnSO_4$

г) $Na_3[Cr(OH)_6]$

28. Для виявлення Mn^{2+} у кислому середовищі з $NaBiO_3$ у пробірку налили 1 мл досліджуваного розчину, 1 мл HNO_3 і додали дрібочку сухого натрій бісмутату(V). Спостерігали утворення темно-бурого осаду. Чи доведена присутність *мангану(II)* у розчині. Якої помилки припустились?

29. Які катіони будуть заважати виявленню Fe^{3+} з *амоній тіоціанатом* у кислому середовищі?

а) Co^{2+}

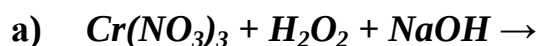
б) Ni^{2+}

в) Zn^{2+}

г) Al^{3+}

д) жоден з наведених

30. Складіть і запишіть рівняння реакцій:



- б) $Cr(NO_3)_3 + NaBrO + NaOH \rightarrow$
 в) $Cr_2(SO_4)_3 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow$
 г) $MnSO_4 + NaBrO + NaOH \rightarrow$
 д) $MnSO_4 + H_2O_2 + NaOH \rightarrow$
 е) $Mn(NO_3)_2 + NaBiO_3 + HNO_3 \rightarrow$
 є) $Mn(NO_3)_2 + PbO_2 + HNO_3 \rightarrow$

31. Який реагент слід використати, щоб замаскувати іони Fe^{3+} при виявленні Co^{2+} за реакцією з NH_4SCN ?

- а) $NaCl$; б) NaF ; в) $NaBr$.

32. Встановіть відповідність між формулою сполуки та її кольором:

$Co[Hg(SCN)_4]$	<i>жовто-зелений</i>
$(NH_4)_2[Co(SCN)_4]$ (ізоам. спирт)	<i>білий</i>
$Fe(SCN)_3$	<i>червоний</i>
$Zn[Hg(SCN)_4]$	<i>синій</i>
$Cu[Hg(SCN)_4]$	<i>блакитний</i>

33. Виберіть реагент, що в кислому середовищі взаємодіє з Co^{2+} з утворенням нерозчинної у воді та розбавлених мінеральних кислотах комплексної сполуки червоно-бурого кольору:

- а) 1-нітрозо-2-нафтол;
 б) α -нітрозо β -нафтол;
 в) реактив Ільїнського;
 г) усі варіанти вірні.

34. Який маскуючий агент слід вибрати, щоб усунути вплив усіх наступних катіонів: Fe^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} та Fe^{3+} при виявленні Ni^{2+} з диметилгліоксимом?

- а) $(NH_2)_2CO$; б) NaF ; в) $(NH_4)_3PO_4$.

35. *Алізарин* є характерним реагентом на Al^{3+} завдяки тому, що утворює з ним комплексну сполуку червоного кольору (“алізариновий лак”), яка не

розчиняється в розбавленій оцтовій кислоті. Якого кольору *алізарин* у оцтовокислому середовищі за відсутності алюмінію?

а) фіолетового б) жовтого в) червоного г) оранжевого

36. Запишіть структурні формули комплексних сполук іонів металів з органічними реагентами: Co^{3+} з *1-нітрозо-2-нафтолом*; Ni^{2+} з *диметилгліоксимом*; Al^{3+} з *алізарином*.

1.4. Суміш катіонів першої - третьої аналітичних груп

1. До окремих порцій розчину, що містить суміш катіонів 1 та 2 груп додали розчини таких реагентів:

- а) $\text{Zn}(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_8$ – утворився жовто-зелений осад;
- б) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – розчин залишився прозорим;
- в) $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ – утворився білий осад.

Наявність чи відсутність яких катіонів можна вважати доведеною?

2. До окремих порцій розчину, що містить суміш катіонів 1 та 2 груп додали розчини таких реагентів:

- а) гіпсову воду – одразу утворився білий осад;
- б) розчини $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ – утворився білий осад;
- в) $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ – утворився жовтий осад.

Які катіони можуть бути у розчині?

3. До окремих порцій розчину, що містить суміш катіонів 1 та 2 груп додали розчини таких реагентів:

- а) H_2SO_4 – розчин залишився прозорим;
- б) $\text{K}_2[\text{HgI}_4] + \text{KOH}$ – утворився червоно-бурий осад;
- в) K_2CrO_4 – жовтий осад не утворився.

Наявність чи відсутність яких катіонів можна вважати доведеною?

4. До окремих порцій розчину, що містить суміш катіонів 1 та 2 груп додали розчини таких реагентів:

- а) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ – утворився білий осад;
- б) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ і нагріли – утворився білий осад;
- в) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ у присутності CH_3COONa – розчин залишився прозорим.

Наявність чи відсутність яких катіонів можна вважати доведеною?

5. До окремих порцій розчину, що містить суміш катіонів 1 та 2 груп додали розчини таких реагентів:

- а) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ – розчин залишився прозорим;
- б) $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ – утворився білий осад;
- в) NaOH і нагріли – змочений водою лакмусовий папірець не посинів.

Наявність чи відсутність яких катіонів можна вважати доведеною?

6. До окремих порцій розчину, що містить суміш катіонів 3 групи, додали такі реактиви:

- а) $K_3[Fe(CN)_6]$ – утворився синій осад;
- б) $K_4[Fe(CN)_6]$ – утворився синій осад;
- в) $NH_3 \cdot H_2O$ надлишок – випав бурий осад, розчин над осадом набув синього кольору.

Наявність яких катіонів можна вважати доведеною?

7. До окремих порцій розчину, що містить суміш катіонів 3 групи, додали такі реактиви:

- а) H_2S – утворився білий осад;
- б) $K_4[Fe(CN)_6]$ – утворився білий осад;
- в) $NH_3 \cdot H_2O$ – утворився білий осад, який розчинився у надлишку реактиву.

Наявність та відсутність яких катіонів можна вважати доведеною?

8. До окремих порцій розчину, що містить суміш катіонів 3 групи, додали такі реактиви:

- а) $NaBiO_3 + HNO_3$ – розчин набув малинового кольору;
- б) NH_4SCN – розчин забарвився в червоний колір;
- в) $NaF + NH_4SCN$ в аміловому спирті – органічний шар забарвився у синій колір.

Наявність яких катіонів можна вважати доведеною?

9. До окремих порцій розчину, що містить суміш катіонів 1-3 груп, додали такі реактиви:

- а) $K_4[Fe(CN)_6]$ – утворився синій осад;
- б) KOH і нагріли – змочений водою універсальний індикаторний папірець при піднесенні до утвору пробірки не посинів;
- в) $Na_3[Co(NO_2)_6]$ – утворився жовтий осад;
- г) $HCl + NaF + 1$ -нітрозо-2-нафтол – утворився осад червоно-бурого кольору

Наявність чи відсутність яких катіонів можна вважати доведеною?

10. Запропонуйте схему відокремлення катіонів 2 групи з суміші катіонів 1-3 груп.

1.5. Четверта аналітична група катіонів

1. Позначте, які катіони відносять до четвертої аналітичної групи за сульфідною та сірководневою класифікацією:

Ag⁺	Al³⁺	Pb²⁺	Cd²⁺	Hg₂²⁺	Cu²⁺	Co²⁺	Hg²⁺	Cd²⁺	Bi³

2. Виберіть реагент, який буде осаджувати четверту групу катіонів:

а) HCl;

б) H₂S у кислому середовищі;

в) Na₂S₂O₃ у кислому середовищі при нагріванні.

3. За якою ознакою катіони Ag⁺, Hg₂²⁺, Pb²⁺ відносять до окремої підгрупи («підгрупи срібла») катіонів четвертої групи?

а) їхні сульфідні чорного кольору;

б) гідроксиди цих катіонів малорозчинні;

в) хлориди цих катіонів мало розчинні у холодній воді.

4. Виберіть відповідний(і) розчинник(и) для осадів сульфідів. За необхідності вкажіть додаткові умови: нагрівання, концентрований чи розбавлений розчин, наявність окисників.

	HNO₃	HCl	H₂SO₄	CH₃COOH
Ag₂S				
PbS				
HgS				
CuS				
CdS				
Bi₂S₃				

5. Вкажіть, який з сульфідів катіонів четвертої групи жовтого кольору.

а) Ag₂S

б) PbS

в) HgS

г) CuS

д) CdS

е) Bi₂S₃

6. До розчину, що містить катіони четвертої групи, додали надлишок HCl (2 моль/л), після відстоювання осад відфільтрували і промили гарячою водою. Який катіон можна виявити у фільтраті?

а) Ag⁺

б) Pb²⁺

в) Cd²⁺

г) Hg₂²⁺

д) Hg²⁺

7. Складіть і запишіть рівняння реакцій:

- а) $Hg_2(NO_3)_2 + H_2S \rightarrow$
 б) $Bi_2S_3 + HCl \rightarrow$
 в) $CdS + H_2SO_4 \rightarrow$
 г) $Ag_2S + HNO_3 \rightarrow$
 д) $HgS + HNO_3 + HCl \rightarrow$
 е) $HgS + H_2O_2 + HCl \rightarrow$
 є) $PbS + HNO_3 \rightarrow$

8. Позначте відповідний(і) розчинник(и) для малорозчинних хлоридів.

	HNO_3	$HCl_{\text{конц}}$	$NH_3 \cdot H_2O$	$KSCN$	$Na_2S_2O_3$
AgCl					
PbCl₂					
Hg₂Cl₂					

9. Вкажіть, який з гідроксидів розчиняється у надлишку лугу:

- а) $AgOH$; б) Hg_2O ; в) $Pb(OH)_2$; г) $Bi(OH)_3$; д) $Cd(OH)_2$

10. Які катіони четвертої групи утворюють розчинні комплексні аміакати?

