

*О. М. ЯДЛОШ О.М. ВЕРСТА*

*Рекомендовано Вченою Радою Прикарпатського національного університету (протокол 30.08.04р.*

*Рецензенти* : доктор технічних наук , професор .  
завідувач кафедру теоретичної і прикладної хімії  
Прикарпатського національного університету  
ім Василя Стефаника *Г.О. Сіренко*  
кандидат технічних наук Івано-Франківського  
національного технічного університету *Л.І. Челядин*

## *АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ*

### *ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ* *Навчальний посібник* *ГЛАВА I*

*О.М. Ядлош О.М. Верста*  
*Аналітична хімія. Якісний аналіз.-Конспект лекцій . –*  
*Івано-Франківськ.: Плай .-2004.- 150 с.*

*Конспект лекцій з аналітичної хімії написаний згідно з програмою для спеціальності “біологія” та “агрохімія” університетів і має широкий профіль використання для студентів вищих навчальних закладів , які вивчають курс аналітичної хімії . Оскільки в посібнику детально розглянуто якісний аналіз катіонів та аніонів за кислотно-основним способом , то він може використовуватись хіміками-аналітиками , лаборантами та викладачами. Існуючі старі видання написано недержавною мовою ,притому вони присутні в нашому фонді в кількості декількох десятків екземплярів. Результатом цього є відсутність можливості самостійного опрацювання студентами якісного аналізу , погане засвоєння теоретичних основ*

*Івано-Франківськ*  
*2011*

*аналітичної хімії студентами спеціальностей “біологія” та “агрохімія” а також студентами спеціальності “хімія”, котрі потребують повторення пройденого курсу аналітичної хімії при вивченні курсу аналітичної хімії навколишнього середовища у 8 семестрі. При виконанні курсових чи дипломних робіт студенти 4 та 5 курсів неодноразово звертаються з просьбами надання консультацій при аналізі зразків сплавів, полімерів, органічних сполук чи при аналізі водних проб. Тому необхідність в посібнику є беззаперечною. Проведення лабораторного практикуму потребує точного виконання аналітичних реакцій і доброї підготовки студентів, зрозуміло, що від правильності і точності проведення аналізу залежить точність та достовірність одержаних результатів. В посібнику розглянуто завдання аналітичної хімії, її використання, застосування деякі способи аналітичної хімії.*

<b>ВСТУП.....</b>	<b>7</b>
<b>Вивчення реакцій на катіони I-ої аналітичної групи 9</b>	<b>9</b>
1. 1. Характерні реакції на йони калію.....	9
1.2. Характерні реакції на йони натрію.....	11
1.3. Характерні реакції на йони амонію.....	12
<b>2. Вивчення реакцій на катіони II-ої аналітичної групи.....</b>	<b>13</b>
2.1. Дія групового реагента.....	13
2.2. Дія загальних реагентів.....	14
2.3. Характерні реакції на катіони II-ої аналітичної групи.....	16
<b>3. Вивчення реакцій на катіони III аналітичної групи</b>	<b>19</b>
3.1. Дія групового реагенту.....	19
3.2. Дія загальних реагентів.....	20
3.3. Вивчення характерних реакцій на катіони III-ої аналітичної групи.....	21
<b>4. Вивчення реакцій на катіони 4-ої аналітичної групи</b>	<b>23</b>
4.1. Дія групового реагента.....	23
4.2. Дія загальних реагентів.....	24
4.3. Характерні реакції на катіони 4-ої аналітичної групи.....	26
<b>5. Вивчення реакцій на катіони 5-ої аналітичної групи</b>	<b>31</b>
5.1. Дія групового реагенту.....	3
5.2. Дія загальних реагентів.....	32
5.3. Вивчення характерних реакцій на катіони 5-ої аналітичної групи.....	33
<b>6. Вивчення реакцій на катіони 6-ої аналітичної групи</b>	<b>38</b>
6.1. Дія групового реагенту .....	38
6.2. Дія загальних реагентів.....	39

<i>6.3. Характерні реакції на катіони 6-ої аналітичної .....групи.....</i>	<i>4</i>
<i>0</i>	
<i>7. Вивчення реакцій на аніони.....</i>	<i>44</i>
<i>7.1. Вивчення реакцій на аніони I-ої аналітичної групи.....</i>	<i>45</i>
<i>7.2. Вивчення реакцій на катіони 2-ої аналітичної групи.....</i>	<i>49</i>
<i>7.3. Характерні реакції на аніони III-ої аналітичної групи.....</i>	<i>52</i>
<i>8. Аналіз деяких органічних сполук.....</i>	<i>57</i>
<i>Список літературних джерел.....</i>	<i>61</i>

## ВСТУП

Аналіз досліджуваної речовини може бути здійснений різними методами . Науку , яка займається вивченням методів аналізу речовин називають - аналітичною хімією .

Аналітична хімія - наука про способи визначення вмісту речовин . Курс аналітичної хімії складається з двох розділів аналізу - якісного та кількісного . Якісний аналіз завжди передує кількісному , оскільки раніше , ніж визначити скільки? потрібно знати , що визначити .

Іншими словами за допомогою якісного аналізу знаходять , з яких хімічних елементів , йонів , груп атомів та молекул складається досліджувана речовина . Крім того від якісного складу речовин залежить вибір тих чи інших методів аналізу для визначення кількісних співвідношень.Всі існуючі методи аналізу можна розділити на три групи :

- 1) ХІМІЧНІ ;
- 2) ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ;
- 3) ФІЗИЧНІ

Головним етапом при виконанні аналізу хімічними , або фізико -хімічними методами є проведення хімічних реакцій . При фізичних методах про якісний склад

аналізованої речовини судять за величиною якої- небудь фізичної константи .

В залежності від способу проведення аналізу розрізняють "сухий " і " мокрий " методи . В першому випадку аналізована речовина й реагенти використовуються в сухому вигляді , а в другому - у вигляді розчинів.Вся різноманітність неорганічних речовин при введенні в розчин зводиться до обмеженої кількості катіоніві аніонів , а це значно спрощує аналіз .

В основі хімічних методів аналізу , як вказано вище , лежать хімічні реакції , але в якісному аналізі використовують тільки ті хімічні реакції , які супроводжуються характерним зовнішнім ефектом : утворенням , або розчиненням осаду , утворенням , або руйнуванням забарвленої розчинної сполуки або виділенням газоподібної речовини . Такі реакції називаються характерними аналітичними реакціями , а реактиви , за допомогою яких вони проводяться - аналітичними реагентами .

Успішне застосування аналітичних реагентів залежить від чутливості аналітичних реакцій . Під чутливістю реакції розуміють ту найменшу кількість речовини / йона / , яку можна виявити за допомогою доданого реагента . Кількісно чутливість реакції характеризується граничним розбавленням /г/мл / і мінімальним об'ємом гранично розбавленого розчину / мл /.

В залежності від кількості речовини, яка використовується для аналізу , розрізняють макро- , мікро - , та напівмікроаналізи . Метод аналізу , для якого беруть від 0,1 до 1г речовини, називають макриметодом . Якщо для аналізу використовують менше 0,01г речовини,

то такий метод називають - **мікрометодом**. Проміжний метод аналізу називають **напівмікрометодом**.

Велике значення при виборі аналітичного реагента має його **специфічність**, яка характеризується числом видів йонів, з якими цей реагент дає подібний зовнішній ефект реакції. Реагенти, які дають можливість виявити один вид йонів у присутності решти, називаються **специфічними**. Однак строго специфічних реагентів, які реагують тільки з одним видом йонів, дуже мало. Аналітичні реагенти, які реагують з обмеженим числом видів йонів, називають **вибірковими** або **селективними**. Крім специфічних і селективних розрізняють ще **групові** реагенти, а також **загальні** реагенти, які реагують з широким колом йонів.

У досліджуваному розчині, як правило, присутній не один, а декілька видів йонів, причому, багато йонів дають подібні реакції і перешкоджають визначенню один одного, тому не можна проводити реакцію в довільній послідовності, а потрібно комбінувати таким чином, щоб при виявленні яких-небудь йонів, всі йони які перешкоджають виявленню, були видалені. Послідовність реакцій, які задовільняють цій вимозі називається **систематичним ходом аналізу**. При цьому йони розділяють за допомогою, так званих, **групових реагентів**, які осаджують йони різних елементів цілими групами, що має велике значення: складне завдання аналізу йонів розкладається на ряд простіших завдань. Крім того, якщо якась група відсутня, то груповий реагент вкаже нам на це.

Вплив сторонніх йонів на реакцію, характерну для даного виду йонів, залежить від їх концентрації і від

умов проведення реакції. Йони, які перешкоджають, часто зв'язуються в міцні комплекси / маскують /, що спрощує й прискорює процес аналізу й дозволяє виявити одні йони в присутності інших.

В даних методичних вказівках аналіз рекомендується проводити **фракційно-систематичним** методом з використанням **безсірководневого методу** поділу / класифікації / катіонів на групи **-кислотно -основного методу аналізу**, який звичайно більше придатний для польових досліджень. Груповими реагентами кислотно -основного методу є хлоридна і сульфатна кислоти, луки і гідрооксид амонію. З їх допомогою катіони поділяють на окремі групи, а потім аналізують ці групи на присутність тих чи інших катіонів.

За кислотно - основною класифікацією катіони поділяються на шість аналітичних груп. Аніони за цією ж класифікацією поділяються на три аналітичні групи.

Класифікація катіонів  
 \кислотно-основний метод\

Таблиця 1

Аналітична група катіонів	Катіони	Групові реагенти й умови їх застосування
I	$\text{NH}_4^+, \text{K}^+, \text{Na}^+, \text{Li}^+, \text{Rb}^+, \text{Cs}^+$	Груповий реагент відсутній
II	$\text{Ag}^+, \text{Hg}^{2+}, \text{Pb}^{2+}$	HCl, розб. (0,3н)
III	$\text{Ba}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Ca}^{2+}, \text{Ra}^{2+}$	$\text{H}_2\text{SO}_4$ , розб.
IV	$\text{Al}^{3+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Zn}^{2+}, \text{As}^{3+}, \text{As}^{4+}, \text{Sn}^{2+}, \text{Sn}^{4+}$	Надлишок NaOH чи KOH

V	$\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Bi}^{3+}, \text{Sb}^{3+}, \text{Sb}^{5+}$	Надлишок NaOH чи KOH
VI	$\text{Hg}^{2+}, \text{Cu}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Cd}^{2+}$	Надлишок $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$

При виявленні аніонів, в основному, користуються фракційними реакціями, хоча аніони поділяють на три групи (табл. 2).

Таблиця 2

### Класифікація аніонів

Аналітична група аніонів	Аніони	Групові реагенти й умови їх застосування
I	$\text{SO}_4^{2-}, \text{SO}_3^{2-}, \text{SiO}_3^{2-}, \text{PO}_4^{3-}, \text{CO}_3^{2-}, \text{BO}_2^-, \text{F}^-, \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	$\text{BaCl}_2$ в нейтральному або слаболужному середовищі
II	$\text{Cl}^-, \text{Br}^-, \text{I}^-, \text{SCN}^-, \text{CN}^-$	$\text{AgNO}_3$ в присутності $\text{HNO}_3$
III	$\text{NO}_3^-, \text{NO}_2^-, \text{CH}_3\text{COO}^-$	Груповий реагент відсутній

Зміст лабораторного практикуму з якісного аналізу полягає в попередньому ознайомленні студентів з груповими, загальними і характерними реакціями йонів усіх аналітичних груп. Після ознайомлення з реакціями на дану групу йонів, студенти повинні для наочного узагальнення провести самостійне дослідження під керівництвом викладача, або лаборанта-аналітика, при цьому проводять аналіз невідомої їм суміші йонів цієї

групи, або декількох груп. Курс аналітичної хімії завершується контрольними завданнями на виявлення суміші катіонів та аніонів.

### ПРЕДМЕТ І ЗАВДАННЯ АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ

Аналіз досліджуваної речовини може бути здійснений різними методами. Науку про методи аналізу називають аналітичною хімією.

Поряд з загальною, неорганічною, органічною та фізичною хімією аналітична хімія є частиною хімічної науки.

Предметом аналітичної хімії є теорія та практика хімічного аналізу.

Проте не слід змішувати і ототожнювати поняття "аналітична хімія" і "хімічний аналіз". Потрібно пам'ятати, що хімічний аналіз є сукупністю відомих вже методів розпізнавання хімічного складу досліджуваної речовини, тоді, як аналітична хімія є наукою про методи аналізу.

Завдання аналітичної хімії зводяться до:

- 1) всестороннього розвитку теорії різних методів аналізу речовин;
- 2) вдосконалення та наукового обґрунтування існуючих методів аналізу;
- 3) наукової розробки і нових методів аналізу;

## ЗВ'ЯЗОК АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ З ІНШИМИ НАУКАМИ

Аналітична хімія безумовно зв'язана з багатьма іншими науками : фізикою , біологією , геохімією , геологією , мінерологією , металургією , медициною і т .д .

З однієї сторони , аналітична хімія допомагає розвитку зв'язаних з нею наук , з другої - сама розвиває зв'язки з розвитком наук і виробництва . Вона відіграє велику роль в науковому і технічному прогресі , в значній мірі допомагає не тільки розвитку наук , але і різних галузей промисловості і техніки , особливе значення має для розвитку хімічної науки . Велику роль відіграє в тих галузях промисловості , де необхідний постійний , точний контроль хімічного складу вихідної сировини , напівпродуктів та готової продукції .

Аналітична хімія має велике значення в теоретичній підготовці та практичному навчанню спеціалістів в різних галузях науки , техніки та промисловості . Особливу роль відіграє в підготовці спеціалістів з хімії та хімічної технології .

В процесі вивчення аналітичної хімії студенти знайомляться з сучасними методами аналізу , без яких неможливо забезпечити контроль необхідних умов протікання виробничих технологічних процесів та потрібну якість вихідної сировини і продукції виробництва .

Аналітична хімія є основою хімічної дисципліни в хімічних і хіміко - технологічних вузах . Майбутній хімік

- аналітик формується в процесі вивчення аналітичної хімії , яка складає для нього поряд з іншими дисциплінами, фундамент матеріалістичного світопізнання і міцний ґрунт для спеціальних знань.

## ІСТОРИЧНИЙ РОЗВИТОК АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ

Історія розвитку аналітичної хімії і методів хімічного аналізу є невіддільною від загального розвитку хімії та промисловості .

Окремі прийоми та методи хімічного аналізу були відомі ще в давнину : вже тоді уміли проводити аналізи лікарських препаратів , металів , руд , мінералів , води і т .д . Проте аналітична хімія , як наука почала складатися значно пізніше - по мірі розвитку виробництва .