Ag^+	Pb^{2+}	Cd^{2+}	Hg_2^{2+}	Cu^{2+}	Hg^{2+}	Cd^{2+}	Bi^{3+}

11. Встановіть відповідність між формулою сполуки та її кольором:

Ag_2O	<i>жовтий</i>
Hg_2O	<i>безбарвний</i>
$[Cu(NH_3)_4](OH)_2$	<i>білий</i>
$Hg(SCN)_2$	<i>блакитний</i>
$[Cd(NH_3)_4](OH)_2$	<i>чорний</i>

12. Іони Cd^{2+} та Bi^{3+} при додаванні лугу утворюють білі осаді гідроксидів – $Cd(OH)_2$ та $Bi(OH)_3$, які не розчиняються в надлишку лугу, але легко розчиняються в кислотах. У чому можна розчинити один з гідроксидів, щоб відокремити Bi^{3+} від Cd^{2+} ?

- а) KCN б) KOH в) $NH_3 \cdot H_2O$ г) HNO_3

13. Складіть і запишіть рівняння реакцій:

- а) $AgCl + KCl_{(нас.)} \rightarrow$
- б) $PbCl_2 + HCl_{(конц.)} \rightarrow$
- в) $HgCl_2 + HNO_3 \rightarrow$
- г) $AgCl + NH_3 \cdot H_2O \rightarrow$
- д) $[Ag(NH_3)_2]Cl + HNO_3 \rightarrow$
- е) $Hg_2Cl_2 + NH_3 \cdot H_2O \rightarrow$

14. Осад якого кольору утворюється при взаємодії Hg_2^{2+} з $NH_3 \cdot H_2O$?

- а) білого б) жовтого в) чорного г) сірого

15. За допомогою якого реагенту можна відокремити іони Ag^+ , Cu^{2+} та Cd^{2+} від іонів Hg_2^{2+} , Hg^{2+} , Pb^{2+} та Bi^{3+} ?

- а) K_2CO_3 б) KOH в) $NH_3 \cdot H_2O$ г) $Na_2S_2O_3$

16. При дії на кадмій аміакат ціанід-іонів у розчині утворюється безбарвний комплекс $K_2[Cd(CN)_4]$, що при додаванні сірководню перетворюється в осад, який виділяється на жовтий осад CdS .

- а) так б) ні

17. Які сполуки будуть утворюватись при дії надлишку амоній карбонату на розчин, що містить Ag^+ , Pb^{2+} , Cu^{2+} ?

- а) Ag_2CO_3 ; $Pb_2(OH)_2CO_3$; $Cu_2(OH)_2CO_3$;
б) Ag_2CO_3 ; $PbCO_3$; $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$;
в) $[Ag(NH_3)_2](OH)$; $Pb_2(OH)_2CO_3$; $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$.

18. Позначте, які з вказаних осадів білого кольору?



19. Складіть і запишіть рівняння реакцій:

- а) $AgNO_3 + KOH \rightarrow$
- б) $Pb(OH)_2 + KOH \rightarrow$
- в) $Hg_2(NO_3)_2 + KOH \rightarrow$
- г) $Hg(NO_3)_2 + KOH \rightarrow$
- д) $Cu(OH)_2 + KOH \rightarrow$

20. Встановіть відповідність між формулою осаду, його кольором та розчинником, у якому він розчиняється:

Формула осаду	Колір осаду	Розчинник
AgI	<i>Безбарвний</i>	
Hg_2I_2	<i>Чорний</i>	KI
PbI_2	<i>Жовтий</i>	KCN
BiI_3	<i>Зелений</i>	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
Cu_2I_2	<i>Білий</i>	

21. При дії ціаніду калію на катіони Ag^+ , Pb^{2+} , Cd^{2+} утворюються осади ціанідів білого кольору – AgCN , $\text{Pb}(\text{CN})_2$ та $\text{Cd}(\text{CN})_2$, що не розчиняються в надлишку KCN з утворенням комплексних сполук.

а) так

б) ні

22. Що є продуктом реакції Bi^{3+} з KCN ?

а) $\text{Bi}(\text{CN})_3$

б) $\text{K}[\text{Bi}(\text{CN})_4]$

в) $\text{Bi}(\text{OH})_3$

г) $\text{Bi}(\text{OH})(\text{CN})_2$

23. Складіть і запишіть рівняння реакцій:

а) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

б) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + \text{KCN} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

в) $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4] + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$

г) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$

д) $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

е) $\text{Cd}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow$

24. Дією якого реагенту можна відокремити катіони Cd^{2+} від решти катіонів четвертої групи?

а) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ у кислому середовищі при нагріванні;

б) KCN ;

в) H_2S у кислому середовищі;

г) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ при нагріванні.

25. Якого кольору осад $\text{Cu}(\text{SCN})_2$?

а) блакитного

б) оранжевого

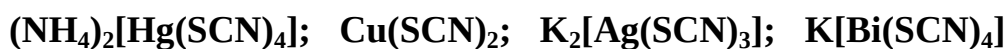
в) червоно-бурого

г) чорного

26. Для якого катіону четвертої групи реакція з $K_4[Fe(CN)_6]$ є характерною?

- а) Ag^+ б) Cu^{2+} в) Pb^{2+} г) Bi^{3+} д) Cd^{2+}

27. Які з вказаних сполук є осадами? Вкажіть кольори сполук.



28. Встановіть відповідність між формулою осаду, його кольором та оберіть розчинник(ки), у якому він розчиняється:

Формула осаду	Колір осаду	Розчинник
Ag_2CrO_4		
$Ag_2Cr_2O_7$	<i>темно-червоний</i>	HNO_3
$PbCrO_4$	<i>жовтий</i>	$NH_3 \cdot H_2O$
Hg_2CrO_4	<i>червоний</i>	$NaOH$
$HgCrO_4$	<i>цегляно-червоний</i>	$HNO_{3\text{ конц}}$
$(BiO)_2Cr_2O_7$		

29. На відміну від $PbCrO_4$ осад $(BiO)_2Cr_2O_7$ розчиняється в мінеральних кислотах і не розчиняється в лугах.

- а) так б) ні

30. Яким реагентом не можна кількісно осадити Pb^{2+} з розчину?

- а) HCl б) $NaOH$ в) H_2SO_4

31. Складіть і запишіть рівняння реакцій:

- а) $AgNO_3 + Na_2HPO_4 \rightarrow$
б) $Pb(NO_3)_2 + Na_2HPO_4 \rightarrow$
в) $AgI + Na_2S_2O_3 \rightarrow$
г) $Hg(NO_3)_2 + Na_2HPO_4 \rightarrow$

32. Як перевести Pb^{2+} з осаду $PbSO_4$ у розчин?

- а) обробити KOH при нагріванні;
б) обробити амоній ацетатом;
в) обробити амоній тартратом;
г) усі відповіді вірні.

33. До розчину *натрій станіту(II)* додали декілька краплин розчину солі одного з катіонів четвертої групи. Спостерігали утворення чорного осаду. Сіль якого з катіонів додали?

- а) Bi^{3+} б) Cd^{2+} в) Cu^{2+} г) Pb^{2+}

34. Серед катіонів четвертої аналітичної групи особливо сильно гідролізують солі Bi^{3+} . При додаванні невеликої кількості води до розчину солі бісмуту та при нагріванні в результаті гідролізу випадає білий осад основної солі бісмуту: BiOCl , BiONO_3 чи $(\text{BiO})_2\text{SO}_4$. Однак ця реакція не є характерною на іон Bi^{3+} .

- а) так б) ні

35. Складіть і запишіть рівняння реакцій:

- а) $\text{CuSO}_4 + \text{KI} \rightarrow$
б) $\text{AgCN} + \text{KCN} \rightarrow$
в) $\text{Cd}(\text{CN})_2 + \text{KCN} \rightarrow$
г) $\text{CuCl}_2 + \text{KCN} \rightarrow$
д) $\text{Bi}_2(\text{S}_2\text{O}_3)_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
е) $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2] + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
є) $\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
ж) $\text{CuSO}_4 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow$
з) $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{KOH} \rightarrow$
и) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
і) $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{NaAc} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
ї) $\text{PbSO}_4 + \text{KOH} \rightarrow$
й) $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4] + \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{NaOH} \rightarrow$
к) $\text{BiCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
л) $\text{CuSO}_{4(\text{розчин})} + \text{Fe}_{(\text{мет})} \rightarrow$

1.6. П'ята аналітична група катіонів

1. Встановіть відповідність між формулою осаду та його кольором:

Формула осаду	Колір осаду
As_2S_3	
SnS	<i>Жовтий</i>
As_2S_5	<i>Оранжевий</i>
Sb_2S_3	<i>Шоколадний</i>
SnS_2	<i>Золтаво-жовтий</i>
Sb_2S_5	

2. Який з іонів не утворює малорозчинну сполуку при дії H_2S у кислому середовищі?

а) $As(III)$ б) $Ni(II)$ в) $Pb(II)$ г) $Bi(III)$ д) $Sn(II)$

3. Який реагент слід використати для відокремлення сульфідів катіонів п'ятої групи від сульфідів катіонів четвертої групи?

а) HNO_3 б) Na_2S в) $(NH_4)_2S_2$ г) $(NH_4)_2CO_3$

4. Виберіть формулу сульфиду, що не розчиняється у сульфідах амонію та лужних металів і не утворює тіосолей.

As_2S_3 SnS As_2S_5 Sb_2S_3 SnS_2 Sb_2S_5

5. Дією яких реагентів можна відокремити сульфід арсену(III, V) від сульфідів стибію(III, V) та стануму(II, IV).

а) HNO_3 б) $HCl_{\text{конц}}$ в) $(NH_4)_2S_2$ г) $(NH_4)_2CO_3$

6. Складіть і запишіть рівняння реакцій:

- а) $Na_3AsO_4 + H_2S + HCl \rightarrow$
б) $As_2S_3 + (NH_4)_2S_2 \rightarrow$
в) $As_2S_5 + (NH_4)_2S_2 \rightarrow$
г) $As_2S_3 + NaOH \rightarrow$
д) $As_2S_5 + NaOH \rightarrow$
е) $As_2S_3 + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow$

7. Який ефект реакції взаємодії розчину $Sb(V)$ з концентрованою нітратною кислотою?