Загальні поняття про якісний аналіз розробив в XVII столітті англійський вчений Роберт Бойль ( 1627 - 1691 ) . В Росії засновником хімічної науки являється Михайло Васильович Ломоносов ( 1711 - 1765 ) . Поряд з великими дослідженнями в області фізики , хімії , та інших наук М. В. Ломоносов багато зробив в області аналітичної хімії .

Великий вклад в аналітичну хімію вніс В. М . Севергін ( 1765 - 1826 ) , який розробив основи аналізу руд , мінералів та металів . Шведський вчений Т. О . Бергман ( 1735 - 1784 ) , французький вчений Л . Ж . Тенар ( 1777 - 1857 ) , німецький хімік К . Р . Фрезеніус ( 1818 - 1897 ) одними з перших хіміків прийняли та вдосконалили загальний та систематичний хід аналізу . Французький вчений Ж . Л . Гей-Люсак ( 1778 - 1850 ) поклав початок , так званому , об'ємному аналізу .

Далі методи хімічного аналізу безперервно розвивались та вдосконалювались , появились нові методи , які дозволили не тільки встановити склад та будову складних речовин , але і відкривати нові елементи та визначати їх атомні маси . Велика робота в розвитку нових методів аналізу була проведена видатним шведським хіміком І.Я.Берцеліусом (1779 - 1848 ) , професором Казанського університету К. К.Клаузіусом (1797 - 1864 ) , німецьким вченим Р.В.Бунзеном (1811 - 1899 ) та Г.Р.Кіргхгофом (1824 - 1887 ) , російським вченим М.С. Цветом (1872 - 1919 ) .

Аналітична хімія стала формуватися в самостійну галузь хімічної науки , починаючи з відкриття Д.І Менделєєвим (1834 - 1907 ) періодичного закону , який в свою чергу виявив великий вплив на розвиток всіх областей хімії і в тому числі аналітичної .

### **ХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА**

Аналітична хімія , як наука тісно пов'язана з виробництвом . За результатами досліджень судять про протікання технологічного процесу та про якість одержаної у виробництві продукції .

Без сучасних методів аналізу було б неможливо поставити синтез нових хімічних сполук . З іншої сторони , нові методи виробництва допомагають розвитку більш сучасних методів аналізу .

В основі управління різними хімічними процесами і зв'язаними з ними різними галузями виробництва лежить правильно побудована та глибоко продумана система

хімічного контролю , як окремих стадій технологічних процесів так і всього виробництва в цілому . Без надійного , систематичного , хімічного контролю , який дає яскраве уявлення про хід технологічних процесів , неможливо забезпечити нормальний ритм виробництва та високу якість продукції , яка випускається підприємством . Високоякісний контроль забезпечує максимальну продуктивність , безаварійність , найбільшу рентабельність виробництва .

Аналітична хімія відіграє велику роль в області наукової основи та розробки сучасних методів автоматичного контролю , який забезпечує автоматичне , дистанційне управління хіміко - технологічними процесами . Автоматичний контроль виробництва полегшує працю людей , здешевлює вартість продукції та дозволяє швидко і точно здійснювати аналіз початкових , проміжних , та кінцевих продуктів виробництва . Автоматичне керування дає можливість за допомогою спеціальних приладів підтримувати постійне значення заданих параметрів в окремих ланках складних хіміко- технологічних процесів , або змінювати їх в потрібному напрямку .

В контролі та регулюванні виробничих процесів широко застосовують контрольні - вимірні , автоматичні , регулюючі , керуючі та сигналізаційні пристрої , засновані на використанні радіоактивних ізотопів , ультразвуку , фотоелементів , газоаналізаторів , електронних спектральних , електрохімічних приладів і т.д. Повна автоматизація окремих цехів і цілих заводів дає можливість здійснювати виробничі процеси без участі робочої сили .



## ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ КАТІОНІВ

Вякісному аналізу для встановлення складу аналізованої речовини до неї додають інші речовини, які викликають такі хімічні перетворення, які супроводжуються утворенням нових сполук, які в свою чергу володіють специфічними властивостями: визначеним фізичним станом (осад, рідина, газ); відомою розчинністю у воді, кислотах, лугах та інших хімічних розчинниках; характерним кольором; кристалічною або аморфною структурою; запахом і т.д.

Такого роду хімічні перетворення називаються якісними реакціями. Методи визначення складу аналізуючих речовин, засновані на використанні хімічних властивостей визначених елементів або йонів, називають хімічними методами аналізу.

### 1. ВИВЧЕННЯ РЕАКЦІЙ НА КАТІОНИ I АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ

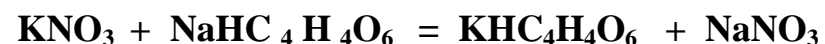
До катіонів I аналітичної групи відносяться катіони лужних металів  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Li^+$ ,  $Rb^+$ ,  $Cs^+$  та йон амонію  $NH_4^+$ , тому, що розчинність його солей подібна до розчинності солей лужних металів (особливо калію).

I аналітична група не має ні групового, ні загальних, реагентів, з допомогою яких можна було перевести в спад всі катіони I групи. Це зв'язано з тим, що більшість солей цих катіонів добре розчинна в воді. Тому, реакції виявлення катіонів багаточисельні.

### 1. 1. ХАРАКТЕРНІ РЕАКЦІЇ НА ЙОНИ $K^+$

1. 1. 1. Гідротартрат натрію  $NaOOCCH / OH / CH / OH / COOH /$

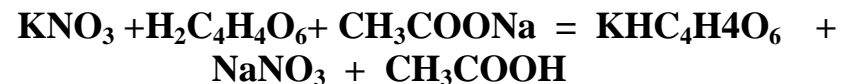
з йонами  $K^+$  утворює білий кристалічний осад гідротартрату калію:



Виконання реакції:

1. До 0,5-1мл нейтрального або оцтовокислого розчину солі калію в пробірці додають такий же об'єм розчину гідротартрату натрію. Обережно потирають стінки пробірки скляною паличкою. В присутності  $K^+$  випадає білий осад.

2. Осад гідротартрату калію можна одержати також при дії винної тартратної кислоти  $H_2C_4H_4O_6$ . В цьому випадку до досліджуваного розчину необхідно додати декілька крапель розчину ацетату натрію  $CH_3COONa$ .

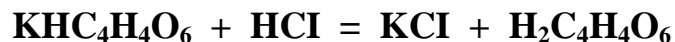


Вивчення властивостей осаду гідротартрату калію.

Одержаний у попередніх дослідах розчин з осадом розлити в чотири пробірки.

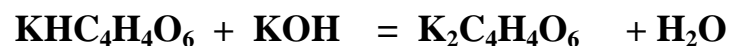
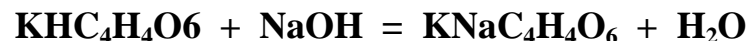
1. До вмісту першої пробірки додають декілька мл дистильованої води і нагрівають. Осад розчиняється тому, що розчинність одержаної солі підвищується при нагріванні.

2. До вмісту другої пробірки додають кілька крапель HCl .Осад не розчиняється , тому, що винна кислота значно слабкіша від сильної мінеральної кислоти :



3. До вмісту третьої пробірки додають декілька крапель оцтової кислоти CH<sub>3</sub>COOH . Осад не розчиняється з тієї причини , що оцтова кислота слабкіша за винну і не може витіснити її з солі KHC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>.

4. До вмісту четвертої пробірки додають невелику кількість розчину NaOH або KOH .Осад не розчиняється внаслідок утворення середньої солі



Вище наведені досліди показують , що KHC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> не утворюються в розбавлених або гарячих розчинах , а також у розчинах , що мають сильноокисле або сильнолужне середовище. Виходячи із результатів дослідів , можна зробити висновок , що йони K<sup>+</sup> можна виявити в розчині тільки дотримуючись необхідних умов .

Умови проведення реакції передбачають встановленням :

- 1 . Середовища розчину ;
- 2 . Концентрацію ;
- 3 . Температуру .

Реакцію на йони K<sup>+</sup> з гідротартратом натрію NaHC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> проводять :

1. в оцтовокислому , або нейтральному середовищі ;

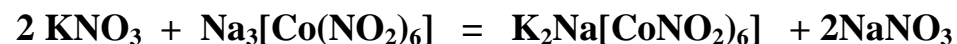
2. при більшій концентрації йонів K<sup>+</sup> в розчині ;

3. при кімнатній температурі , або ”на холоді” - при охолодженні пробірки під струменем холодної води .

Вивчення властивостей осаду KHC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> показує , що навіть при наявності дуже чутливого аналітичного реактива неправильно створені умови реакції можуть привести до помилкових результатів .

Виявлення йонів калію в розчині з допомогою NaHC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub> перешкоджають деякі йони інших аналітичних груп та йони NH<sub>4</sub><sup>+</sup> , які утворюють осад за кольором і за формою дуже подібний до осаду KHC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>.

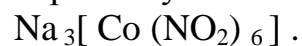
1.1.2.Кобальтонітрид натрію (або гексанітритокобальтат/Ш/) натрію Na<sub>3</sub>[Co ( NO<sub>2</sub> )<sub>6</sub> ] утворює з йонами K<sup>+</sup> жовтий осад , нерозчинний в оцтовій кислоті .



Реакцію проводять у нейтральному або оцтовокислому середовищі , бо в лужному середовищі відбувається розклад реагента з утворенням темно-бурого осаду Co(OH)<sub>3</sub>:

## Виконання реакції

Внаслідок того, що  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  є найчутливішим реагентом на  $\text{K}^+$ , реакцію проводять капельним методом. На скляну пластинку наносять 1-2 краплі досліджуваного розчину і додають 2-3 краплі розчину



Йони  $\text{NH}_4^+$  перешкоджають виявленню йонів  $\text{K}^+$ , утворюючи подібний за кольором та формою осад

$(\text{NH}_4)_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ . Перешкоджають також деякі катіони інших аналітичних груп /  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$  і інші ./.

### 1.1.3. Забарвлення полум'я.

Летючі сполуки калію забарвляють полум'я в блідо-фіолетовий колір.

Виконання реакції.

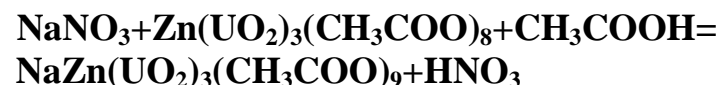
Платинову, або ніхромову дротинку змочують розчином  $\text{HCl}$  і прожарюють на полум'ї пальника до тих пір, поки полум'я не стане безбарвне. Охолоджену дротину поміщають в досліджуваний розчин або в суху сіль, а потім - у полум'я.

Виявленню  $\text{K}^+$  перешкоджають йони  $\text{Na}^+$  та деякі йони інших аналітичних груп.

## 1.2. ХАРАКТЕРНІ РЕАКЦІЇ НА ЙОНИ $\text{Na}^+$

1.2.1. Цинк-ураніл-ацетат  $\text{Zn}(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_8$  утворює з йонами  $\text{Na}^+$  дрібнокристалічний зеленувато-

жовтий осад, нерозчинний в оцтовій та розбавлених мінеральних кислотах

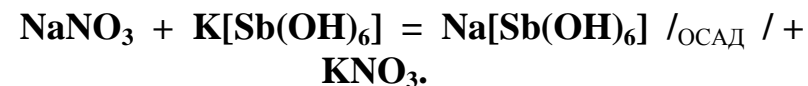


Реакцію проводять в оцтово-кислом середовищі. Виконання реакції.

Реакція дуже чутлива, тому виконується на скляній пластинці. До однієї краплі досліджуваного розчину додають 2-3 краплі реагента. Пластину легко коливають; через 10-20 сек спостерігають утворення незначного осаду, який краще розглядати на темному фоні. Якщо утворюються гольчасті кристали (це можуть бути солі калію), до одержаного осаду додають декілька крапель дистильованої води, солі калію при цьому розчиняються.

Багато йонів не перешкоджають виявленню йонів натрію з цинк-ураніл-ацетатом навіть при 20-разовому надлишку. Перешкоджають виявленню  $\text{Na}^+$ , йони:  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$ ,  $\text{AsO}_3^{3-}$ .

1.2.2. Гексагідроксостибат / V / калію / антимонат калію / утворює з йонами  $\text{Na}^+$  білий кристалічний осад гексагідроксостибату /У/ натрію  $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$  помітно розчинний у воді при кімнатній температурі і добре при нагріванні:



## Виконання реакції

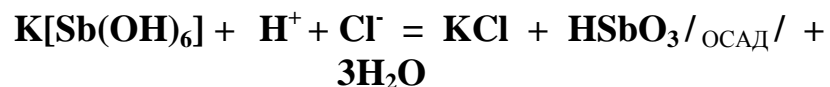
До 0,5 мл розчину солі натрію в пробірці додають 0,5 мл розчину  $K[Sb(OH)_6]$ . Якщо осад утворюється не відразу (перенасичений розчин), то необхідно обережно потерти стінки пробірки паличкою. Реакція малочутлива і вимагає великої концентрації реагуючих компонентів. Її проводять у нейтральному або слаболужному середовищі й "на холоді".

У кислому середовищі, навіть у присутності оцтової кислоти, відбувається розклад реагента з утворенням білого аморфного осаду метастибатної кислоти:



У сильнолужному середовищі осад  $Na[Sb(OH)_6]$  досить добре розчинний.

Виявлення  $Na^+$  гексагідроксостибатом / V / калію перешкоджають багато йонів і, зокрема,  $NH_4^+$ , оскільки в результаті гідролізу останнього утворюється  $H^+$ , які руйнують реагент,

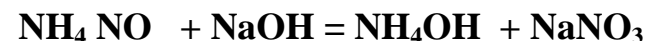


### 1. 2. 3. Забарвлення полум'я.

Сполуки натрію забарвлюють полум'я пальника в жовтий колір. Дослід проводять аналогічно пункту. 1.1.3.

### 1. 3. Характерні реакції на йони $NH_4^+$

1. 3. 1. Луги / NaOH або KOH / при дії на солі амонію виділяють гідроксид амонію.

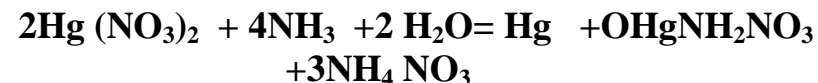


Який при нагріванні розкладається з виділенням аміаку:



Який можна виявити:

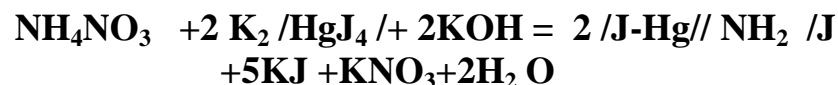
- а) за специфічним запахом;
- б) за зміною забарвлення індикаторного паперу, змоченого водою, який тримають над киплячим розчином;
- в) за появою чорної плями на фільтрувальному папері змоченому розчином нітрату ртуті / I /. В результаті цієї реакції утворюється білий осад оксидимеркурамонію і вільна ртуть, яка в дрібнодисперсному стані забарвлена в чорний колір.