а) утворення осаду жовтого кольору;

б) утворення осаду білого кольору;

в) ніяких змін не спостерігається.

8. Серед катіонів п'ятої групи найбільшою мірою гідролізують сполуки сурми. При розбавленні розчинів, що містять $[SbCl_6]^{3-}$ та $[SbCl_6]^-$, водою утворюються білі осаді основних солей – $SbOCl$ та $SbOCl_3$.

а) так

б) ні

9. Виберіть розчинники для малорозчинних сполук $HSbO_2$ і $HSbO_3$:

а) $KOH_{\text{конц.}}$

б) $NH_3 \cdot H_2O_{\text{конц}}$

в) $HCl_{\text{конц}}$

г) $(NH_4)_2CO_3$ надл.

10. Які катіони можна осадити дією *натрій тіосульфату* у кислому середовищі при нагріванні?

а) $As(V)$

б) $Cd(II)$

в) $Sn(IV)$

г) $Bi(III)$

д) $Sb(V)$

11. Складіть і запишіть рівняння реакцій:

а) $Sb_2S_3 + (NH_4)_2S \rightarrow$

б) $Sb_2S_5 + (NH_4)_2S \rightarrow$

в) $Sb_2S_3 + (NH_4)_2S_2 \rightarrow$

г) $Sb_2S_5 + (NH_4)_2S_2 \rightarrow$

д) $Sb_2S_3 + NaOH \rightarrow$

е) $Sb_2S_5 + NaOH \rightarrow$

є) $Sb_2S_5 + HCl \rightarrow$

10. Які сполуки взаємодіють з магnezіальною сумішшю ($MgCl_2$ з $NH_3 \cdot H_2O$ та NH_4Cl) з утворенням білого кристалічного осаду?

а) Na_3AsO_3

б) Na_3AsO_4

11. Вкажіть кольори осадів: $(NH_4)_3[As(Mo_3O_{10})_4]$; $Cu_3(AsO_3)_2$; $Cu_3(AsO_4)_2$; Ag_3AsO_3 ; Ag_3AsO_4 .

12. Складіть і запишіть рівняння реакцій:

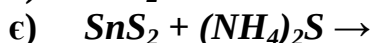
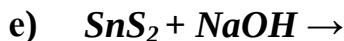
а) $SnS_2 + (NH_4)_2S \rightarrow$

б) $SnS_2 + (NH_4)_2S_2 \rightarrow$

в) $SnS + (NH_4)_2S_2 \rightarrow$

г) $SnS_2 + HCl \rightarrow$

д) $SnS + HCl \rightarrow$



13. Дією якого реагенту можна виявити $As(V)$ у розчині у присутності решти катіонів п'ятої групи?

а) розчину йоду;

б) бісмут(III) йодиду;

в) молібденової рідини.

14. Досліджуваний розчин містить AsO_4^{3-} або AsO_3^{3-} . Яким чином можна довести наявність As(III) чи As(V) ? Вкажіть ефект реакції.

а) дією калій йодиду у лужному середовищі;

б) дією йодної води у слабколужному середовищі;

в) дією йодної води у слабкокислому середовищі.

15. Виберіть органічний реагент, за допомогою якого можна виявити $Sb(V)$ шляхом екстракції з солянокислого розчину:

а) фенолфталеїн

б) метилоранж

в) метиловий фіолетовий

16. При додавання розчину $BiCl_3$ або $Bi(NO_3)_3$ до розчину $Na_2[Sn(OH)_4]$ спостерігається утворення чорного осаду металічного вісмуту. Ця реакція є характерною на іон $Sn(II)$, інші катіони п'ятої групи з сіллю бісмуту не реагують.

а) так

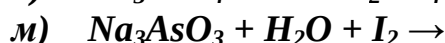
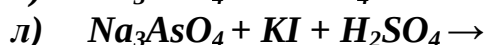
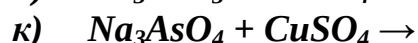
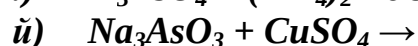
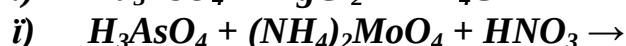
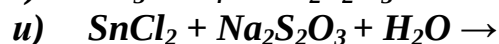
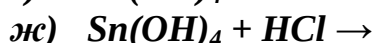
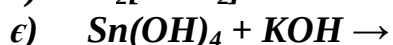
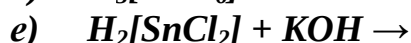
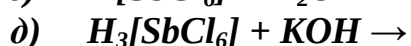
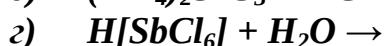
б) Ні

17. Чи можна дією суміші *диметилгліоксиму* з сіллю *феруму(II)* виявити *Sn(IV)* у розчині? Відповідь обґрунтуйте.

а) так

б) Ні

18. Складіть і запишіть рівняння реакцій:



1.7. Суміш катіонів четвертої і п'ятої аналітичних груп

1. До окремих порцій розчину задачі на IV групу катіонів додали розчини таких реагентів:

- а) HCl – осад не утворився;
- б) KI – утворився чорний осад, що розчинився при дії надлишку реагента.

Наявність яких катіонів можна вважати доведеною?

2. До окремих порцій розчину задачі на IV групу катіонів додали розчини таких реагентів:

- а) K_2CrO_4 – утворився жовтий осад, що повністю розчинився у KOH ;
- б) $KSCN$ – утворився чорний осад.

Наявність яких катіонів можна вважати доведеною?

3. До окремих порцій розчину задачі на V групу катіонів додали розчини таких реагентів:

- а) $HCl + H_2S$ – утворився жовтий осад, що розчинився у амоній карбонаті;
- б) йодну воду – спостерігали знебарвлення розчину.

Наявність яких катіонів можна вважати доведеною?

4. До окремих порцій розчину задачі на IV-V групу катіонів додали розчини таких реагентів:

- а) розчин аміаку – утворився білий осад, що розчинився у надлишку реактиву;
- б) $KSCN$ – випав білий осад, який розчинився в надлишку реактиву з утворенням безбарвного розчину;
- в) додали розчин $AgNO_3$ – випав жовтий осад.

Наявність яких катіонів можна вважати доведеною?

5. З окремими порціями розчину задачі, що містить IV і V групи катіонів, зробили такі дослід
- а) H_2SO_4 – випав білий осад, що розчинився в розчині амоній ацетату;
 - б) $AgNO_3$ – випав шоколадно–коричневий осад;
 - в) молібденову рідину і прокип'ятили – випав жовтий осад.

Наявність яких катіонів можна вважати доведеною?

1.8. Аналіз суміші першої-п'ятої груп катіонів

1. Які з катіонів 1-5 аналітичних груп можна визначити у суміші без попереднього відокремлення.
2. Як можна відокремити катіони 4-5 груп від катіонів 1-3 груп?
3. Запропонуйте схеми визначення наведених нижче катіонів у суміші катіонів 1-5 груп:

a) Mg(II);

б) Sr(II);

в) Ca(II);

г) Zn(II);

д) Cd(II).

4. Запропонуйте схему визначення катіонів у суміші:

a) Ca^{2+} , NH_4^+ , Mg^{2+} , Zn^{2+} , K^+ ;

б) Na^+ , Fe^{3+} , Al^{3+} , Co^{2+} , Fe^{2+} , Ba^{2+} ;

в) Ni^{2+} , Sr^{2+} , Mg^{2+} , Cr^{3+} , K^+ , Na^+ , Mn^{2+} ;

г) Ba^{2+} , Co^{2+} , Pb^{2+} , K^+ , Al^{3+} , Bi^{3+} , Cu^{2+} ;

д) NH_4^+ , Cd^{2+} , Ag^+ , Zn^{2+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} , Sr^{2+} ;

e) Pb^{2+} , Ag^+ , Fe^{3+} , Al^{3+} , Bi^{3+} , As(V), Sn(II);

ж) Fe^{3+} , Al^{3+} , Co^{2+} , Pb^{2+} , Ag^+ , Fe^{3+} , Al^{3+} , Bi^{3+} , As(V), Sn(IV); Sb(V).

1.9. Рідкісні елементи

1. Запишіть, до яких аналітичних груп за сульфідною та сірководневою класифікаціями відносять катіони рідкісних елементів:

Ti(IV)	Zr(IV)	V(V)	Zr(IV)	Mo(VI)	W(VI)

2. Запишіть, у який колір забарвлені розчини водорозчинних сполук наведених катіонів:

TiO^{2+} _____

Ti^{3+} _____

ZrO^{2+} _____

MoO_2^{2+} _____

VO^{2+} _____

3. При дії амоній сульфиду на розчини солей Ti(IV) і Zr(IV) в осад випадають

а) сульфіді б) сульфати в) гідроксиди

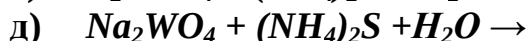
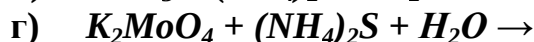
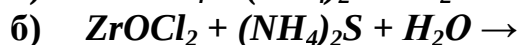
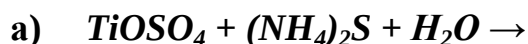
4. Виберіть відповідний(і) розчинник(и) для малорозчинних сполук.

	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$	HCl	NaOH
V_2S_5			
MoS_3			
WS_3			

5. За допомогою якого з реагентів можна відокремити Ti(IV) і Zr(IV) від V(V) , Mo(VI) і W(VI) ?

а) $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ б) NaOH в) HNO_3 г) HCl

6. Складіть і запишіть рівняння реакцій:



7. Якого кольору набувають розчини *ванадатів* при дії концентрованої *хлоридної кислоти*?

а) синього б) червоного в) жовто-оранжевого

8. У якій формі знаходяться сполуки *Mo(VI)* залежно від кислотності розчину?

9. Встановіть відповідність між формулою сполуки та її кольором:

WO_3	
$ZrO(OOH)_2$	<i>жовтий</i>
$[TiOH_2O_2]^{2+}$	<i>білий</i>
$H_4V_6O_{17}$	<i>синій</i>
W_2O_5	<i>жовто-оранжевий</i>
$H_2WO_4 \cdot H_2O$	

10. Допишіть схеми реакцій і складіть хімічні рівняння:

- | | |
|--|---|
| а) $TiOSO_4 + NaOH \rightarrow$ | ж) $TiOSO_4 + H_2O_2 \rightarrow$ |
| б) $ZrOCl_2 + NH_3 \cdot H_2O \rightarrow$ | з) $NaVO_3 + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow$ |
| в) $Na_2WO_4 + HNO_3 \rightarrow$ | и) $Na_3PO_4 + Na_2WO_4 + HNO_3 \rightarrow$ |
| г) $Na_2VO_3 + HCl \rightarrow$ | і) $H_3PO_4 + Na_2MoO_4 + HNO_3 \rightarrow$ |
| д) $Na_2MoO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$ | й) $ZrOCl_2 + Na_2S_2O_3 + H_2O \rightarrow$ |
| е) $Na_2WO_4 + SnCl_2 + HCl \rightarrow$ | й) $Na_2MoO_4 + SnCl_2 + NH_4SCN + HCl \rightarrow$ |
| є) $TiOCl_2 + Al + HCl \rightarrow$ | к) $ZrOCl_2 + (NH_4)_2C_2O_4 \rightarrow$ |

11. Метали: *алюміній, цинк, кадмій і олово* в хлоридних кислих розчинах відновлюють *Ti(IV)* до *Ti(III)*, при цьому розчин набуває жовтого забарвлення.

а) так б) ні

12. Іон якого металу заважатиме визначенню *W(VI)* за реакцією відновлення *алюмінієм* у кислому середовищі?

Ti(IV)	Zr(IV)	V(V)	Sn(II)	Mo(VI)

13. Який маскуючий агент необхідно застосувати, щоб усунути вплив $Ti(IV)$ при виявленні $V(V)$ за реакцією з гідроген пероксидом?

а) $KNaC_4H_4O_6$

б) NaF

в) Na_2HPO_4

14. Які іони утворюють забарвлені розчинні сполуки з гідроген пероксидом?

а) $Mo(VI)$

б) $Sn(IV)$

в) $V(V)$

г) $Zr(IV)$

д) $Ti(IV)$

15. Який з іонів буде заважати утворенню молібдофосфатної гетерополікислоти?

а) $W(VI)$

б) $Sn(IV)$

в) $V(V)$

16. Яким чином можна відокремити $Zr(IV)$ від $Ti(IV)$?

а) дією $NaOH$;

б) дією Na_2HPO_4 ;

в) дією H_2O_2 і Na_2HPO_4 .

17. Яка сполука утвориться при взаємодії $Na_2S_2O_3$ з іонами $Ti(IV)$ при нагріванні?

а) $TiOS_2O_3$

б) TiS_2

в) TiO_2

18. Якою є сполука $(NH_4)_2[ZrO(C_2O_4)_2]$, що утворюється при дії надлишку $(NH_4)_2C_2O_4$ на розчини $Zr(IV)$?

а) малорозчинною

б) розчинною

19. Чи можна застосовувати $Na_2C_2O_4$ в аналізі для маскування $Ti(IV)$?

а) так

б) ні

20. Виберіть колір, у який забарвлює розчин комплексна сполука $Ti(IV)$ з *хромотроповою кислотою* у кислому середовищі:

а) зелений

б) червоно-бурий

в) жовтий

г) оранжевий

21. Який іон буде заважати виявленню $Ti(IV)$ з *хромотроповою кислотою*?

а) $Ni(II)$

б) $Sn(II)$

в) $Fe(II)$

г) $Fe(III)$

22. Отриманий прозорий розчин задачі на суміш катіонів рідкісних елементів мав кислу (за універсальним індикаторним папірцем) реакцію. До окремих порцій розчину задачі додали розчини:

а) $(NH_4)_2S$ – випав білий осад;

б) H_2O_2 – з'явилося жовте забарвлення, яке повністю зникло при подальшому додаванні KF ;

Який ефект буде спостерігатися при додаванні до порції цієї задачі розчинів HCl та алізарину? Доведіть свою думку рівняннями відповідних хімічних реакцій.

23. Отриманий розчин задачі на суміш катіонів рідкісних елементів мав лужну (за універсальним індикаторним папірцем) реакцію та містив білий осад. Осад відокремили від розчину та аналізували окремо.

До фільтрату додали розчини:

а) HCl (до кислої реакції), NH_4SCN та $SnCl_2$ – розчин залишився безбарвним;

б) додали HNO_3 , нагріли – утворився жовтий осад, який синіє при додавання $SnCl_2$.

Осад на фільтрі (відокремлений від задачі) промили водою та обробили HCl (1:1). Прозорі «промивні води», що утворилися в результаті, розбавили водою (до рН 1 за індикаторним папірцем) та додали до окремих порцій такі реактиви:

а) H_2O_2 – спостерігали появу жовтого забарвлення, яке повністю зникає при додаванні KF ;

б) розчин алізарину – з'явилося червоне забарвлення.

Зробіть висновок про вміст іонів рідкісних елементів у досліджуваному розчині (назвіть іони, що **точно присутні** у розчині, а також ті, **яких точно немає**). Напишіть рівняння тих реакцій, що відбулися внаслідок дії перерахованих вище реагентів.

24. Отриманий розчин задачі на суміш іонів рідкісних елементів був безбарвний, прозорий, і мав кислу (за універсальним індикаторним папірцем рН 2) реакцію. З окремими порціями розчину задачі провели такі досліді:

- а) додали надлишок $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – випав білий осад;
- б) додали HNO_3 та нагріли – осаду не спостерігали;
- в) додали H_2O_2 – спостерігали появу жовтого забарвлення, яке повністю зникає при додаванні KF ;
- г) додали HCl до рН 1 та розчин алізарину – розчин забарвився у жовтий колір;
- д) додали $\text{NH}_4\text{SCN} + \text{SnCl}_2$ – розчин забарвився в червоний колір.

Зробіть висновок про вміст іонів рідкісних елементів у досліджуваному розчині (назвіть іони, які **точно** присутні у розчині, а також ті, **яких точно** немає).

Якісний аналіз аніонів

В літературі запропоновано кілька класифікацій аніонів, що ґрунтуються

- на різній розчинності їх солей з катіонами Ca^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+} , Zn^{2+} , Ag^+ ;
- легкості розкладання солей неорганічними та органічними кислотами;
- здатності до взаємодії з окисниками та відновниками.

Даний навчальний посібник, згідно з однією з найбільш розповсюджених класифікацій, передбачає розділення аніонів на три групи (табл. 2 Додатку) за розчинністю їх солей з катіонами Ba^{2+} та Ag^+ :

1 група – аніони, що утворюють осади з розчинними солями Ba^{2+} ;

2 група – аніони, що утворюють осади з розчинними солями Ag^+ в присутності HNO_3 ;

3 група – аніони, що не утворюють осадів з розчинними солями Ba^{2+} та Ag^+ .

2.1. Перша аналітична група аніонів

1. Позначте, які з вказаних нижче аніонів відносять до першої аналітичної групи?

SO_3^{2-}	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	Cl^-	SCN^-	AsO_4^{3-}	SiO_3^{2-}	PO_4^{3-}	CH_3COO^-	BO_2^-

2. Груповим реагентом першої групи аніонів є BaCl_2 в сильнокислотному середовищі.

а) так

б) ні

3. Всі аніони першої групи можна перевести в осад за допомогою:

а) BaCl_2 в
сильно
кислотному
середовищі;

б) SrCl_2 в
слабко
лужному
середовищі;

в) CaCl_2 в
нейтральному
середовищі;

г) $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ в
слабко
кислотному
середовищі;

д) BaCl_2 в
слабко
лужному
середовищі

4. Позначте сполуки кальцію, що добре розчиняються у воді:

CaC_2O_4	CaSO_3	CaCO_3	$\text{Ca}(\text{BO}_2)_2$	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	CaSO_4	CaSiO_3	CaS_2O_3

5. Встановіть відповідність між формулою осаду та його кольором:

$\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3$	<i>фіалковий</i>
Ag_3PO_4	<i>білий, поступово чорніє</i>
Ag_2SiO_3	<i>червоно-бурий</i>
Ag_2CrO_4	<i>жовтий</i>
$\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$	<i>білий</i>
AgJO_3	<i>блідо-зелений</i>

6. Який з аніонів утворює з Ba^{2+} сіль, що **не** розчиняється в розбавлених мінеральних кислотах:

а) борат; б) оксалат; в) сульфат; г) тіосульфат; д) карбонат.

7. Оберіть, з якими катіонами аніон PO_4^{3-} утворює осад в ацетатнокислому середовищі, та складіть рівняння відповідних реакцій:

а) Fe^{3+} б) Fe^{2+} в) Mg^{2+} г) Bi^{3+} д) Pb^{2+} е) Ag^+

8. Оберіть правильний варіант продовження твердження «Розчином барій хлориду в нейтральному середовищі можна осадити обидва аніони...». Напишіть відповідні рівняння реакцій.