## Виконання реакції

До 0,5-1 мл досліджуваного розчину прибавляють 1-2 мл розчину NaOH . Вміст пробірки обережно підігривають майже до кипіння і проводять досліди а/ , б/ , в/ . Реакція специфічна , виявленню NH<sub>4</sub><sup>+</sup> не перешкоджають ніякі інші іони .

1. 3 . 2 . Реактив Неслера K<sub>2</sub>/HgJ<sub>4</sub> /+KOH з NH<sub>4</sub><sup>+</sup> утворює червоно бурий осад йодиду дийододимеркурамонію /Hg<sub>2</sub>NH<sub>2</sub> J<sub>2</sub> /J:



Виконання реакції .

Реакцію виконують крапельним методом . На склянку пластинку поміщають 1-2 краплі досліджуваного розчину і добавляють 2-4 краплі розчину реагента . Виявленню NH<sub>4</sub><sup>+</sup> перешкоджають катіони , які утворюють нерозчинні забарвленні гідрооксиди і йодиди , а також Sb /III/ , Sn / II/ , які руйнують реактив Неслера .

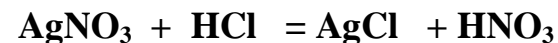
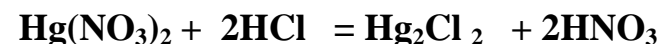
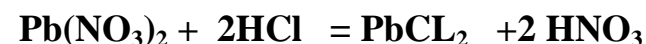
## 2. ВИВЧЕННЯ РЕАКЦІЙ НА КАТІОНИ II-АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ

### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КАТІОНІВ II-АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ

Груповим реактивом другої аналітичної групи катіонів є хлоридна кислота / 0,3 н розчин / , яка осаджує катіони цієї групи у вигляді нерозчинних хлоридів AgCl , HgCl , PbCl . Частина сполук катіонів цієї групи безбарвні і малорозчинні у воді . Забарвленими є сполуки , що утворюються із забарвлених аніонів . Нерозчинні у воді всі фториди ( крім AgF ) , сульфати , сульфіди , арсенати , фосфати , арсеніти , хромати , бромати , йодиди та гідрооксиди . Для катіонів другої групи характерними є реакції комплексоутворення і окислення - відновлення .

### 2. 1. ДІЯ ГРУПОВОГО РЕАГЕНТА HCl

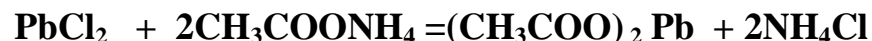
Йони Pb<sup>2+</sup> , Hg<sup>2+</sup> і Ag<sup>+</sup> утворюють з груповим реагентом білі осад хлоридів PbCl<sub>2</sub> , Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> , AgCl, слабозрозчинні у воді та розбавлених мінеральних кислотах :



### Виконання реакції

До 0,5 -1 мл розчинів солей Pb<sup>2+</sup> , Hg<sup>2+</sup> і Ag<sup>+</sup> / в окремих пробірках / добавити 3 - 4 краплі розбавленої HCl . PbCl<sub>2</sub> осаджується неповністю , оскільки він частково

розчинний у воді при кімнатній температурі ; PbCl<sub>2</sub> добре розчинний у гарячій воді , розчинах NaOH і CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> , в концентрованій HCL з утворенням комплексних сполук .



Розчинність PbCl<sub>2</sub> у гарячій воді використовують для відділення іонів Pb<sup>2+</sup> від Ag<sup>+</sup> і Hg<sup>2+</sup> .

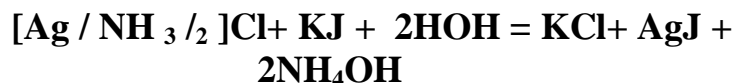
AgCl розчинний в концентрованій HCL і в гідрооксиді амонію NH<sub>4</sub>OH

з утворенням комплексних сполук :



При розчиненні Ag Cl NH<sub>4</sub>OH утворюється безбарвний аміакат срібла

[Ag / NH<sub>3</sub> /<sub>2</sub> ]Cl , який руйнується при дії HNO<sub>3</sub> або KJ :



Розчинення AgCl в NH<sub>4</sub>OH з наступним виділенням осаду дією HNO<sub>3</sub> або KJ використовується в аналізі для відділення Ag<sup>+</sup> від Hg<sup>2+</sup> і виявлення його в розчині .

Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> / каломель /розчиняється в концентрованій HNO<sub>3</sub> при нагріванні . При дії NH<sub>4</sub>OH на осад Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> утворюється суміш білого осаду хлориду меркурамонію і дрібно дисперсної металічної ртуті , внаслідок чого весь осад забарвлений в чорний колір :

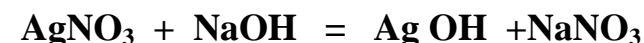
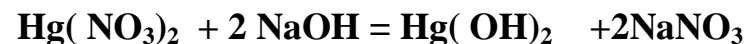
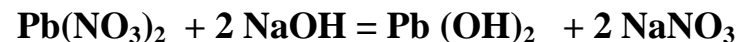
Ця реакція застосовується для виявлення іонів Hg<sup>2+</sup> в присутності Ag<sup>+</sup> і Pb<sup>2+</sup> .



## 2. 2. ДІЯ ЗАГАЛЬНИХ РЕАГЕНТІВ

Всі реакції із загальними реагентами використовуються таким чином : в ряд пробірок поміщають по 0,5 мл розчинів солей і додають по 3 - 4 краплі відповідного реагента .

2. 2. 1. Луги NaOH або KOH в еквівалентних кількостях утворюють з йонами Pb , Hg , Ag нерозчинні у воді осаді гідрооксидів :



Осади  $\text{Hg}(\text{OH})_2$  і  $\text{AgOH}$  відразу розкладаються з утворенням  $\text{Hg}_2\text{O}$  - чорного і  $\text{Ag}_2\text{O}$  - бурого кольору .



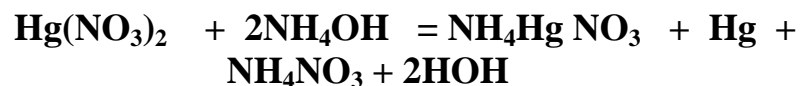
При дії надлишку лугу розчиняються тільки осад  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ .



2. 2. 2. Гідроксид амонію  $\text{NH}_4\text{OH}$  в еквівалентних кількостях утворює з йонами  $\text{Pb}^{2+}$  і  $\text{Ag}^+$  осад :  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  і  $\text{AgOH}$  . В надлишку  $\text{NH}_4\text{OH}$  повністю розчиняється тільки осад  $\text{AgOH}$  .

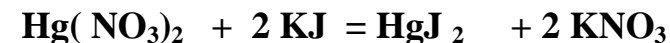
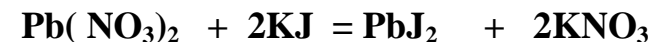


З йонами  $\text{Hg}_2^{2+}$  взаємодія відбувається за схемою :



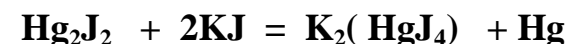
Як і у випадку дії лугів , утворюється білий осад нітрату меркурамонію та чорний осад дрібно - дисперсної металічної ртуті : осад  $\text{NH}_2\text{HgNO}_3$  незначно розчиняється в  $\text{NH}_4\text{OH}$  .

2. 2. 3. Йодид калію  $\text{KJ}$  в еквівалентних кількостях утворює з йонами  $\text{Pb}^{2+}$  ,  $\text{Hg}^{2+}$  і  $\text{Ag}^+$  осад йодидів  $\text{PbJ}_2$  - жовтого ,  $\text{Hg}_2\text{J}_2$  - ясно - зеленого ,  $\text{AgJ}$  - ясно - жовтого кольорів .



Всі осад погано розчинні у воді , розбавлених мінеральних кислотах і не розчинні в  $\text{NH}_4\text{OH}$  .  $\text{PbJ}_2$  розчинний у воді при нагріванні , після охолодження осад  $\text{PbJ}_2$  виділяється знову , але уже у формі блискучих золотистих пластинок , що називають " золотий дощ " .

Осад  $\text{PbJ}_2$  і  $\text{Hg}_2\text{J}_2$  розчиняються в надлишку  $\text{KJ}$  з утворенням майже безбарвних комплексних сполук .



/ розчинення осаду супроводжується виділенням металічної ртуті /.

Осад  $\text{AgJ}$  розчиняється в надлишку  $\text{KJ}$  лише частково .



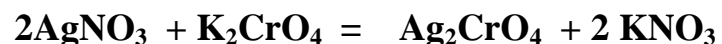
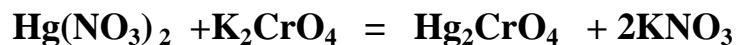
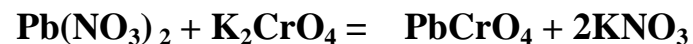
2. 2. 4. Карбонати натрію  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  та амонію

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  утворюють з йонами  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$  і  $\text{Ag}^+$  білі осади карбонату срібла  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$ , основного карбонату свинцю  $\text{Pb}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  та жовтий осад карбонату ртуті /I/  $\text{Hg}_2\text{CO}_3$ .

Ці осади розчинні в кислотах:  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$  розчиняються також в надлишку  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ .

**2. 2. 5.** Гідрофосфат натрію  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  утворює з йонами  $\text{Pb}^{2+}$  і  $\text{Hg}^{2+}$  білі осади фосфату  $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$  і гідрофосфату  $\text{Hg}_2\text{HPO}_4$  відповідно. З йонами  $\text{Ag}^+$  утворює жовтуватий осад фосфату срібла  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$ . Всі осади розчинні в мінеральних кислотах;  $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$  розчинний також в надлишку  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ .

**2. 2. 6.** Хромат калію  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  і біхромат калію  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Хромат калію з йонами  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$  і  $\text{Ag}^+$  утворює осади хроматів, відповідно жовтого, червоного та цегляно-червоного кольору:

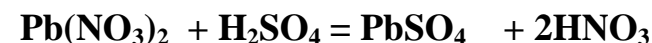


$\text{PbCrO}_4$  погано розчинний у розбавленій  $\text{HNO}_3$ , але легко розчиняється у  $\text{NaOH}$  і  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ .  $\text{Hg}_2\text{CrO}_4$  не розчинний у розбавленій  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  добре розчинний у розбавленій  $\text{HNO}_3$  і  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

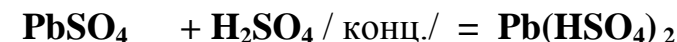
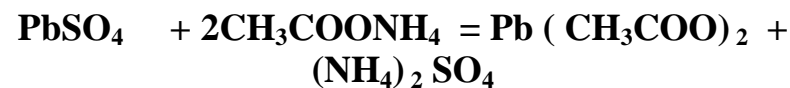
Біхромати калію утворюють з йонами  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$  і  $\text{Ag}^+$  осади  $\text{PbCrO}_4$ ,  $\text{Hg}_2\text{CrO}_4$  і  $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

**2. 2. 7.** Сульфатна кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$  або сульфат натрію  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Розбавлена сульфатна кислота або розчинні сульфати утворюють з йонами  $\text{Pb}^{2+}$  білий осад  $\text{PbSO}_4$ :



Осад розчинний у розчинах  $\text{NaOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ , а також у концентрованій  $\text{H}_2\text{SO}_4$  з утворенням кислотної солі.



З йонами  $\text{Hg}^{2+}$  і  $\text{Ag}^+$  - білі осади  $\text{Hg}_2\text{SO}_4$  і  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  утворюються тільки із концентрованих розчинів.

**2. 2. 8.** Фери-і фероціанід калію  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  і  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  взаємодіють з йонами  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}^{2+}$  і  $\text{Pb}^{2+}$ , утворюючи осади різного забарвлення

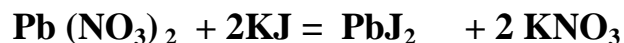
**2. 2. 9.** Сірководень  $\text{H}_2\text{S}$  і тиосульфат натрію  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  в середовищі розведеної  $\text{HCl}$  і при нагріванні утворюють з йонами  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$  і  $\text{Ag}^+$  чорні осади сульфідів  $\text{PbS}$ ,  $\text{HgS}$  і  $\text{Ag}_2\text{S}$ , нерозчинні в хлоридній кислоті,  $\text{PbS}$  і  $\text{Ag}_2\text{S}$  розчинні в нітратній кислоті при нагріванні,  $\text{HgS}$  - в царській воді.





### 2.3. ХАРАКТЕРНІ РЕАКЦІЇ НА КАТІОНИ II-гої АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ РЕАКЦІЇ ЙОНІВ Pb<sup>2+</sup>

**2.3.1.** Йодид калію KJ утворює з йонами Pb<sup>2+</sup> жовтий осад - реакція "золотого дощу". Реакцію проводять в нейтральному або слабкокислому середовищі .

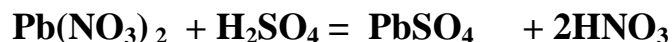


Виконання реакції .

До 0,5 - 1мл розчину солі свинцю в пробірці додають 2 - 3 краплі розчину KJ . Спостерігають утворення жовтого порошокподібного осаду . Потім добавляють в пробірку 4 - 5 мл дистильованої води і 3 - 4 краплі СН<sub>3</sub>СООН Вміст пробірки нагрівають до повного розчинення осаду і повільно охолоджують . Спостерігається утворення "золотого дощу" .

Ag<sup>+</sup> , Hg<sup>2+</sup> та інші , які утворюють осад з KJ перешкоджають виявленню Pb<sup>2+</sup> .

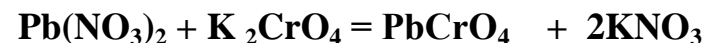
**2.3.2.** Сульфатна кислота H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> або сульфат натрію Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> утворюють з йонами Pb<sup>2+</sup> дрібнокристалічний осад . Реакцію проводять у нейтральному або слабкокислому середовищі .



Виконання реакції .

До 0,5 - 1 мл розчину солі свинцю додають 3 - 4 краплі розбавленої H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> / або Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> / . Йони Ag<sup>+</sup> і Hg<sup>2+</sup> , якщо їх концентрація в розчині не дуже велика , не перешкоджають виявленню Pb<sup>2+</sup> , але перешкоджають йони III аналітичної групи / Ba<sup>2+</sup> , Sr<sup>2+</sup> , Ca<sup>2+</sup> / , які утворюють з H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> також за виглядом осади .

**2.3.3.** Хромат калію з йонами Pb<sup>2+</sup> утворює жовтий порошокподібний осад :



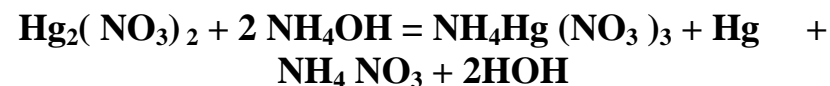
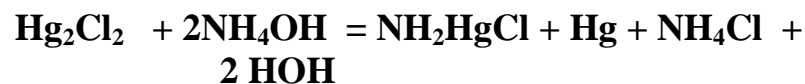
Реакцію проводять в нейтральному , або оцтовокислому середовищі .

До 0,5 - 1 мл розчину солі свинцю додати 3 - 4 краплі розчину K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> .

Ag<sup>+</sup> , Hg<sup>2+</sup> та інші йони , які утворюють осад перешкоджають виявленню Pb<sup>2+</sup> .

### РЕАКЦІЇ ЙОНІВ Hg<sup>2+</sup>

**2.3.4.** Гідрооксид амонію NH<sub>4</sub>OH в присутності йонів Hg<sup>2+</sup> утворює чорний осад .

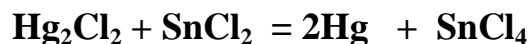


Виконання реакції .

Одну краплю розчину  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$  поміщають на кусок фільтрувального паперу і додаємо 1 - 2 краплі розчину  $\text{NH}_4\text{OH}$  .

Йони  $\text{Ag}^+$  у великих кількостях та деякі йони V і VI аналітичних груп перешкоджають виявленню  $\text{Hg}_2^{2+}$  .

**2. 3. 5.** Хлорид олова / II /  $\text{SnCl}_2$  відновлює  $\text{Hg}_2^{2+}$  до металічної ртуті Hg , яка в дрібнодисперсному стані виглядає , як осад чорного кольору .



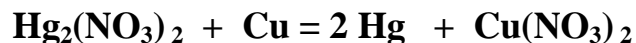
Реакцію проводять в солянокислому середовищі .

Виконання досліду .

До 0,5 - мл солі ртуті / I / Hg додають 4 - 5 крапель розчину  $\text{SnCl}_2$  в  $\text{HCl}$  .

Йони  $\text{Ag}^+$  ,  $\text{Hg}_2^{2+}$  та інших металів , що відновлюються хлоридом олова / II /  $\text{SnCl}_2$  до вільного металу , перешкоджають виявленню  $\text{Hg}_2^{2+}$  .

**2. 3. 6.** Металічна мідь відновлює йони  $\text{Hg}_2^{2+}$  до  $\text{Hg}^0$  .



Ртуть , яка виділяється на поверхні мідної пластинки утворює блискучу амальгаму .

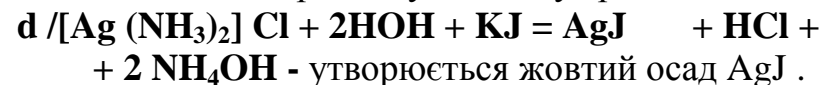
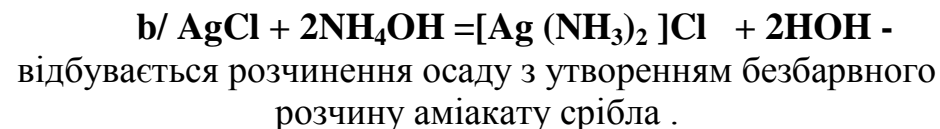
Реакцію проводять в слабкокислому середовищі / розбавлена  $\text{HNO}_3$  / .

Виконання досліду .

На мідну пластинку поміщають 1 - 2 краплі досліджуваного розчину .Через 1 - 2 хв. Пластинку промивають проточною водою і насухо витирають фільтрувальним папером . В присутності ртуті утворюється блискуча пляма . Йони  $\text{Hg}_2^{2+}$  і  $\text{Ag}^+$  перешкоджають виявленню  $\text{Hg}_2^{2+}$  .

### РЕАКЦІЇ ЙОНІВ - $\text{Ag}^+$

**2. 3. 7.** Йони  $\text{Ag}^+$  в розчині виявляються за допомогою трьох послідовних реакцій :



Виконання досліду .

До 0,5 - 1 мл розчину солі срібла додають  $\text{HCl}$  до припинення утворення осаду  $\text{AgCl}$  / перевіряють повноту осадження / осад відфільтровують , промивають 3 - 4 рази розбавленою  $\text{HCl}$  і обробляють на фільтрі розчином  $\text{NH}_4\text{OH}$  .Фільтрат збирають у чисту пробірку . Вміст

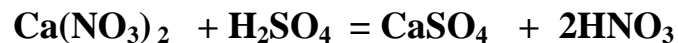
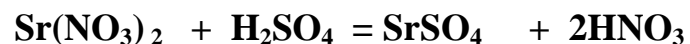
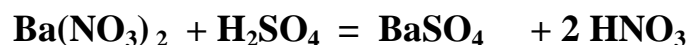
розділяють на дві частини . До першої частини додають розчин  $\text{HNO}_3$  до кислої реакції середовища . До другої - розчин  $\text{KJ}$ . Утворення в першому випадку білого , а в другому випадку жовтого осаду вказує на присутність  $\text{Ag}^+$  в досліджуваному розчині .

### 3. ВИВЧЕННЯ РЕАКЦІЙ НА КАТІОНИ III-ої АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ

До катіонів III -ої аналітичної групи відносяться йони лужноземельних металів  $\text{Ba}^{2+}$  ,  $\text{Sr}^{2+}$  ,  $\text{Ca}^{2+}$  . Груповим реагентом є розбавлена сульфатна кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$  .

#### 3.1. ДІЯ ГРУПОВОГО РЕАГЕНТУ $\text{H}_2\text{SO}_4$

Катіони  $\text{Ba}^{2+}$  ,  $\text{Sr}^{2+}$  ,  $\text{Ca}^{2+}$  утворюють з груповим реагентом білі дрібні кристали осадів сульфатів , нерозчинні в розбавлених кислотах , а також в розчинах лугів .

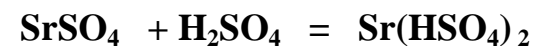


Розчинність осадів у воді збільшується в ряду

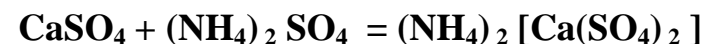


Розчинність  $\text{CaSO}_4$  досить велика і для повного його виділення із розчину застосовують етиловий спирт , що відіграє роль висолювача . Перевести в розчин осад сульфатів барію , стронцію та кальцію можна багаторазовим обробленням / 5 - 6 разів / насиченим розчином  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  або 30% - ним розчином  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  при нагріванні з наступним розчиненням карбонатів , що утворилися в оцтовій кислоті  $\text{CH}_3\text{COOH}$  .

Осади  $\text{BaSO}_4$  ,  $\text{SrSO}_4$  і  $\text{CaSO}_4$  розчинні в концентрованій  $\text{H}_2\text{SO}_4$  з утворенням гідросульфатів металів :



$\text{CaSO}_4$  , крім того на відміну від  $\text{BaSO}_4$  і  $\text{SrSO}_4$  розчиняється в надлишку сульфату амонію  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  з утворенням розчинної , безбарвної , комплексної сполуки :



Цю реакцію використовують в аналізі для відділення  $\text{Ca}^{2+}$  від  $\text{Ba}^{2+}$  і  $\text{Sr}^{2+}$  .

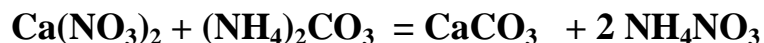
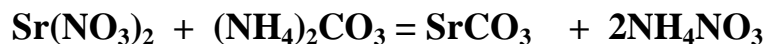
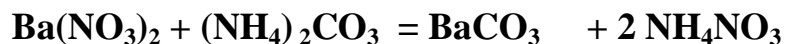
Виконання досліду .

До 1 - 2 мл розчинів солей  $\text{Ba}^{2+}$  ,  $\text{Sr}^{2+}$  , і  $\text{Ca}^{2+}$  / в окремих пробірках / додають 3 - 4 краплі розведеної  $\text{H}_2\text{SO}_4$  .

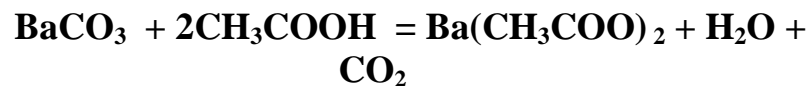
### 3.2. ДІЯ ЗАГАЛЬНИХ РЕАГЕНТ

**3.2.1.** Луги / NaOH і KOH / , а також гідроксид амонію NH<sub>4</sub>OH незабруднений карбонатами , які можуть утворюватися в результаті поглинання CO<sub>2</sub> із повітря , не осаджують катіони III - аналітичної групи , оскільки їх гідроксиди є сильними основами і досить добре розчинні у воді .

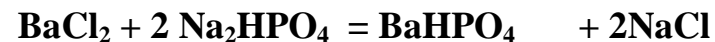
**3.2.2.** Карбонати натрію Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> і амонію (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> утворюють з йонами Ba<sup>2+</sup> , Sr<sup>2+</sup> і Ca<sup>2+</sup> білі аморфні / на холоді / або кристалічні / при нагріванні / осадни карбонатів наприклад :



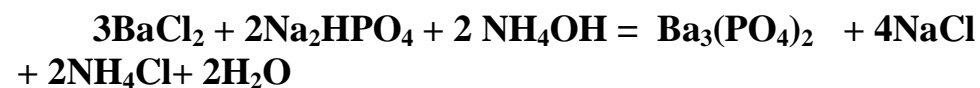
Реакцію проводять в нейтральному або слаболужному середовищі при нагріванні . Осади легко розчинні в оцтовій кислоті і розбавлених мінеральних кислотах / крім H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> /. Наприклад ,



**3.2.3.** Гідрофосфат натрію Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> у нейтральному середовищі утворює з йонами Ba<sup>2+</sup> , Sr<sup>2+</sup> і Ca<sup>2+</sup> аморфні осадни гідрофосфатів, наприклад:

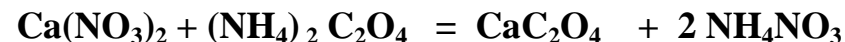


У лужному середовищі утворюються білі кристалічні осадни середніх солей , наприклад :



Всі осадни фосфатів і гідрофосфатів , крім BaHPO<sub>4</sub> , розчинні в розбавлених HCl і HNO<sub>3</sub> , а також в оцтовій кислоті CH<sub>3</sub>COOH .

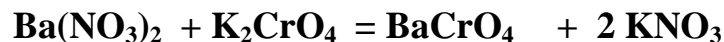
**3.2.4.** Оксалат амонію H<sub>4</sub>NOOC – COONH<sub>4</sub> у нейтральному або слаболужному середовищі утворює з йонами Ba<sup>2+</sup> , Sr<sup>2+</sup> і Ca<sup>2+</sup> білі дрібнокристалічні осадни оксалатів , наприклад:



Всі осадни добре розчинні в розбавлених HCl і HNO<sub>3</sub> . В CH<sub>3</sub>COOH при нагріванні частково розчиняються тільки BaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> і SrC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> , а CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> у цих умовах не розчиняється .

Реакцію з (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> використовують в аналізі для виявлення Ca<sup>2+</sup> в розчині після відділення Ba<sup>2+</sup> і Sr<sup>2+</sup> .

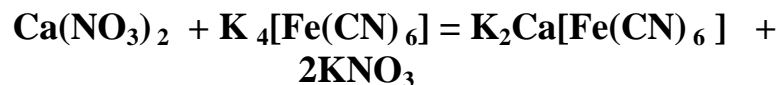
**3.2.5.** Хромат калію  $K_2CrO_4$  у нейтральному середовищі утворює з  $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ , і  $Ca^{2+}$  жовті осади, наприклад:



Осади  $SrCrO_4$  і  $CaCrO_4$  утворюються тільки при великій концентрації іонів  $Ca^{2+}$  і  $Sr^{2+}$  у розчині.

Осади добре розчинні в розбавлених  $HCl$  і  $HNO_3$ . В  $CH_3COOH$  нерозчинний тільки осад  $BaCrO_4$ . Цю властивість використовують в аналізі для виявлення іонів  $Ba$  у присутності  $Sr^{2+}$  і  $Ca^{2+}$ , а також для відділення іонів  $Ba^{2+}$ .

**3.2.6.** Фероціанід калію  $K_4[Fe(CN)_6]$  утворює з йонами  $Ca^{2+}$  і  $Ba^{2+}$  білі дрібнокристалічні осади, наприклад:



у присутності солей амонію утворюються менш розчинні солі:



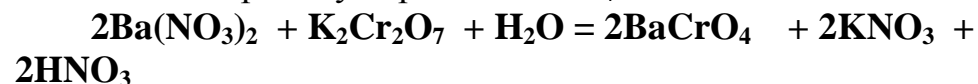
Осади нерозчинні в  $CH_3COOH$ .

Реакцію з  $K_4[Fe(CN)_6]$  використовують в аналізі для виявлення  $Ca^{2+}$ , але тільки після відділення  $Ba^{2+}$ .

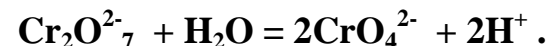
### 3.3. ХАРАКТЕРНІ РЕАКЦІЇ НА КАТІОНИ

#### III-твої АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ РЕАКЦІЇ ЙОНІВ $Ba^{2+}$

**3.3.1.** Біхромат калію  $K_2Cr_2O_7$  утворює з  $Ba^{2+}$  жовтий осад хромату барію -  $BaCrO_4$ .



Утворення осаду  $BaCrO_4$  / а не  $BaCr_2O_7$  / відбувається тому, що в результа гідролізу ( взаємодія біхромат - йону з водою ) у розчині, крім іонів  $Cr_2O_7^{2-}$  присутні також йони  $CrO_4^{2-}$ :



Поскілки хромат барію менше розчинний, ніж біхромат, утворюється осад  $BaCrO_4$ .

$BaCrO_4$  добре розчинний в розбавлених  $HCl$  і  $HNO_3$ . Тому виявлення  $Ba^{2+}$  проводять в присутності ацетату натрію  $CH_3COONa$ , який реагуючи з сильною кислотою, що виділяється в результаті реакції виділяє слабку оцтову кислоту, в якій, як відомо, осад  $BaCrO_4$  нерозчинний.