а) BO_2^- та NO_3^- б) S^{2-} та SiO_3^{2-} в) PO_4^{3-} та S^{2-} г) CO_3^{2-} та SiO_3^{2-}

9. Оберіть аніон, що утворює з розчином барій хлориду в нейтральному середовищі білий осад, розчинний в мінеральних кислотах і не розчинний в оцтовій:

а) CO_3^{2-} б) SiO_3^{2-} в) PO_4^{3-} г) BO_2^- д) SO_3^{2-}

10. Яким із наведених реагентів можна виявити аніони *сульфіту* у присутності аніонів *оксалату*:

а) $\text{BaCl}_2 + \text{HNO}_3$ б) $\text{AgNO}_3 + \text{HNO}_3$ в) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ г) HCl , $t^\circ\text{C}$

11. Яким із наведених реагентів можна виявити аніони *арсенату* у присутності аніонів *фосфату*? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

а) $\text{KI} + \text{HCl}$ б) $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + \text{HNO}_3$ в) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ г) $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$

12. Яким із наведених реагентів можна виявити аніони *сульфіту* у присутності аніонів *тіосульфату* а яким, навпаки, - аніони *тіосульфату* у присутності аніонів *сульфіту*? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

- а) J_2 ; б) BaCl_2 в) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ г) $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ д) 2 М HCl ,
нейтральне середовище; $t^\circ\text{C}$.

13. Досліджуваний розчин містить **один з двох** іонів SO_4^{2-} або CO_3^{2-} . Який з наведених нижче реактивів придатний для вирішення питання про хімічний склад розчину? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

- а) BaCl_2 нейтральне середовище; б) SrCl_2 ; в) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$; г) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{CH}_3\text{COOH}$.

14. Яким із наведених реагентів **не можна** перевести в осад аніон $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$?

- а) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{CH}_3\text{COOH}$; б) MnCl_2 ; в) BaCl_2 ; г) AgNO_3 ; д) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{HNO}_3$.

15. Яким із наведених реагентів можна виявити *оксалат*-аніони у присутності *карбонат*-аніонів? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

- а) $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$; б) BaCl_2 в) KMnO_4 + г) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$,
слабко лужне H_2SO_4 , $t^\circ\text{C}$; ацетатнокисле
середовище; середовище.

16. Досліджуваний розчин містить *один* з двох іонів BO_2^- або PO_4^{3-} . Який з наведених нижче реактивів придатний для вирішення питання про хімічний склад розчину? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

- а) $\text{KMnO}_4 + 2 \text{ M H}_2\text{SO}_4, t^0\text{C};$ б) $\text{BaCl}_2;$ в) $\text{BaCl}_2 + 2 \text{ M HCl};$ г) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{CH}_3\text{COOH};$ д) $\text{KJ} + 1 \text{ M H}_2\text{SO}_4.$

17. В який колір забарвлюють полум'я леткі сполуки бору?

- а) жовтого-рячий; б) червоний; в) фіолетовий; г) зелений; г) помаранчевий.

18. Якими із наведених реагентів можна розчинити осад $MgNH_4PO_4$? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

- а) 1 М CH_3COOH ; б) 2 М HCl ; в) 2 М $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; г) 1 М NaOH .

19. Досліджуваний розчин містить один з двох аніонів: $C_2O_4^{2-}$ або PO_4^{3-} . Який з наведених нижче реактивів придатний для вирішення питання про хімічний склад розчину. Відповідь підтвердити рівнянням хімічної реакції.

- а) AgNO_3 ; б) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ в) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ г) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ д) $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$
+ HNO_3 ; + HNO_3 ; + CH_3COOH ;

20. Взаємодія карбонатів з кислотами супроводжується виділенням вуглекислого газу. За якими ознаками його можна виявити?

- а) помутніння розчину баритової води;
- б) утворення синього розчину;
- в) посиніння змоченого водою універсального індикаторного папірця при піднесенні до отвору пробірки;
- г) рівномірне виділення дрібних пухіrcів в усьому об'ємі розчину;
- д) поява характерного запаху.

21. Оберіть аніон, з яким лужний розчин *натрій нітропрусиду* в присутності $K_4Fe(CN)_6$ утворює синій осад, а з яким - червоний:

- а) SO_3^{2-} ; б) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$; в) SO_4^{2-} ; г) CO_3^{2-} ; д) BO_2^- .**

22. Чи можна виявити $C_2O_4^{2-}$ у присутності $S_2O_3^{2-}$ та SO_3^{2-} за реакцією з $KMnO_4$ в кислому середовищі? Відповідь обґрунтуйте.

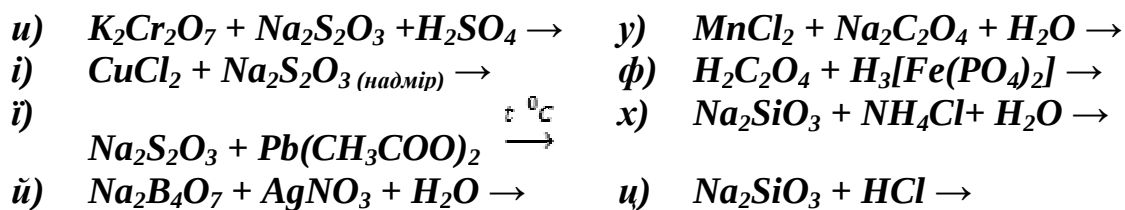
23. При визначенні CO_3^{2-} за реакцією з хлоридною кислотою для усунення впливу $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ та SO_3^{2-} попередньо до досліджуваного розчину додають:

- а) HAc; б) NaOH; в) H₂O₂, t⁰; г) I₂; д) нічого не додають.

Напишіть рівняння відповідних реакцій.

24. Допишіть схеми реакцій і складіть хімічні рівняння:

- $$\begin{array}{ll}
 \text{a)} & \text{CuSO}_4 + \text{KI} \rightarrow \\
 \text{б)} & \text{CaSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{т. в. с.}} \\
 \text{в)} & \text{BaSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{т. в. с.}} \\
 \text{г)} & \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{p. o. s. b.})} \rightarrow \\
 \text{д)} & \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \\
 \text{е)} & \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{J}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \\
 \text{е)} & \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \\
 \text{ж)} & \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{HCl} \rightarrow \\
 \text{з)} & \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{т. в. с.}}
 \end{array}
 \begin{array}{ll}
 \text{к)} & \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \\
 \text{л)} & \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \\
 \text{м)} & \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_3\text{BO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \\
 \text{н)} & \text{FePO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \\
 \text{о)} & \text{CaCl}_2 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{NH}_3 \rightarrow \\
 \text{п)} & \text{Hg}_2(\text{NO}_2)_2 + \text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \\
 \text{р)} & \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{HNO}_3 + \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \\
 \text{с)} & (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow \\
 \text{т)} & \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow
 \end{array}$$



25. Оберіть спосіб, придатний для розчинення осаду $BaSO_4$?

- а) обробка концентрованою хлоридною кислотою;
- б) кип'ятіння з розчином натрій карбонату;
- в) обробка розчином калій гідроксиду;
- г) кип'ятіння із насиченим розчином амоній хлориду.

26. Досліджуваний розчин містить аніони $S_2O_3^{2-}$, SO_3^{2-} , SO_4^{2-} . Запропонуйте схему виявлення кожного з катіонів у розчині.

27. До порції розчину аніонів I групи додали

нейтральний розчин $AgNO_3$ – випав білий осад, забарвлення якого з часом змінювалося на жовте, буре, чорне.

Наявність якого аніону можна вважати доведеною? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

28. До порції слабколужного розчину суміші аніонів I групи додали

розчин $AgNO_3$ – випав жовтий осад, забарвлення якого не змінювалося з часом;

при обробці розчином NH_3 спостерігали перетворення цього осаду на білий драглистий.

Наявність та відсутність яких аніонів можна вважати доведеною?

29. З окремими порціями нейтрального розчину суміші аніонів I групи провели наступні досліді:

- а) додали розчини *розб.* HNO_3 та $BaCl_2$ – ніяких змін не спостерігали;
- б) досліджуваний розчин краплями додали до розчину I_2 – ніяких змін не спостерігали;
- в) розчин $AgNO_3$ – випав білий осад, об'єм якого збільшився при додаванні розчину NH_3 .

Зробіть висновок про вміст аніонів у досліджуваному розчині (назвіть іони, які **точно присутні** у розчині, а також ті, **яких точно немає**). Напишіть рівняння тих реакцій, що відбулися внаслідок дії перерахованих вище реактивів.

30. До окремих порцій нейтрального розчину суміші аніонів I групи додали розчини таких реагентів:

- а) $BaCl_2$ – утворився білий осад, що розчинився при додаванні HCl ;
- б) $AgNO_3$ – випав білий осад;
- в) розб. HCl – виділення пухирців газу та появи специфічного запаху не спостерігали.

Який ефект буде спостерігатися, якщо порцію цієї задачі випарити до вологих солей, додати кілька краплин конц. H_2SO_4 , 2 мл C_2H_5OH та підпалити? Доведіть свою думку рівняннями відповідних хімічних реакцій.

2.2. Друга аналітична група аніонів

1. Позначте, які з перелічених нижче аніонів відносять до другої аналітичної групи.

SO_3^{2-}	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	Cl^-	SCN^-	AsO_4^{3-}	SiO_3^{2-}	PO_4^{3-}	HPO_4^{2-}	CH_3COO^-	BO_2^-

2. Груповим реагентом другої групи аніонів є:

а) AgNO_3 ,
2 М NaOH ; б) AgNO_3 ,
2 М HNO_3 ; в) AgNO_3 ,
1 М HCl ; г) BaCl_2 ,
конц. KOH ; д) BaCl_2 ,
2 М HCl .

3. Оберіть реагенти, дією яких можна перевести в осад одночасно лише всі аніони другої групи:

а) $\text{PbO}_2 +$
 CH_3COOH ; б) $\text{KMnO}_4 +$
 H_2SO_4 ; в) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 +$
 HNO_3 ; г) $\text{AgNO}_3 +$
 HNO_3 .

4. Оберіть реагент, в якому розчиняються солі аргентуму(І) всіх аніонів другої групи:

а) 2 М $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; б) 1 М HCl ; в) 2 М NaOH ; г) 2 М HNO_3 ; д) 2 М H_2SO_4 ; є) NH_4Cl .