Йони  $Sr^{2+}$  і  $Ca^{2+}$  не перешкоджають виявленню  $Ba^{2+}$  з допомогою цієї реакції. Але перешкоджають йони металів, які утворюють нерозчинні в  $CH_3COOH$  хромати / наприклад  $Pb^{2+}$ ,  $Ag^+$ ,  $Hg_2^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$  /.

Виконання реакції.

До 0,5 - 1 мл розчину солі барію додаємо 3 - 4 краплі розчину  $CH_3COONa$  і 3 - 4 краплі розчину  $K_2Cr_2O_7$ .

**3.3.2.** Родизонат натрію утворює з йонами  $Ba^{2+}$  червоний осад родизонату барію .

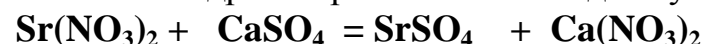
Осад нерозчинний в оцтовій  $CH_3COOH$  , та розрозбавленій  $HCl$  . Реакцію проводять в середовищі 2н  $HCl$  . В цих умовах йони  $Sr^{2+}$  і  $Ca^{2+}$  не перешкоджають виявленню  $Ba^{2+}$  .

#### Забарвлення полум'я

Леткі солі барію / хлориди , нітрати / забарвлюють полум'я в зеленуватий колір . Перешкоджають реакції виявлення йони  $Cu^{2+}$  ,  $Na^+$  та деякі інші .

#### **РЕАКЦІЇ ЙОНІВ $Sr^{2+}$**

**3.3.4.** Гіпсова вода / насичений розчин  $CaSO_4$  / , утворює з  $Sr^{2+}$  білий дрібнокристалічний осад / муть / .



Реакцію проводять при нагріванні / осад утворюється тільки при нагріванні досліджуваного розчину майже до кипіння й через деякий час / .

Йони  $Ba^{2+}$  і  $Pb^{2+}$  перешкоджають виявленню  $Sr^{2+}$  , утворюючи вже осади при кімнатній температурі й відразу після додавання гіпсової води .

Виконання реакції .

До 0,5 - 1 мл розчину солі  $Sr^{2+}$  додають 0,5 - 1 мл гіпсової води . Вміст пробірки нагріти майже до кипіння . Спостерігаючи утворення осаду через 5 - 10 хв.

**3.3.5.** Родизонат натрію утворює з йонами  $Sr^{2+}$  червоно - бурий осад родизонату стронцію .

Розчинний осад в 2н  $HCl$  . Реакцію проводять у нейтральному середовищі . Йони  $Ba^{2+}$  перешкоджають виявленню  $Sr^{2+}$  , йони  $Ca^{2+}$  не реагують з родизонатом натрію .

Виконання реакції .

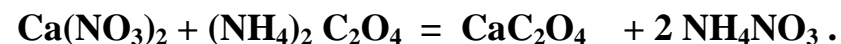
Реакцію потрібно виконувати так , як і для йонів  $Ba^{2+}$  тільки без додавання 2н  $HCl$  /див.3.3.2. / .

#### Забарвлення полум'я

Леткі солі стронцію забарвлюють полум'я пальника в малиново червоний колір . Перешкоджають виявленню йони  $Ca^{2+}$  та інші .

#### **РЕАКЦІЇ ЙОНІВ $Ca^{2+}$**

**2.3.6.** Оксалат амонію  $H_4NOOC-COONH_4$  з йонами  $Ca^{2+}$  утворює білий дрібнокристалічний осад .

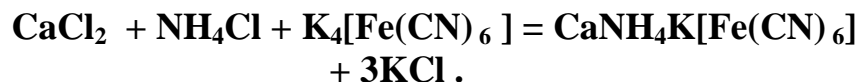


Реакцію проводять у нейтральному або оцтовокислому середовищі . Йони  $Ba^{2+}$  і  $Sr^{2+}$  перешкоджають виявленню  $Ca^{2+}$  .

Виконання реакції .

До 0,5 - 1 мл розчину солі кальцію додають 0,5 - 1 мл розчину  $(\text{NH}_4)_2 \text{C}_2\text{O}_4$  .

**2.3. 7.** Фероціанід калію ( жовта кров"яна сіль  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  в присутності хлорид амонію  $\text{NH}_4\text{Cl}$  з йонами  $\text{Ca}^{2+}$  утворює білий дрібно кристалічний осад



Реакцію проводять в нейтральному середовищі .

Йони  $\text{Ba}^{2+}$  перешкоджають виявленню  $\text{Ca}^{2+}$  .

Виконання досліду .

До 0,5 - 1 мл розчину солі кальцію додають 2 - 4 краплі розчину  $\text{NH}_4\text{OH}$  і 0,5 - 1 мл розчину  $\text{K}_4 [\text{Fe}(\text{CN})_6]$  .

Забарвлення полум"я

Леткі солі кальцію забарвлюють полум"я пальника в цегляно - червоний колір . Перешкоджають йони стронцію  $\text{Sr}^{2+}$  й деяких інших елементів .

#### **4. ВИВЧЕННЯ РЕАКЦІЙ НА КАТІОНИ IV АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ**

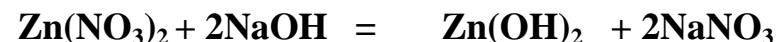
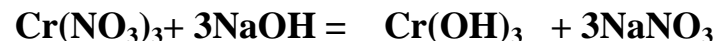
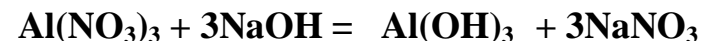
До IV аналітичної групи відносяться йони металів гідроксиди яких володіють амфотерними властивостями

й розчинні у надлишку лугу:  $\text{Al}^{3+}$ ;  $\text{Cr}^{3+}$ ;  $\text{Zn}^{2+}$ ;  $\text{As}(\text{III}, \text{V})$ ;  $\text{Sn}(\text{II}, \text{IV})$ ;  $\text{Be}^{2+}$ ;  $\text{In}^{3+}$ ,  $\text{Ga}^{3+}$ ,  $\text{Ge}^{4+}$  .

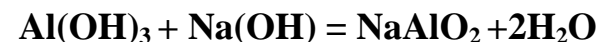
Груповим реагентом є надлишок лугу ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ).

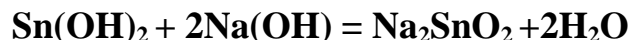
#### **4. 1. ДІЯ ГРУПОВОГО РЕАГЕНТА**

З еквівалентною кількістю лугу  $\text{NaOH}$  чи  $\text{KOH}$  йони  $\text{Al}^{3+}$ ;  $\text{Cr}^{3+}$ ;  $\text{Zn}^{2+}$ ;  $\text{Sn}^{2+}$ ;  $\text{Sn}^{4+}$  утворюють білі осаді гідроксидів  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ;  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ;  $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ;  $\text{Sn}(\text{OH})_4$  і сіро-зелений осад  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  ,  $\text{As}(\text{III})$  і  $\text{As}(\text{V})$  у розчинах (крім сильно-кислих) знаходяться у вигляді аніонів  $\text{AsO}_3^{3-}$ ;  $\text{AsO}_4^{3-}$  і не утворюють осадів при дії лугів.



При дії надлишку лугу утворені осаді розчиняються з утворенням солей і лиш при розчиненні  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_4$  утворюють безбарвні розчини, а при розчиненні  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  розчин забарвлюється в темно-зелений колір.





Дослід виконують так: Д 0,5-1мл розчину солей катіонів IV аналітичної групи додають спочатку краплями розчин NaOH. До утворених осадів додають надлишок 2-3мл NaOH.

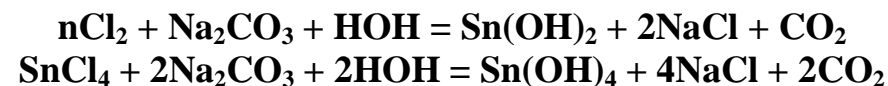
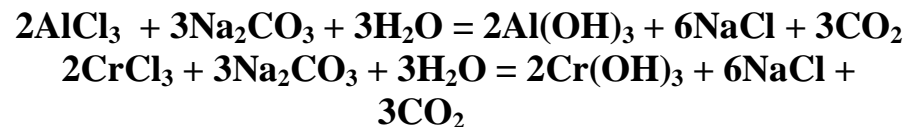
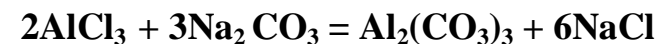
#### 4. 2. ДІЯ ЗАГАЛЬНИХ РЕАГЕНТІВ

4. 2. 1. Гідроксид амонію  $\text{NH}_4\text{OH}$  в еквівалентних кількостях утворює з йонами  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{4+}$  осадів не утворюється. Йони  $\text{AsO}_4^{3-}$  і  $\text{AsO}_3^{3-}$  осадів не утворюють. В надлишку  $\text{NH}_4\text{OH}$  розчиняється тільки осад  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  з утворенням безбарвного розчину аміаку  $\text{Zn}$ .

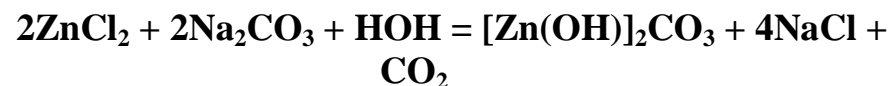


Всі осаді гідроксидів розчинні в оцтовій та розбавлених мінеральних кислотах

4. 2. 2. Карбонат натрію  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  і  $\text{K}_2\text{CO}_3$  і амонію  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  осаджуються йони  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{4+}$  у вигляді відповідних гідроксидів оскільки карбонати цих елементів націло гідролізують у водних розчинах:



Йони  $\text{Zn}^{2+}$  осаджуються карбонатами у вигляді основної солі:



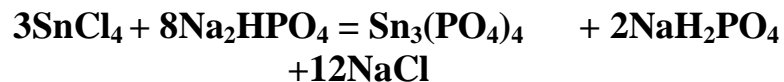
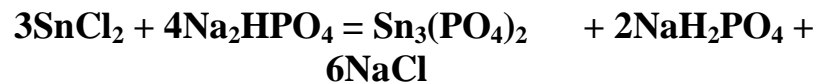
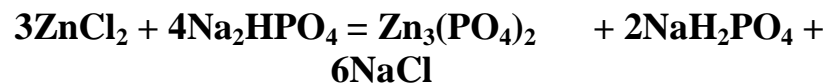
Осад  $[\text{Zn}(\text{OH})]_2\text{CO}_3$  розчинний у надлишку  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  в оцтовій і розбавлених неорганічних кислотах.

Йони  $\text{AsO}_3^{3-}$  і  $\text{AsO}_4^{3-}$  з карбонатами не утворюють осадів.

4. 2. 3. Гідрофосфат ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) утворює з йонами  $\text{Al}^{3+}$ ;  $\text{Zn}^{2+}$ ;  $\text{Sn}^{2+}$ ;  $\text{Sn}^{4+}$  білий, а  $\text{Cr}^{3+}$  зеленуватий осад середньої солі фосфатів:



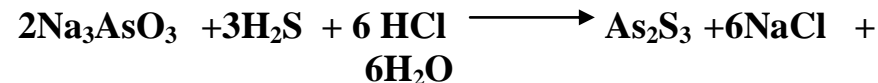
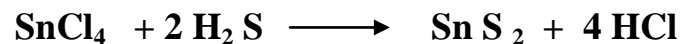
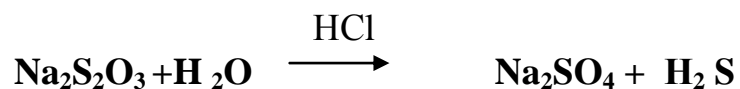




Йони  $\text{AsO}_3^{3-}$  і  $\text{AsO}_4^{3-}$  з  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  осадів не утворюють. Осади  $\text{AlPO}_4$  і  $\text{CrPO}_4$  нерозчинні в оцтовій кислоті, але добре розчинні в розведених неорганічних кислотах, а також в розчинах лугів і  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

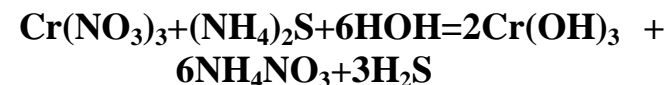
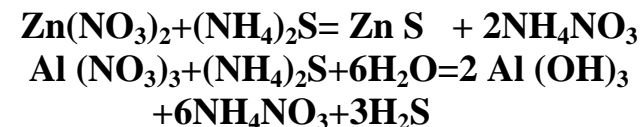
**4. 2. 4.** Тіосульфат натрію  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ; сірководень  $\text{H}_2\text{S}$  і сульфід , амонію  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ .

Тіосульфат натрію  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  і  $\text{H}_2\text{S}$  у середовищі досить концентровані  $(6\text{H})\text{HCl}$  з йонами  $\text{Sn}^{2+}, \text{Sn}^{4+}, \text{AsO}_3^{3-}$  і  $\text{AsO}_4^{3-}$  при нагріванні утворюють осади сульфідів: шоколадно-коричневого кольору  $\text{SnS}$  і жовті  $\text{SnS}_2, \text{As}_2\text{S}_3$  і  $\text{As}_2\text{S}_5$ .



Осади нерозчинні в розбавленій  $\text{HCl}$ , але розчинні в  $2\text{HNO}_3$  при нагріві та в  $\text{NaOH}$ .

Йони  $\text{Al}^{3+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Sn}^{2+}$  осаджуються лиш при дії  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  в слаболужному середовищі що створюється додавання  $\text{NH}_4\text{OH}$ . При цьому йони  $\text{Zn}^{2+}, \text{Sn}^{2+}$  утворюють сульфідів  $\text{ZnS}$  (білий) та  $\text{SnS}$  (шоколадно-коричневий). Йони  $\text{Al}^{3+}, \text{Cr}^{3+}$  внаслідок гідролізу їх сульфідів утворюють осади гідроксидів :  $\text{Al}(\text{OH})_3$  і  $\text{Cr}(\text{OH})_3$



Сульфід цинку  $\text{ZnS}$  нерозчинний в оцтовій кислоті, але добре розчинний в розведених неорганічних кислотах.

Йони  $\text{Sn}^{4+}, \text{AsO}_3^{3-}$  і  $\text{AsO}_4^{3-}$  в лужному середовищі при дії  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  осадів не утворюють в сильно лужному середовищі  $\text{Sn}^{2+}$  при дії  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  також не осаджуються.

### 4. 3. ХАРАКТЕРНІ РЕАКЦІЇ НА КАТІОНИ 4-ОЇ АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ

#### РЕАКЦІЇ ЙОНІВ $Al^{3+}$

**4. 3. 1.** Гідрооксид Na з наступним додаванням сухого  $NH_4Cl$  і утворює при взаємодії йонів  $Al^{3+}$  в надлишку NaOH безбарвний розчинний  $Na[Al(OH)_4]$  який руйнується при додаванні сухого  $NH_4Cl$ . При цьому утворюється білий амфорний осад  $Al(OH)_3$ .

Виявленню  $Al^{3+}$  за допомогою цих реакцій перешкоджають йони  $Cr^{3+}$ ,  $Sn^{2+}$ ,  $Sn^{4+}$ .

Виконання досліду.

До 0,5-1мл. розчину солі  $Al^{3+}$  додати розчин NaOH до повного розчинення утвореного осаду. Додати 2-3мл. води і декілька кристалів сухого  $NH_4Cl$ , суміш нагріти.

**3. 2.** Алізарин S утворює із йонами  $Al^{3+}$  малорозчинну сполуку яскраво-червоного кольору – алізариновий лак, який розчинний в розведених неорганічних кислотах, але нерозчинний в оцтовій кислоті. Виявленню алюмінію перешкоджають йони  $Cr^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Sn^{2+}$  і інших металів, які утворюють малорозчинні гідроксиди. Для усунення перешкоджаючої дії інших йонів,  $Cr^{3+}$  переводять в  $CrO_4^{2-}$ , а решту йонів зв'язують в нерозчинні сполуки за допомогою  $K_4Fe(CN)_6$ .

#### **Виконання експерименту /крапельний варіант**

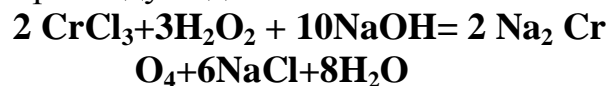
На фільтрувальний папір поміщають одну каплю розчину  $K_4Fe(CN)_6$  і в центр утвореної плями ставлять 1

краплю досліджуваного розчину. При цьому всі перешкоджаючі йони осаджуються у вигляді фероціанідів і залишаються в центрі плями, а йони  $Al^{3+}$  за рахунок капілярних сил дефундує на периферію. Щоб прискорити цей процес можна помістити в центр плями 1 краплю дистильованої води. Пляму обробляють газоподібним аміаком, видержують фільтрувальний папір над отвором склянки із концентрованим розчином  $NH_4OH$ , а потім на периферію плями наносять 1-2 краплі розчину алізарину S і знову обробляють газоподібним аміаком. В цих умовах алізарин S забарвлюється в фіолетовий колір, що утруднює спостереження рожевого забарвлення комплексної сполуки алюмінію із алізарином S. Тому плями змочують розчином оцтової кислоти. В присутності  $Al^{3+}$  спостерігається рожева пляма на жовтому фоні оскільки в оцтовому середовищі алізарин S має жовте забарвлення.

### РЕАКЦІЯ ЙОНІВ Cr<sup>3+</sup>

Для виявлення йонів Cr<sup>3+</sup> їх звичайно окислюють до хромат (CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) або біхромат (Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>) йонів . Окислення можна проводити в лужному й кислому середовищах.

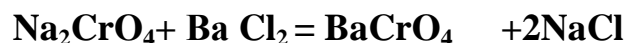
**4. 3. 3.** Для окислення Cr<sup>3+</sup> в лужному середовищі використовують пероксид водню Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, бромну воду , хлорну воду та інші. Окислення йонів Cr<sup>3+</sup> до хромат – йонів у лужному середовищі найчастіше здійснюється за допомогою пероксиду водню .



Реакція проводиться в присутності надлишку NaOH.

До 0,5-1 мл розчину , що містить Cr<sup>3+</sup> додають 2-4 мл розчину NaOH , вміст пробірки добре перемішують , потім доливають 0,5-1 мл розчину H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> . Після припинення бурхливої реакції , вміст пробірки обережно підігрівують до кипіння . Додавання H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> і нагрівання повторюють до переходу темно-зеленого кольору розчину в чисто жовтий . Потім наявність утворених йонів CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup> , підтверджують застосовуючи реакцію з хлоридом барію .

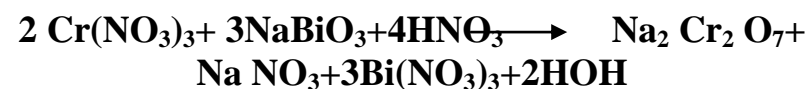
Хлорид барію Ba Cl<sub>2</sub> . Частина одержаного розчину підкислюють оцтовою кислотою CH<sub>3</sub>COOH до кислої реакції середовища і додають кілька крапель розчину Ba Cl<sub>2</sub> :



В присутності Cr<sup>3+</sup> утворюється жовтий осад хромату барію.

**4. 3. 4.** Для окислення Cr<sup>3+</sup> до біхроматіонів Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> в кислому середовищі використовують персульфат амонію (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, оксид свинцю PbO<sub>2</sub>, вісмутат натрію NaBiO<sub>3</sub> і інші реагенти .

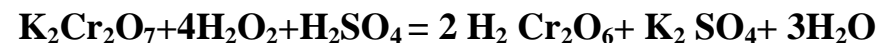
Як приклад , розглянемо реакцію з вісмутатом Na :



Реакцію проводять в присутності надлишку HNO<sub>3</sub> .

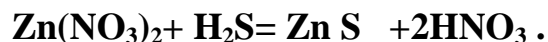
Виконання досліду . До 3-4 крапель розчину , що містять йони Cr<sup>3+</sup> додають 1-2 мл HNO<sub>3</sub> та невелику кількість сухого NaBiO<sub>3</sub> і вміст пробірки нагрівають до кипіння. Наявність утворених йонів Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> підтверджують , використовувачи реакцію утворення надхромової кислоти . Для цього 1 мл одержаного розчину додають 5-10 крапель пероксиду водню , 3-4 краплі сірчаної кислоти і 1 мл ефіру . Вміст пробірки легко струшується в присутності йонів Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> верхній органічний шар забарвлюється в синій колір у результаті утворення надхромової кислоти .

Забарвлення швидко зникає .

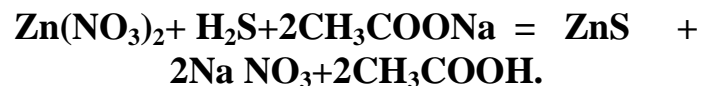


### РЕАКЦІЯ ЙОНІВ $Zn^{2+}$

**4. 3. 5.** Сірководень  $H_2S$  утворює з йонами  $Zn$  білий осад /помутніння розчину/ сульфиду цинку  $Zn S$  .



Реакцію проводять у середовищі оцтової кислоти , оскільки осад  $ZnS$  розчинений у мінеральних кислотах, у реакційну суміш додають також ацетат натрію  $CH_3COONa$ .

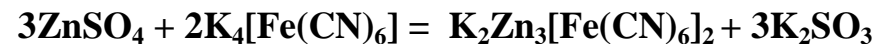


Виконання реакції .

До 0,5 – 1 мл розчину солі цинку додають 3 – 4 краплі розчину  $CH_3COOH$  і 5 – 7 крапель сірководневої води . Виявленню цинку за допомогою цієї реакції перешкоджають йони , які утворюють з  $H_2S$  сульфідів , нерозчинні в оцтовій кислоті / до них відносяться всі катіони II – гої аналітичної групи , всі катіони V-VI аналітичної групи / .

Осад  $ZnS$  утворює ться й в сильно лужному середовищі . У цьому випадку , як регент , використовують сульфід натрію . У цих умовах катіони IV-тої аналітичної групи не перешкоджають виявленню цинку .

Фероціанід калію  $K_4(Fe /CN /_6)$  утворює з йонами  $Zn^{2+}$  білий осад /помутніння розчину / подвійної солі  $K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$  .



Осад розчинний в  $NaOH$  ,  $KOH$  і  $NH_4OH$ , а також в неорганічних кислотах . Реакцію проводять у нейтральному чи оцтовому середовищі .

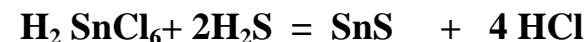
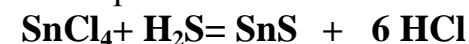
Виконання досліду .

До 0,5 – 1 мл розчину що містить йони  $Zn^{2+}$  додати 0,5 – 1 мл розчину  $K_4(Fe/CN/6)$ .

Всі йони , що утворюють осадів з  $K_4[Fe(CN)_6]$  перешкоджають виявленню  $Zn^{2+}$  .

### РЕАКЦІЇ ЙОНІВ $Sn^{2+}$ , $Sn^{4+}$

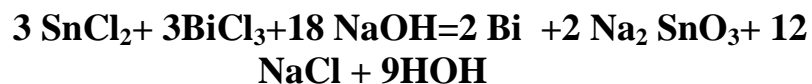
**4. 3. 7.** Сірководень утворює з йонами  $Sn^{2+}$  ,  $Sn^{4+}$  відповідно шоколадно-коричневий та жовтий осадів сульфідів , нерозчинні в розбавленій  $HCl$  .



Реакції проводять у середовищі 0,3 - 0,6 н  $HCl$  . Обидва сульфідів розчинні в концентрованій  $HCl$  .  $Sn S_2$  розчинний також в розчині  $HNO_3$  . При взаємодії з концентрованою  $HNO_3$  осадів  $SnS$  і  $SnS_2$  перетворюються в білий осад нерозчинної станатної кислоти  $H_2SnO_3$  .



**4.3.8.** Солі вісмуту / III /  $\text{BiCl}_3$  , або  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  відновлюються солями  $\text{Sn}^{2+}$  до металічного  $\text{Bi}$  забарвленого в чорний колір :

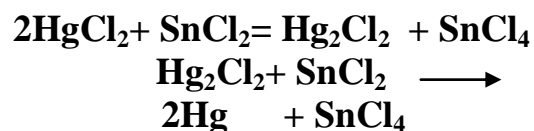


Реакцію проводять у сильно лужному середовищі . Йони  $\text{Sn}^{4+}$  перед виявленням необхідно відновити до  $\text{Sn}^{2+}$  за допомогою металічного заліза.

Виконання реакції .

До 0,5 – 1 мл розчину, що містить йони  $\text{Sn}^{2+}$ , додають розчин  $\text{NaOH}$  до повного розчинення утвореного спочатку білого осаду  $\text{Sn}(\text{OH})_2$ . До прозорого розчину  $\text{BiCl}_3$  або  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ .

**4.3.9.** Солі ртуті (I і II) відновлюються йонами  $\text{Sn}^{2+}$ . Кінцевим продуктом відновлення є металічна ртуть забарвлена в чорний колір :



Реакцію проводять у середовищі  $\text{HCl}$ .

Виконання досліду .

До 0,5 – 1 мл розчину  $\text{SnCl}_2$  додають 1 – 2 краплі розчину  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ .

Виявленню олова перешкоджають йони  $\text{Ag}^+$ .

**4.3.10.** Диметилглюксим утворює з йонами  $\text{Sn}^{2+}$  в присутності  $\text{Fe}^{2+}$  забарвлену в червоний колір сполуку , в склад якої входить  $\text{Sn}^{2+}$  і  $\text{Fe}^{2+}$  і диметилглюксим . Сполука екстрагується / бутиловим чи ізобутиловим / спиртом .

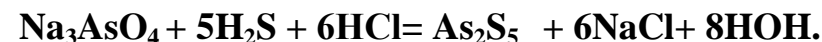
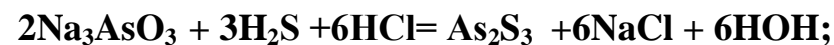
### Виконання досліду

До 1 – мл розчину , що містить йони олова , додають 3 – 4 краплі  $\text{HCl}$  , залізні ошурки й кип'ятять протягом 1 – 2 хв . Розчин охолоджують і додають лужний розчин диметилглюксиму до лужної реакції середовища і потім ще 1 – мл . Знову додають  $\text{HCl}$  до кислої реакції середовища , додають 1 – мл бутилового / або ізобутилового спирту і струшують вміст пробірки .

В присутності олова органічний шар забарвлюється в червоний колір . Для порівняння необхідно вести “ сліпий дослід “ . Виявленню олова не перешкоджають інші катіони.

### РЕАЦІЯ ЙОНІВ $\text{AsO}_3^{3-}$ і $\text{AsO}_4^{3-}$

**4.3.11.** Сірководень  $\text{H}_2\text{S}$  з йонами  $\text{AsO}_3^{3-}$  і  $\text{AsO}_4^{3-}$  утворюють жовті осаді сульфідів  $\text{As}_2\text{S}_3$  і  $\text{As}_2\text{S}_5$  .

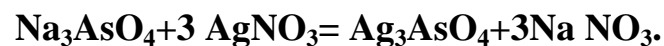
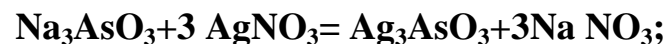


Реакції проводять в середовищі  $6\text{HCl}$  при нагріванні . Обидва сульфідів розчинні в  $\text{NaOH}$  ,  $\text{HNO}_3$  (при  $t^0$ ) ,  $\text{NH}_4\text{OH}$  , але нерозчинні в  $\text{HCl}$  .

Виконання досліду .

До 1 – мл розчину солі арсену додають 1- мл концентрованого розчину HCl , вміст пробірки підігривають і пропускають через розчин повільний струмінь H<sub>2</sub>S . Виявленню арсенату перешкоджають всі інші йони , які утворюють сульфідні , нерозчинні в HCl / Pb<sup>2+</sup> , Ag<sup>+</sup> , Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup> , Hg<sup>2+</sup> , Sn<sup>4+</sup> , Bi<sup>3+</sup> та інші / .

**4. 3. 12.** Нітрат срібла AgNO<sub>3</sub> утворює з йонами AsO<sub>3</sub><sup>3-</sup> і AsO<sub>4</sub><sup>3-</sup> осад Ag<sub>3</sub>AsO<sub>3</sub>, Ag<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub> відповідно жовтого та коричневого кольору .



Осади нерозчинні в CH<sub>3</sub>COOH , але розчинні в HNO<sub>3</sub> і NH<sub>4</sub>OH .

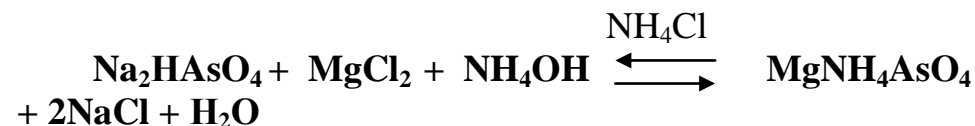
Реакцію проводять в нейтральному або оцтовокислому середовищі .

Виконання досліду .