5. Встановіть відповідність між формулою осаду та його кольором:

Формула	Колір
Ag_2S	Жовтий
AgCl	Жовтувато-білий
AgJ	Чорний
AgBr	Рожевий
AgSCN	Білий

6. Оберіть реагент, в якому осад AgBr не розчиняється:

а) калій ціанід; б) натрій
тіосульфат; в) амоній
карбонат; г) амоніак;

7. Оберіть правильний варіант продовження твердження «Розчином калій перманганату в середовищі 2 М сульфатної кислоти окиснюються аніони...». Напишіть відповідні рівняння реакцій.

а) SCN^- та Cl^- ; б) S^{2-} та I^- ; в) Br^- та SCN^- ; г) S^{2-} та Cl^- ;

8. Встановіть відповідність між формулою осаду та розчинником (розчинниками):

<i>Розчинник</i>	<i>Формула</i>
HNO_3	Ag_2S
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	AgCl
$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	AgI
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	AgBr
KCN	AgSCN

9. Оберіть аніон, що утворює з розчином аргентум нітрату в нітратнокислому середовищі осад, розчинний в розчині натрій тіосульфату і не розчинний в аміаку

а) SCN^- ; б) I^- ; в) Cl^- ; г) Br^- ; д) S^{2-} .

10. Якими із наведених реагентів можна перевести в осад аніон тіоціанату? Відповідь підтвердіть рівнянням хімічної реакції.

а) $\text{AgNO}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; б) $\text{AgNO}_3 + \text{KBr}$; в) $\text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$; г) CuSO_4 ; д) FeCl_3 .

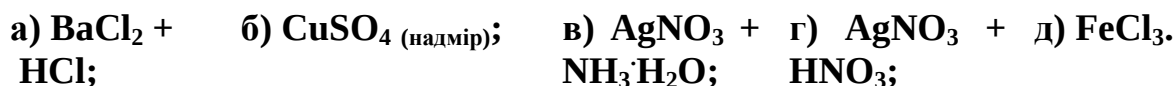
11. Яким із наведених реагентів можна перевести в розчин осад AgSCN ? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

а) KCl ; б) HNO_3 ; в) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; г) CH_3COOH .

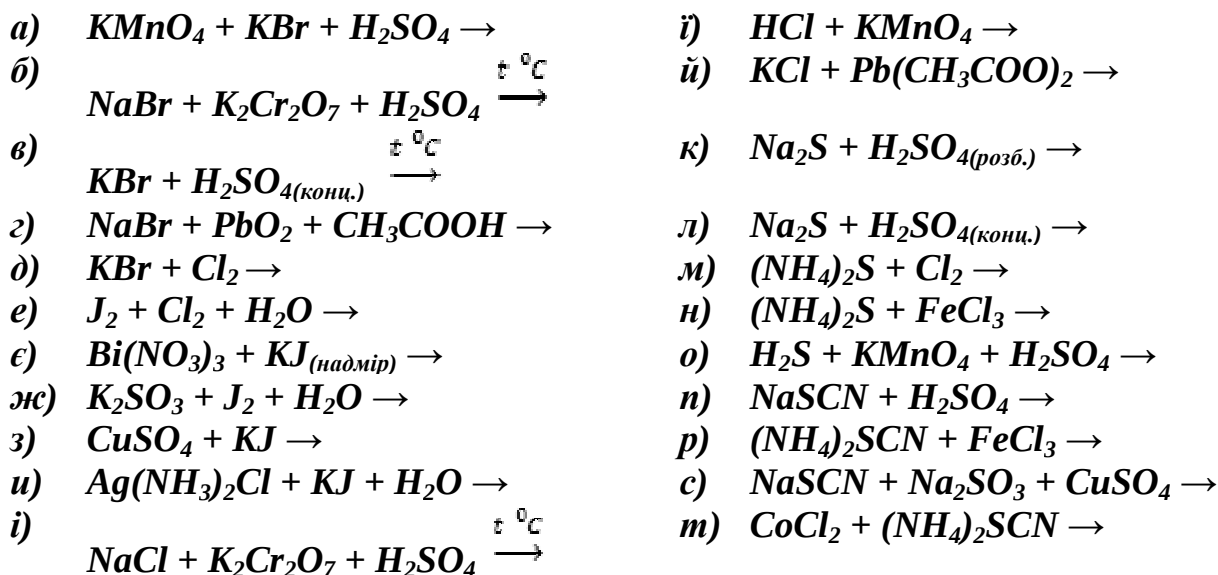
12. Досліджуваний розчин містить один з двох іонів Cl^- або Br^- . Які з наведених нижче реагентів можна використати для вирішення питання про хімічний склад розчину? Напишіть відповідні рівняння реакцій.

а) $\text{AgNO}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; б) $\text{AgNO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$; в) $\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; г) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{толуол}$; д) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$.

13. Досліджуваний розчин містить один з двох іонів J^- або SCN^- . Який з наведених нижче реактивів придатний для вирішення питання про хімічний склад розчину? Напишіть рівняння відповідних реакцій.



14. Допишіть схеми реакцій і складіть хімічні рівняння:



15. Розташуйте аніони Br^- , Cl^- , J^- у порядку зростання відновлювальних властивостей. Наведіть факти, що підтверджують вашу думку.

16. Досліджуваний розчин містить аніони Cl^- , Br^- , J^- . Запропонуйте схему виявлення кожного з аніонів у розчині.

17. Наведіть схему визначення Cl^- в суміші аніонів 2 групи. Поясніть, чому на першому етапі необхідно досягти **повного** осадження аніонів II групи розчином $AgNO_3 + HNO_3$?

18. Досліджуваний розчин містить аніони SCN^- , Br^- , J^- . Запропонуйте схему виявлення кожного з катіонів у розчині.

19. До порції розчину суміші аніонів 2 групи

додали розчин $AgNO_3$ – випав білий осад, який повністю розчинився в насиченому розчині $(NH_4)_2CO_3$.

Який ефект буде спостерігатися, якщо до окремих порцій цієї задачі додати:

- а) розб. H_2SO_4 , бензол, кілька краплин хлорної води та збовтати;
- б) надлишок HNO_3 , розчин $(NH_4)_2MoO_4$ і нагріти до кипіння;
- в) $Co(NO_3)_2$ та аміловий спирт;

г) розб. HNO_3 , нагріти та піднести до отвору пробірки папірець, просочений $Pb(NO_3)_2$?

Доведіть свою думку рівняннями відповідних хімічних реакцій.

20.3 окремими порціями розчину суміші аніонів II групи провели наступні дослід:

а) додали K_2CrO_4 та H_2SO_4 і прокип`ятили, тримаючи над отвором пробірки скляну паличку, змочену KOH . Потім паличку промили в невеликій кількості розб. H_2SO_4 , додали діетиловий етер та H_2O_2 і збовтали – органічний шар набув синього кольору;

б) $AgNO_3$ – випав жовтуватий осад, який лише частково розчинився в NH_3 ;

в) додали бензол, кілька краплин хлорної води та збовтали – органічний шар набув жовто-бурого кольору.

Зробіть висновок про вміст аніонів у досліджуваному розчині (назвіть іони, які **точно присутні** у розчині, а також ті, **яких точно немає**). Напишіть рівняння тих реакцій, що відбулися внаслідок дії перерахованих вище реактивів.

2.3 Третя аналітична група аніонів

1. Розчин містить один з двох аніонів: NO_2^- та NO_3^- . Який з наведених нижче реактивів придатний для вирішення питання про хімічний склад розчину. Відповідь підтвердіть рівнянням хімічної реакції.

а) дифеніламін б) $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ (конц); H_2SO_4 ; в) $\text{Al} + \text{KOH}$; г) $\text{KI} + \text{HCl}$; д) $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CH}_3\text{COOH}$, $t^\circ\text{C}$.

2. Реакція з сульфаніловою кислотою та α -нафтіламіном дає змогу відкрити:

а) NO_2^- в присутності NO_3^- ; б) NO_3^- в присутності NO_2^- ; в) NO_2^- та NO_3^- разом.

Вкажіть зовнішній ефект реакції.

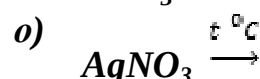
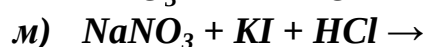
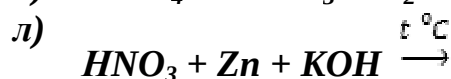
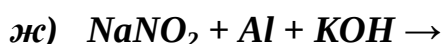
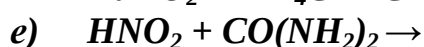
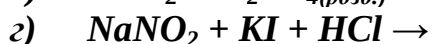
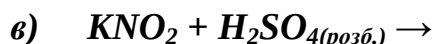
3. Яким із наведених реагентів можна перевести в осад ацетат-аніони з концентрованого розчину? Напишіть рівняння відповідної реакції.

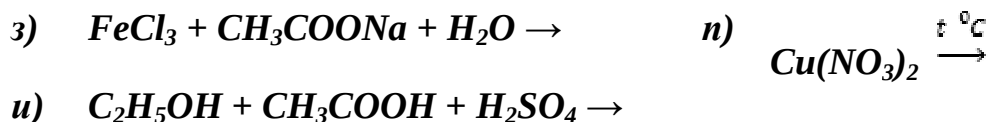
а) $\text{FeCl}_3 + 2 \text{M HCl}$; б) $\text{CaCl}_2 + 2 \text{M NaOH}$; в) $\text{AgNO}_3 + 2 \text{M HNO}_3$; г) $\text{AgNO}_3 + 2 \text{M NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

4. Перед визначенням нітрату в суміші аніонів третьої групи за реакцією з дифеніламіном заважаючий вплив нітриту усувають наступними способами:

а) кип'ятіння з H_2SO_4 ; б) осадження розчином BaCl_2 ; в) відновлення розчином KJ ; г) кип'ятіння з NH_4Cl в оцтовокислом середовищі; д) кип'ятіння з $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ в лужному середовищі.

5. Допишіть схеми реакцій і складіть хімічні рівняння:





6. До окремих порцій розчину суміші третьої групи аніонів додали:

- а) надлишок лугу, *Al* та нагріли до кипіння – вологий лакмусовий папірець, при піднесенні до отвору пробірки набув синього забарвлення;
- б) розчин оцтової кислоти та *KI* - забарвлення не змінилося;
- в) концентрований розчин *AgNO_3* – утворився білий осад.

Назвіть іони, які **точно присутні** у розчині, а також ті, **яких точно немає**. Напишіть рівняння реакцій, що відбулися внаслідок дії перерахованих вище реактивів.

7. З окремими порціями розчину суміші аніонів третьої групи зробили такі дослід:

- а) додали розбавлений розчин сульфатної кислоти – виділився газ бурого кольору;
- б) обережно по стінці пробірки додали розчин дифеніламіну в сульфатній кислоті – утворився синій осад;
- в) додали розчин ферум(III) хлориду, розбавили водою та прокип`ятили – утворився бурий осад.

Які аніони **присутні** у розчині? Напишіть відповідні рівняння реакцій.

8. Запропонуйте схему виявлення кожного з аніонів третьої аналітичної групи у суміші.

2.4. Аналіз суміші аніонів 1-3 груп

1. Які аніони можна виявити в суміші 1-3 груп дробними реакціями (без попереднього розділення)?

2. Оберіть варіанти, для правильного продовження фрази: «*Перед початком систематичного аналізу суміші аніонів 1-3 груп слід...*»

а) перевірити наявність/відсутність окисників

б) нейтралізувати розчин

в) нагріти розчин до кипіння для видалення розчиненого кисню

г) визначити рН розчину

3. Розчин суміші аніонів має кислу реакцію, характерні запахи та осад відсутні. Позначте аніони, які точно відсутні в розчині:

BO_2^-	CO_3^{2-}	SiO_3^{2-}	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	SO_3^{2-}	
S^{2-}	Cl^-	Br^-	I^-	SCN^-	NO_2^-	NO_3^-	CH_3COO^-

4. В кислому розчині одночасно не можуть існувати аніони:

а) Cl^- та PO_4^{3-} ; **б) CO_3^{2-} та NO_3^- ;** **в) I^- та NO_2^- ;** **г) CH_3COO^- та Br^- ;** **д) SO_3^{2-} та S^{2-} .**

Відповідь обґрунтуйте.

5. Нейтральний розчин суміші аніонів 1-3 аналітичних груп обережно підкислили. Розчин набув жовтувато-коричневого забарвлення та помутнів. Це є наслідком *одночасної присутності* у вихідному розчині аніонів:

а) Cl^- , SO_3^{2-} та NO_3^- ; **б) SO_3^{2-} , BO_2^- та I^- ;** **в) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, I^- та NO_2^- ;** **г) I^- , S^{2-} та SCN^- ;** **д) свій варіант.**

Відповідь обґрунтуйте.

6. Досліджуваний розчин містить *лише один* аніон та має слабко лужну реакцію. З окремими порціями цього розчину зробили такі дослід:

а) додали розчин аргентум нітрату – утворився жовтий осад;

б) додали винну кислоту, надмір нітратної кислоти та молібденову рідину та нагріли – жодного ефекту не спостерігали;

в) додали хлорид амонію – утворився білий осад.

Який аніон присутній у розчині? Напишіть відповідні рівняння реакцій.

7. Яким із наведених реагентів можна виявити аніони роданіду у присутності аніонів ацетату? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

а) $\text{FeCl}_3 +$ аміловий спирт;
б) CuCl_2 ;
в) BaCl_2 ;
г) FeCl_3 (надмір), t° ;
д) $\text{BaCl}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

8. Досліджуваний розчин містить один з двох іонів Cl^- або PO_4^{3-} . Який з наведених нижче реактивів придатний для вирішення питання про хімічний склад розчину? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

а) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{HNO}_3$;
б) $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2 + \text{HNO}_3$;
в) $\text{AgNO}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$;
г) $\text{AgNO}_3 + \text{HNO}_3$;
д) $\text{CaCl}_2 + \text{CH}_3\text{COOH}$.

9. Досліджуваний розчин містить один з двох аніонів S^{2-} або $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$. Який з наведених нижче реагентів придатний для вирішення питання про хімічний склад розчину? Напишіть відповідні рівняння реакцій.

а) $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ кип'ятіння;
б) $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$;
в) FeCl_3 ;
г) H_2SO_4 конц.;
д) CaCl_2 .

10. Яким з наведених нижче реактивів можна виявити аніони оксалату в присутності йодиду? Відповідь обґрунтуйте, напишіть рівняння хімічної реакції.

а) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ (нагр.);
б) Хлорна вода + H_2SO_4 ;
в) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{CH}_3\text{COOH}$;
г) $\text{CaCl}_2 + \text{CH}_3\text{COOH}$;
д) $\text{FeCl}_3 +$ хлороформ.

11. Перед виявленням I^- та Br^- за реакцією з хлорною водою до суміші аніонів 1-3 груп додають по краплинах розчин KMnO_4 з метою:

а) маскуванню NO_2^- ;
б) осадження SO_3^{2-} ;
в) окиснення $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ та S^{2-} ;
г) видалення Cl^- , CH_3COO^- та S^{2-} ;

12. Зокремими порціями розчину задачі на аніони зробили такі досліди:

а) додали розчин ацетатної кислоти – розчин забарвився в бурий колір;
б) додали розчин аргентум нітрату – утворився жовтий осад, що не розчиняється в аміаку;
в) додали розчин ферум (III) хлориду та толуол – органічний шар забарвився в рожевий колір.

Які аніони присутні у розчині? Напишіть відповідні рівняння реакцій.

13.3 окремими порціями розчину задачі на аніони 1-3 груп зробили такі дослід:

- а) додали розчин барій хлориду та хлоридної кислоти – спостерігали виділення бульбашок газу та утворення білого осаду;**
- б) додали кадмію карбонат – утворився жовтий осад;**
- в) додали розчин ферум (III) хлориду та толуол – органічний шар забарвився в рожевий колір.**

Які аніони безумовно присутні у розчині? Напишіть відповідні рівняння реакцій.

14.3 окремими порціями розчину задачі на аніони 1-3 груп зробили такі дослід:

- а) додали розчин сульфатної кислоти, нагріли та краплинами додали розчин калій перманганату – спостерігали знебарвлення розчину перманганату;**
- б) додали нейтральний розчин аргентум нітрату – утворився жовтий осад, що частково розчиняється в аміаку та нітратній кислоті;**
- в) додали розчин хлоридної кислоти і прокип'ятили – осадів не утворилося, сторонніх запахів не відчувалося.**

На присутність та відсутність яких аніонів вказують ці дослід? Напишіть відповідні рівняння реакцій.

15.3 окремими порціями розчину задачі на аніони 1-3 груп зробили такі дослід:

- а) додали розчин аргентум нітрату – утворився жовтий осад;**
- б) додали винну кислоту, надмір нітратної кислоти, молібденову рідину та нагріли – утворився жовтий осад;**
- в) додали амонію хлорид – утворився білий осад;**
- г) додали розчин ферум(III) хлориду та толуол – органічний шар залишився безбарвним.**

Які аніони безумовно присутні та відсутні у розчині? Напишіть відповідні рівняння реакцій.

16.3 окремими порціями розчину-задачі на аніони 1-3 груп зробили такі дослід:

- а) додали розчин ферум(III) хлориду та толуол – органічний шар набув рожевого забарвлення;**
- б) додали хлоридну кислоту та прокип'ятили - утворилася блідо-жовта каламуть;**

в) додали розчин нітрату срібла та HNO_3 – випав світло-жовтий сирнистий осад, добре розчинний в KCN .

На присутність або відсутність яких аніонів вказують ці дослід?

17. Запропонуйте схему аналізу суміші аніонів S^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, SO_3^{2-} , CH_3COO^- .

3. Якісний аналіз складних сумішей та індивідуальних речовин

3.1 Аналіз сплаву

1. Назвіть чотири основних групи сплавів. Як їх розрізнити за зовнішнім виглядом (колір, блиск, густина)?

2. Основою чорних сплавів може бути:

а) мідь; б) германій; в) залізо; г) хром; д) свинець; е) алюміній.

3. Сплави на основі магнію відносяться до:

а) легких; б) кольорових; в) важких; г) чорних.

4. Поясніть, що таке *пасивація*? За яких умов вона виникає? Які метали схильні до пасивації?

5. Заповніть таблицю:

Назва сплаву	Основа сплаву
Типографський	
Бабіт	
Дюралюміній	
Сталь	
Бронза	
Силумін	
Константан	
Ніхром	
Латунь	
Алюмель	
Мельхіор	
Магналій	
Чавун	

6. Заповніть таблицю:

Назва сплаву	Головні добавки до основи
Типографський	
Бабіт	
Дюралюміній	
Сталь	
Бронза	
Силумін	
Константан	
Ніхром	
Латунь	
Алюмель	
Мельхіор	
Магналій	
Чавун	

7. Вкажіть, до якого типу (**легкий, важкий, кольоровий, чорний**) належить сплав, та назвіть найбільш придатний для нього розчинник.

Назва сплаву	Тип сплаву	Розчинник
Типографський		
Бабіт		
Дюралюміній		
Сталь		
Бронза		
Силумін		
Константан		
Ніхром		
Латунь		
Алюмель		
Мельхіор		

3.2 Визначення якісного складу індивідуальних сполук неметалічного характеру (оксиди, солі, кислоти, основи)

1. Поясніть чому перед аналізом зразку індивідуальної сполуки необхідно

а) досліджуваний матеріал ретельно подрібнити;

б) підготовлений зразок розділити на три частини?