До 0,5 – 1 мл розчину солі арсену додають 3 – 4 краплі розчину Ag NO<sub>3</sub>.

Виявленню арсену перешкоджають йони , які утворюють забарвлені осад з AgNO<sub>3</sub>.

**4. 3. 13.** Магnezіальна суміш ( суміш MgCl<sub>2</sub> , NH<sub>4</sub>OH і NH<sub>4</sub>Cl) утворює з йонами AsO<sub>4</sub><sup>3-</sup> дрібнокристалічний осад / помутніння розчину / подвійної солі і магній – амоній - арсенат MgNH<sub>4</sub>AsO<sub>4</sub>.

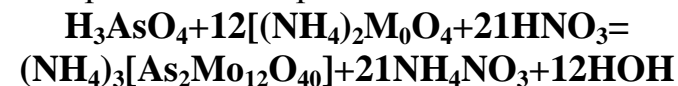


Реакцію проводять у слабо лужному середовищі в присутності NH<sub>4</sub>Cl . Осад розчинний у CH<sub>3</sub>COOH і в неорганічних кислотах .

Виконання досліду .

До 0,5 – 1 мл розчину , що містить йони Mg<sup>2+</sup> додають краплями розчин NH<sub>4</sub>OH до утворення незначного осаду / помутніння / , потім додають невелику кількість сухого NH<sub>4</sub>Cl і 3 – 4 краплі розчину Na<sub>2</sub>HAsO<sub>4</sub> . Всі йони , що утворюють нерозчинні сполуки з Mg<sup>2+</sup> і AsO<sub>4</sub><sup>3-</sup> перешкоджають виявленню арсену .

**4. 3. 14.** Молибденова рідина / суміш молибдату амонію [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> і HNO<sub>3</sub>] / при нагріві утворюються з йонами AsO<sub>4</sub><sup>3-</sup> дрібнокристалічний ясно - жовтий осад амонійної солі арсенової гетерополікислоти .

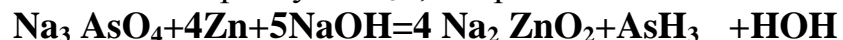


Реакцію проводять в присутності надлишку HNO<sub>3</sub>. Осад нерозчинний в HNO<sub>3</sub> , але розчинний в NaOH .

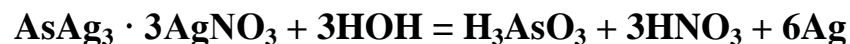
Виконання досліду .

До 1– мл розчину , що містить йони AsO<sub>4</sub><sup>3-</sup> додають 5 – 6 мл молибденової рідини . Вміст пробірки нагрівають майже до кипіння і залишають на 5 хв . Йони AsO<sub>3</sub><sup>3-</sup> не реагують з молибденовою рідиною . Їх перед виявленням окислюють до AsO<sub>4</sub><sup>3-</sup> концентрованою HNO<sub>3</sub> або H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> . Виявленню AsO<sub>4</sub><sup>3-</sup> перешкоджають PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> .

**4. 3. 15.** Металічний цинк відновлює  $\text{AsO}_3^{3-}$  і  $\text{AsO}_4^{3-}$  до газоподібного арсену  $\text{AsH}_3$ , наприклад



Реакцію проводять у лужному середовищі.  $\text{AsH}_3$ , що виділяється виявляють за допомогою смужки фільтрувального паперу, змоченої розчином  $\text{AgNO}_3$ , яка чорніє в результаті виділення металічного срібла за реакцією.



До 2 мл розчину  $\text{NaOH}$  додають одну гранулу металічного цинку. Вміст пробірки нагрівають до початку розчинення  $\text{Zn}$  і додають 3-4 крапель розчину солі арсену.

Пробірку закривають водним тампоном змоченим розчином  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  для поглинання можливої домішки  $\text{H}_2\text{S}$ . Зверху пробірка закрита фільтрувальним папером, змоченим  $\text{AgNO}_3$ . В присутності арсену на фільтрувальному папері через декілька хвилин виникає чорна пляма.

**4. 3. 16.** Розчин йоду  $\text{I}_2$  обезбарвлюється при добавленні до нього розчину, що містить йони  $\text{AsO}_3^{3-}$  внаслідок окислення останніх до  $\text{AsO}_4^{3-}$ .



Реакцію проводять у слаболужному середовищі (слаболужне середовище підтримується за допомогою додавання гідрокарбонату натрію  $\text{NaHCO}_3$ )

Виконання досліду.

До 0,5-1 мл розчину, що містить йони  $\text{AsO}_3^{3-}$  додають 3-4 краплі розчину гідрокарбонату натрію  $\text{NaHCO}_3$  і краплями розчин  $\text{I}_2$ . Виявленню  $\text{AsO}_3^{3-}$  перешкоджають багато відновників.

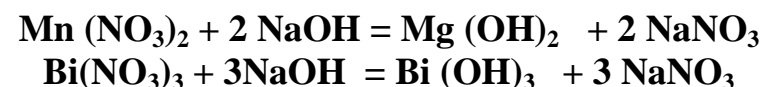
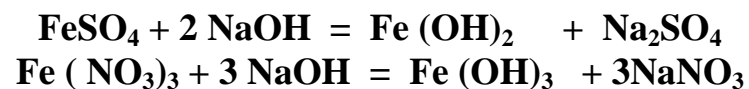
## 5. Вивчення реакцій на катіони V

### аналітичної групи

До катіонів V-ої аналітичної групи відносяться йони  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Sb}^{3+}$ ,  $\text{Sb}^{5+}$ . Груповим реагентом є розчин  $\text{NaOH}$ .

#### 5.1. ДІЯ ГРУПОВОГО РЕАГЕНТУ $\text{NaOH}$

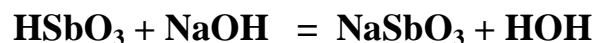
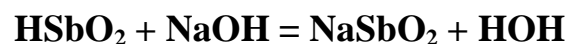
Йони  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$  утворюють з груповим реагентом аморфні осаді гідроксидів, а з  $\text{Sb}^{3+}$  і  $\text{Sb}^{5+}$  осаді відповідних кислот.



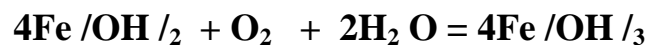
При вивченні реакції йонів  $\text{Sb}^{3+}$  і  $\text{Sb}^{5+}$  звичайно використовують солянокислі розчини в яких стибій знаходиться у вигляді сполук  $\text{H}_3/\text{SbCl}_6/$  і  $\text{HSbCl}_6$



Всі осаді крім  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  білого кольору ; осад  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  – блідо-зеленого,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  – червоно-бурого . Всі осаді крім  $\text{HSbO}_2$  і  $\text{HSbO}_3$  - розчинні в надлишку лугу .



В соляній кислоті всі осаді добре розчинні . У  $\text{HNO}_3$  - розчинні теж крім  $\text{HSbO}_2$  і  $\text{HSbO}_3$ . Осаді  $\text{Fe}/\text{OH}/$ ,  $\text{HSbO}_2$  ,  $\text{HSbO}_3$  нерозчинні в надлишку  $\text{NH}_4\text{OH}$   $\text{Mn}(\text{OH})_2$  ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  і  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  частково розчиняються .Осаді  $\text{Mn}/\text{OH}/_2$  і  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  окислюються киснем повітря і набувають з часом бурого забарвлення :



Виконання реакції .

До 0,5-1мл розчину у окремих пробірках додають по 3-4 краплі розчину  $\text{NaOH}$  . У випадку  $\text{SbCl}_6^{-3}$  ,  $\text{SbCl}_6^{-}$  додають 5-10 крапель  $\text{HCl}$  .

## 5.2. ДІЯ ЗАГАЛЬНИХ РЕАГЕНТІВ

Всі реакції із загальними реагентами виконуються таким чином : в ряд пробірок поміщають по 0,5 мл солей відповідних йонів і додають 3-4 краплі реагенту .

5. 2. 1. Гідрооксид амонію взаємодіє з йонами V аналітичної групи аналогічно  $\text{NaOH}$  і утворює з ними такі ж осаді гідрооксидів . Осаді  $:\text{Fe} / \text{OH} /_3$  ,  $\text{Bi} / \text{OH} /_3$   $\text{HSbO}_2$  ,  $\text{HSbO}_3$  , нерозчинні в надлишку  $\text{NH}_4\text{OH}$  ,  $\text{Mn}/\text{OH}/_2$  ,  $\text{Fe}/\text{OH}/_2$   $\text{Mg}/\text{OH}/_2$  частково розчинні в надлишку  $\text{NH}_4\text{OH}$  і осаджуються неповністю.

В присутності солей амонію розчинність цих осадів значно підвищується .

5. 2. 2. Карбонати натрію  $\text{Na}_2 \text{CO}_3$  , і калію  $\text{K}_2 \text{CO}_3$  , і амонію  $/\text{NH}_4/2 \text{CO}_3$  утворюють з йонами  $\text{Fe}^{2+}$  і  $\text{Mn}^{2+}$  білі осаді карбонатів  $\text{FeCO}_3$  ,  $\text{MnCO}_3$  ,  $\text{Fe}^{3+}$  утворює червоно-бурий осад основної солі  $\text{Fe}/\text{OH}/\text{CO}_3$ ., який при кип'ятінні переходить у гідрооксид  $\text{Fe} / \text{OH} /_3$  ,  $\text{Mg}^{2+}$  , утворює білий осад основної солі  $\text{Mg}_2/\text{OH} /_2 \text{CO}_3$  , розчинний в



присутності солей амонію .  $\text{Bi}^{3+}$  утворює осад  $\text{Bi} / \text{OH} /_3$ ;  $\text{Sb}^{3+}$ ,  $\text{Sb}^{5+}$  - осад  $\text{HSbO}_2$  і  $\text{HSbO}_3$  відповідно .

Йони  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$  карбонатом амонію осаджуються неповністю .

**5. 2. 3.** Гідрофосфат натрію  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  з йонами  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  білі осад  $\text{гідрофосфатів } \text{FeHPO}_4$  і  $\text{MgHPO}_4$ . Йони  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  і  $\text{Bi}^{3+}$  утворюють осад середніх солей  $\text{Mn}_3 (\text{PO}_4)_2$  і  $\text{BiPO}_4$ , а також - жовтий  $\text{FePO}_4$ . Всі осад, крім  $\text{FePO}_4$  і  $\text{BiPO}_4$ , розчинні в оцтовій кислоті  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Осад  $\text{FePO}_4$  розчинний в неорганічних кислотах ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) а  $\text{BiPO}_4$  розчинний в  $\text{HCl}$ , але погано розчинний в робавл.  $\text{HNO}_3$ .

**5. 2. 4.** Фері – і ферогнанід калію  $\text{K}_3 (\text{Fe} / \text{CN} /_6)$  і  $\text{K}_4 (\text{Fe} / \text{CN} /_6)$  утворюють з йонами  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  і  $\text{Bi}^{3+}$  - осад різного кольору і складу  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Sb}^{3+}$ ,  $\text{Sb}^{5+}$  з названими реагентами не взаємодіють . Осад

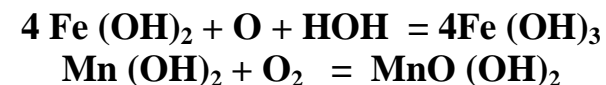
$\text{Fe}_3 (\text{Fe} / \text{CN} /_6)_2$  і  $\text{Fe}_4 (\text{Fe} / \text{CN} /_6)_3$  - синього кольору забарвленні настільки, що можуть бути використані для виявлення йонів  $\text{Fe}^{2+}$  і  $\text{Fe}^{3+}$  в присутності багатьох інших катіонів в розчинах .

**5. 2. 5.** Сульфід амонію  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  в нейтральному середовищі утворює осад : бурі  $\text{FeS}$ ,  $\text{Fe}_2\text{S}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ , тілесний  $\text{MnS}$ . Йони  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Sb}^{3+}$ ,  $\text{Sb}^{5+}$  осадів не утворюють . Осад  $\text{FeS}$  і  $\text{Fe}_2\text{S}_3$ ,  $\text{MnS}$  розчинні в  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{HCl}$  і  $\text{HNO}_3$ . Осад  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  розчинний лише в  $\text{HNO}_3$  при нагріві .

**5. 2. 6.** Сірководень  $\text{H}_2\text{S}$  і тіосульфат натрію –  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  в середовищі розведеної  $\text{HCl}$  і при нагріві утворюють з йонами  $\text{Bi}^{3+}$  (чорний  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ ) і  $(\text{SbCl}_6)^{3-}$  і  $(\text{SbCl}_6)^-$  /оранжеві –  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  і  $\text{Sb}_2\text{S}_5$  /, осад нерозчинні в розбавленій  $\text{HCl}$ .

$\text{Sb}_2\text{S}_3$  і  $\text{Sb}_2\text{S}_5$  - рочинні в концентрованій  $\text{HCl}$  а  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  в розбавленій  $\text{HNO}_3$  при нагріві .

Осад  $\text{Fe} (\text{OH})$  і  $\text{Mn} (\text{OH})$  окислюються киснем повітря і набувають з часом бурого забарвлення :



### **5.3.ХАРАКТЕРНІ РЕАКЦІЇ НА КАТІОНИ V- АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ**

#### **РЕАКЦІЇ ЙОНІВ $\text{Fe}^{2+}$**

**5. 3. 1.** Ферогнанід  $\text{K}$  ( червона кров”яна сіль  $\text{K}_3 / \text{Fe} (\text{CN})_6 /$  утворює з йонами  $\text{Fe}^{2+}$  темно-синій осад “ турнбулевої сині”.



Реакцію проводять в нейтральному середовищі, або в середовищі розбавленої  $\text{HCl}$ .

**Виконання досліду**

На скляну пластинку поміщають 1 - краплю розчину солі заліза / II / і додають 3 - 4 краплі розчину  $K_3 [Fe / CN /_6]$  . Інші катіони не перешкоджають виявленню Fe . Перешкоджають виявленню Fe , луги .

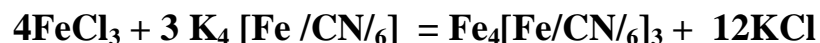
**5.3.2.**  $\alpha, \alpha'$  - дипіридил утворює з йонами  $Fe^{2+}$  розчинну комплексну сполуку забарвлену в червоний колір . Реакцію проводять в середовищі розбавленої HCl.

Виконання досліду .

На скляну пластинку поміщають 1- краплю розчину солі заліза / II / , і 1- краплю розбавленої HCl і 2 - 3 краплі  $\alpha, \alpha'$  - дипіридилу .