2. Назвіть імовірне забарвлення солей, що містять:

Метал, що входить до складу солі	Імовірне забарвлення солі
Fe^{2+}	
Fe^{3+}	
Mn^{2+}	
$Mn(IV)$	
$Mn(VII)$	
Ni^{2+}	
Cu^{2+}	
Co^{2+}	
Cr^{3+}	
$Cr(VI)$	
V^{2+}	
$V(IV)$	
$V(V)$	
$Ti(IV)$	
$Mo(VI)$	
Ca^{2+}	

3. Знайдіть відповідність між забарвленням полум'я, що виникає при внесенні в нього зразку, обробленого *хлоридною кислотою*, та наявністю певного катіону у складі досліджуваної сполуки:

Катіон

Забарвлення полум'я

K^{+}

Карміново-червоний

Na^{+}

Жовто-оранжевий

Sr^{2+}	Цегляно-червоний
Li^{+}	Червоний
Ca^{2+}	Синьо-зелений
Ba^{2+}	Фіалковий
Cu^{2+}	Жовто-зелений

Поясніть необхідність попередньої обробки зразку хлоридною кислотою.

4. Досліджувана речовина білого кольору повністю розчинна в $\text{HCl}_{(\text{розб.})}$. Це свідчить про відсутність в її складі:

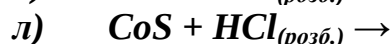
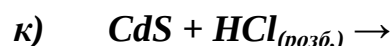
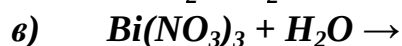
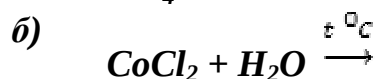
а) Cl^- ; б) Ag^+ ; в) Pb^{2+} ; г) SbO_2^- .

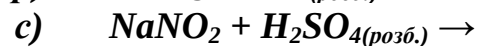
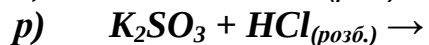
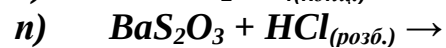
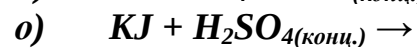
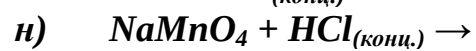
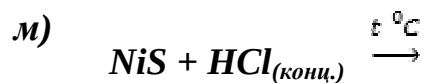
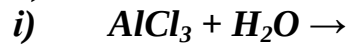
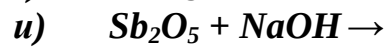
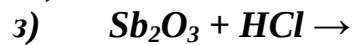
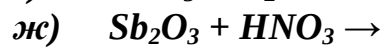
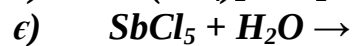
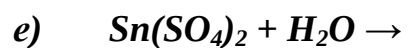
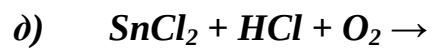
5. Біла кристалічна речовина легко розчиняється в холодній воді. Утворений розчин має слабо лужну реакцію. При обережному підкисленні розчину *оцтовою кислотою* - утворюються дрібні пухирці газу. Які попередні висновки про склад досліджуваної сполуки можна зробити? Відповідь обґрунтуйте.

6. Чорна порошкоподібна речовина не розчиняється у воді, але легко розчиняється у розбавленій HCl . При цьому виділяється газ з характерним неприємним запахом, а розчин набуває жовтого забарвлення. Які попередні висновки про склад досліджуваної сполуки можна зробити? Відповідь обґрунтуйте.

7. Біла речовина не розчиняється у воді, сірчаній та хлоридній кислотах навіть при нагріванні. Досліджувану речовину обробили гарячим насиченим розчином Na_2CO_3 , залишок розчинили у розбавленій HCl . В утвореному розчині виявили катіон другої аналітичної групи. Які попередні висновки про склад досліджуваної сполуки можна зробити? Відповідь обґрунтуйте.

8. Допишіть схеми реакцій, які можуть відбуватися при розчиненні індивідуальних сполук. Складіть хімічні рівняння:





РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Жаровський Ф.Г., Пилипенко А.Т., П'ятницький І.В. Аналітична хімія. – К.: Вища школа, 1982. – 544 с.
2. Крешков А.П. Основы аналитической химии. Т.1. – Москва: Химия, 1970. – 472 с.
3. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з курсу аналітичної хімії (для студентів хімічного факультету). Розділ “Методи виявлення і розділення катіонів у розчині” / Упорядники: Г.Х.Клібус, Л.Л.Коломієць, Л.А.Пилипенко, В.М. Зайцев. - Київ: Видавництво «Київський університет», 2006. – 52 с.
4. Гождзінський С.М., Зайцев В.М., Калібабчук В.О., Зайцева Г.М. Рудковська Л.М. Основи Аналітичної хімії, Київ 2003 р. –режим доступу: http://www.achem.univ.kiev.ua/ua/e_pos.htm.
5. Методичні вказівки до вивчення методів відкриття і розділення аніонів, аналізу невідомої речовини (для студентів хімічного факультету) / Упорядники: В.В.Сухан, В.Ф.Боряк, Т.В.Табенська, А.К. Боряк. - Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 1992. – 40 с.

Додаткова

1. Мідак Л.Я., Кузишин О.В. Методичні вказівки та інструкції до виконання лабораторної роботи №3 з курсу «Хімія аналітична». Хімічні методи розділення та виявлення аніонів – Івано-Франківськ, ДСНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», інститут природничих наук, 2015. – 13 с.
2. Крешков А.П. Бессероводородные методы качественного полумикроанализа – Москва: Высшая школа, 1979. – 271 с.
3. Алексеев В.Н. Курс аналитической химии – Москва:Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1958. – 436 с.

Зміст

Вступ	3
1. Якісний аналіз катіонів	
1.1. Перша аналітична група катіонів	5
1.2. Друга аналітична група катіонів	9
1.3. Третя аналітична група катіонів	12
1.4. Суміш катіонів першої – третьої груп	19
1.5. Четверта аналітична група катіонів	21
1.6. П'ята аналітична група катіонів	27
1.7. Суміш катіонів четвертої і п'ятої аналітичних груп	30
1.8. Аналіз суміші першої - п'ятої груп катіонів	32
1.9. Рідкісні елементи	33
2. Якісний аналіз аніонів	
2.1. Перша аналітична група аніонів	38
2.2. Друга аналітична група аніонів	44
2.3. Третя аналітична група аніонів	48
2.4. Аналіз суміші аніонів першої - третьої аналітичних груп	50
3. Якісний аналіз складних сумішей та індивідуальних речовин	
3.1 Аналіз сплаву	54
3.2 Визначення якісного складу індивідуальних сполук неметалічного характеру (оксиди, солі, кислоти, основи)	57
Рекомендована література	
Зміст	61
Додаток	62

Додаток

Таблиця 1. Розподіл катіонів на групи за сульфідною класифікацією

Група	Груповий реагент / Умови	Катіони	Зовнішній ефект
I	-	K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Mg^{2+}	-
II	$(NH_4)_2CO_3$, нейтральне або слабколужне середовище	Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+}	Утворення білих осадів
III	$(NH_4)_2S$, нейтральне або слабколужне середовище	Al^{3+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+}	Утворення осадів, відповідно, білого, сіро-зеленого, чорного, чорного, тілесного, білого, чорного, чорного.
IV	$(NH_4)_2S$, кисле середовище	Ag^+ , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Bi^{3+}	Утворення осадів, відповідно, чорного, чорного, чорного, темно-коричневого.
V	1. $(NH_4)_2S$, кисле середовище 2. $(NH_4)_2S_n$ або Na_2S	Sn(II), Sn (IV), Sb(III, V), As (III, V)	1. Утворення осадів, відповідно, бурого, жовтого, оранжевого, жовтого. 2.Осади розчиняються
рідкісні	Ti(IV), Zr(IV), V(V) – III група катіонів Mo(VI), W(VI) – V група катіонів		

Таблиця 2. Розподіл аніонів на групи за розчинністю солей Ba^{2+} та Ag^+ (барієво-срібною класифікацією)

Група	Груповий реагент, умови	Аніони	Зовнішній ефект
I	$BaCl_2$, слабколужне середовище	BO_2^- , CO_3^{2-} , SiO_3^{2-} , PO_4^{3-} , SO_3^{2-} , SO_4^{2-} , $C_2O_4^{2-}$, $S_2O_3^{2-}$	Утворення білих осадів
II	$AgNO_3$, присутність HNO_3	S^{2-} , Cl^- , Br^- , I^- , SCN^-	Утворення осадів, відповідно, чорного, білого, жовтуватого, жовтого, білого
III	--	NO_3^- , NO_2^- , CH_3COO^-	--

Таблиця 3. Розподіл аніонів I групи на підгрупи за розчинністю солей барію(II) в кислотах

Підгрупа	Аніони	Розчинники
1	SO_4^{2-}	-
2	SO_3^{2-} , $C_2O_4^{2-}$	Мінеральні кислоти
3	BO_2^- , CO_3^{2-} , SiO_3^{2-} , PO_4^{3-} , $S_2O_3^{2-}$	Оцтова та мінеральні кислоти

Навчальне видання

Запорожець Ольга Антонівна, доктор хімічних наук, професор, завідувача кафедри аналітичної хімії Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Кеда Тетяна Євгенівна, кандидат хімічних наук, доцент кафедри аналітичної хімії Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Смик Наталія Іванівна, кандидат хімічних наук, доцент кафедри аналітичної хімії Київського національного університету імені Тараса Шевченка

**ОСНОВИ АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ.
ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ КАТІОНІВ І АНІОНІВ.
Завдання для самоконтролю.**

Навчальний посібник
(для студентів хімічного факультету)

Підп. до друку 28.06.17. Формат 60x84/16. Папір офсет.
Гарнітура «Times New Roman». Ум. друк. арк. 3,72.
Тираж 300 пр. Зам. № 17.06-04.

ПВТП «LAT&K»
Свідцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 181 від 15.09.2000 р.
Тел.: 235-75-28, 235-00-09