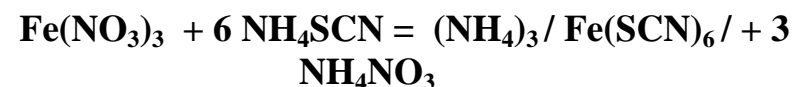
### РЕАКЦІЇ ЙОНІВ $Fe^{3+}$

**5.3.3.** Ферогнанід калію " жовта кров"яна сіль"  $K_4 [Fe /CN/_6]$  утворює з йонами  $Fe^{3+}$  темно-синій осад "берлінської лазурі" -  $Fe_4 [Fe /CN/_6)_3]$  Реакцію проводять в нейтральному середовищі розбавленої HCl



На скляну пластинку поміщують 1 краплю розчину солі заліза (III) і добавляють 3-4 краплі розчину  $K_4 [Fe/CN/_6]$  Виявленню  $Fe^{3+}$  перешкоджають йони  $Cu^{2+}$  і луги .

**5.3.4.** Роданід амонію  $NH_4 SCN$  утворює з йонами  $Fe^{3+}$  розчинну комплексну сполуку інтенсивно-червоного кольору :



Реакцію проводять в слабокислому середовищі . Із водного розчину комплекс екстрагується вищим спиртом (наприклад петитовим) . Перешкоджають виявленню  $Fe^{3+}$  йони  $F^-$  , які зв'язують йони  $Fe^{3+}$  в міцний , але безбарвний комплекс .



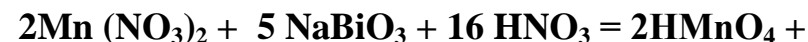
Виконання досліду :

До 0 . 5 мл розчину , що містить йони  $Fe^{3+}$  , додати 1 мл розчину  $NH_4SCN$  (або  $KSCN$ ). В присутності йонів  $Cu^{2+}$  ,  $Hg_2^{2+}$  ,  $Hg^{2+}$  ,  $Bi^{3+}$  і інших необхідно додавати великий надлишок .

### РЕАКЦІЇ ЙОНІВ $Mn^{2+}$

Для виявлення  $Mn^{2+}$  його необхідно окислити до перманганат йонів  $MnO_4^-$ . При цьому розчин забарвлюється в рожевий колір . Окислення можна проводити як в кислому так і в лужному середовищі .

**5.3.5.** В кислому середовищі окислення проводять  $K_2Cr_2O_7$  ,  $PbO_2$  ,  $NaBiO_3$  і іншими реагентами . Наприклад :

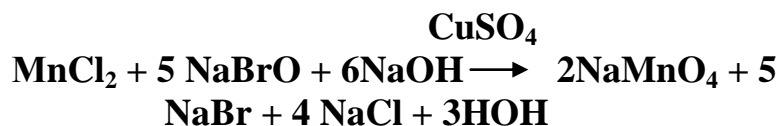




Реакцію проводять в середовищі  $\text{HNO}_3$  і дуже розбавленим розчином солі мангану .

Виконання досліду . В пробірку поміщують 1 краплю (тільки!) розчину , що містить йони  $\text{Mn}^{2+}$  і додають 0.5-1 мл  $\text{HNO}_3$  і невелику щіпку сухого  $\text{NaBiO}_3$ . Ця реакція дозволяє виявити  $\text{Mn}^{2+}$  в присутності всіх катіонів .

**5.3.6.** В лужному середовищі як оксидники використовують  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_2$ , хлорну воду / розчин  $\text{Cl}_2$  у воді / , бромну воду / розчин  $\text{Br}_2$  у воді / . Всі ці окисники окислюють  $\text{Mn}^{2+}$  до  $\text{Mn}^{4+}$  ( $\text{MnO}_2$ ) і лише гіпоброміт натрію -  $\text{NaBrO}$  в присутності каталізатора ( $\text{CuSO}_4$ ) і при нагріванні окислюють  $\text{Mn}^{2+}$  до перманганат - йонів  $\text{MnO}_4^-$ , забарвлених у рожево-фіолетовий колір. Цю реакцію проводять у сильнолужному середовищі і з дуже розведеним розчином солі мангану .



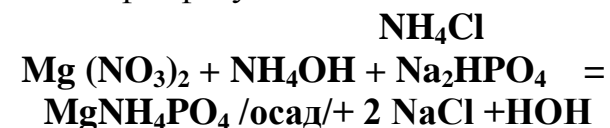
Виконання досліду

В пробірку поміщають 1 каплю розчину , що містить йони  $\text{Mn}^{2+}$  , додають 1 каплю розчину  $\text{CuSO}_4$  і 5-6 мл свіжоприготовленого розчину  $\text{NaBrO}$ . Вміст пробірки добре перемішують і нагрівають до кипіння (обережно) , кип'ятять 1 хв. І дають розчину

відстоятись . Виявленню  $\text{Mn}^{2+}$  за допомогою цієї реакції не перешкоджають інші катіони .

### РЕАКЦІЯ ЙОНІВ $\text{Mg}^{2+}$

Магнезіальна суміш  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  в присутності гідрооксиду амонію -  $\text{NH}_4\text{OH}$  і хлориду амонію  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ) утворює з йонами  $\text{Mg}^{2+}$  білий дрібнокристалічний осад магній – амоній - фосфату .



Осад розчинний в оцтовій і розбавлених неорганічних кислотах .

Виконання досліду

До 0.5-1 мл розчину солі  $\text{Mg}$  додають 1 - 2 краплі  $\text{NH}_4\text{OH}$  . Після невеликого помутніння додають сухий  $\text{NH}_4\text{Cl}$  до зникнення помутніння . До прозорого розчину додають 3 - 4 краплі розчину  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ . Виявленню  $\text{Mg}^{2+}$  перешкоджають багато катіонів II , III , IV , V , VI аналітич. груп .

**5.3.8.** Титановий жовтий утворює в сильнолужному середовищі з йонами  $\text{Mg}^{2+}$  яскраво-рожевий осад.

Виконання реакції

В пробірку поміщають 5 - 6 крапель розчину солі  $\text{Mg}$  , додають 5 - 6 крапель свіжоприготовленого

розчину титанового жовтого, 2 мл розчину NaOH і добре перемішують. Всі катіони, що утворюють з NaOH нерозчинні гідроксиди, перешкоджають виявленню  $Mg^{2+}$ . Для порівняння необхідно провести "сліпий дослід"

### РЕАКЦІЇ ЙОНІВ $Bi^{3+}$

**5.3.9.** Гідроліз (взаємодія з водою). При розведенні водою розчини солей вісмуту легко піддаються гідролізу з утворенням білого осаду основних

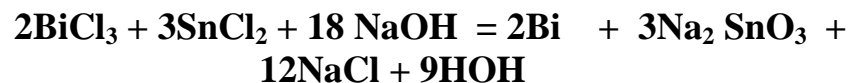
солей, Наприклад:



Виконання реакції:

До 0,5 - 1 мл розчину солі вісмуту додають 5 - 6 мл  $H_2O$ . Виявленню  $Bi^{3+}$  перешкоджають йони  $Sb^{3+}$ ,  $Sb^{5+}$ ,  $Sn^{2+}$ ,  $Sn^{4+}$ .

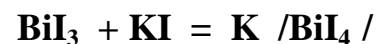
**5.3.10.** Хлорид олова / II /  $SnCl_2$  в сильножовтому середовищі відновлює солі  $Bi^{3+}$  до металічного вісмуту, який має чорне забарвлення:



Виконання реакції.

В окрему пробірку поміщують 0,5 - 1 мл хлориду олова і додають до нього розчин NaOH до повного розчинення утвореного спочатку білого осаду  $Sn(OH)_2$ . До прозорого розчину додають 2 - 3 краплі розчину, що містить йони  $Bi^{3+}$ . Виявленню вісмуту перешкоджають йони  $Hg_2^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$  і  $Ag^+$  / частково  $Pb^{2+}$  /.

**5.3.11.** Йодид калію KI утворює з йонами  $Bi^{3+}$  чорний осад йодиду вісмуту  $BiI_3$ , який легко розчиняється в надлишку KI з утворенням розчинної комплексної сполуки  $KBiI_4$  оранжевого кольору:



Реакцію проводять в кислому середовищі.

Виконання реакції

До 0,5 - 1 мл розчину, що містить йони  $Bi^{3+}$ , додають краплями 1 - 2 краплі розчину KI. До утвореного осаду додають надлишок розчину KI. Виявленню  $Bi^{3+}$  перешкоджають йони  $Fe^{3+}$ ,  $Sb^{5+}$  і багато оксидників.

**5.3.12.** Тіосечовина  $S=C(NH_2)_2$  утворює з йонами  $Bi^{3+}$  розчинну комплексну сполуку червоно-оранжевого кольору  $[Bi(SC(NH_2)_2)_6]Cl_3$ .

Реакцію проводять в солянокислому середовищі.

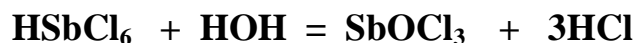
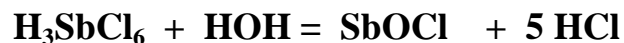
Виконання реакції

До 0,5 - 1 мл розчину, що містить йони  $Bi^{3+}$  додають щіпку сухої тіосечовини. Виявленню  $Bi^{3+}$  перешкоджають йони  $Fe^{3+}$ ,  $Hg_2^{2+}$  і  $Sb^{5+}$ . Перешкоджаючу

дію  $\text{Sb}^{5+}$  можна усунути додаванням винно-кислого (тартрату натрію)  $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ , який утворює з  $\text{Sb}^{5+}$  міцний безбарвний комплекс.

### РЕАКЦІЇ ЙОНІВ $\text{Sb}^{3+}$ і $\text{Sb}^{5+}$

**5.3.13.** Гідроліз / взаємодія з водою / . При розбавленні водою кислій розчинів, що містять сполуки стибію, легко піддаються гідролізу з утворенням білого осаду основних солей. Наприклад:

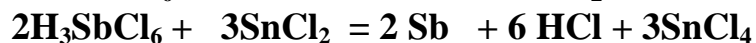
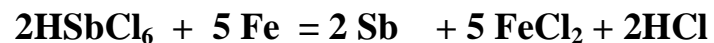


Виконання реакції.

До 0,5 - 1 мл розчину солі стибію (III чи IV) додають 5,6 мл HOH

Виявленню стибію перешкоджають йони  $\text{Bi}^{3+}$ , Sn (II, IV).

**5.3.14.** Дія металів. Активні метали (Al, Zn, Sn, Fe) відновлюють /Sb III і V/ із його сполук наприклад  $\text{SnCl}_2$ , до вільного металу, який має вигляд чорних пухнастих пластівців. Наприклад:

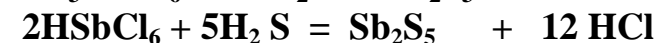


Реакцію проводять в середовищі HCl.

Виконання реакції

В пробірку поміщають 0,5 - 1 мл розчину солі стибію, додають 1 - 2 краплі концентрованої HCl і залізні ошурки. Через 2 - 3 хв. спостерігають виділення чорного пухнастого нальоту, що утворюється на поверхні залізних ошурок. Виявленню стибію перешкоджають всі метали, що стоять в ряду напруг правіше заліза.

**5.3.15.** Сірководень  $\text{H}_2\text{S}$  із розчинів, що містять Sb (III, V) осаджує оранжеві осадки сульфідів  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  і  $\text{Sb}_2\text{S}_5$ .



Реакцію проводять у середовищі 3n HCl.

Ці обидва сульфідні розчинні в концентрованій HCl і NaOH.

При взаємодії з концентрованою  $\text{HNO}_3$  ці сульфідні перетворюються в білий осад нерозчинної  $\text{HSbO}_3$ .

Виконання реакції

До 0,5 - 1 мл розчину додають сіль Sb / III, V / і концентровану HCl пропускають через розчин повільний струмінь  $\text{H}_2\text{S}$ . Всі катіони, що утворюють з  $\text{H}_2\text{S}$  в цих умовах забарвлені осадки, перешкоджають виявленню стибію.

**5.3.16.** Метилловий фіолетовий з йонами  $\text{SbCl}_6^-$  утворює комплексну сполуку фіолетового кольору, що екстрагується толуолом або бензолом. Реакцію проводять

в середовищі 1 - 2н HCl . В реакції з метиловим фіолетовим вступає тільки свіжоокиснений стибій / V /.

Виконання досліду

До 0,5 - 1 мл розчину , що містить стибій ( III чи V ) , додають 1 - 2 краплі конц. HCl і 3 - 4 краплі розчину SnCl<sub>2</sub> для відновлення / Sb до III /.

Після цього краплями додають 10 - %-ий розчин NaNO<sub>2</sub> до зникнення

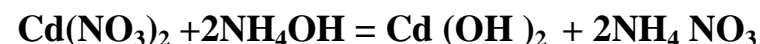
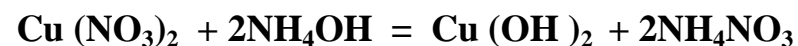
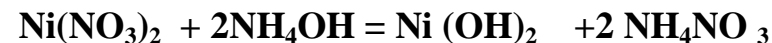
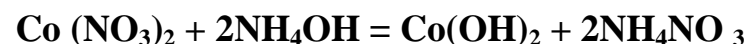
початкового бурого забарвлення розчину і ще 1 - 2 краплі . Розчину дають постояти 2 - 3 хв. При цьому Sb окислиться до Sb / V / , утворюється йон SbCl<sub>6</sub><sup>-</sup> . Для видалення надлишку NaNO<sub>2</sub> , що перешкоджає дальшому проведенню реакції до розчину додають суху сечовину CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> до припинення спінювання . Суміш розводять водою до 5 - 6 мл, додають 2 - 3 краплі 0,2 %-ного розчину метилового фіолетового (фіолетові чорнила) і 1 мл толуолу чи бензолу . Вміст пробірки струшують. В присутності стибію органічний шар забарвлюється в синій колір . Для порівняння необхідно провести " сліпий дослід " . Інші катіони не перешкоджають виявленню стибію .

## ВИВЧЕННЯ РЕАКЦІЙ НА КАТІОНИ VI АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ

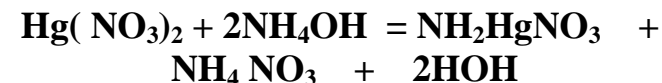
До катіонів шостої аналітичної групи відносяться йони : Co<sup>2+</sup> , Ni<sup>2+</sup> , Cu<sup>2+</sup> , Hg<sup>2+</sup> , Cd<sup>2+</sup> . Груповим реагентом є надлишок гідроксиду амонію NH<sub>4</sub>OH .

### 6.1 ДІЯ ГРУПОВОГО РЕАГЕНТУ

З невеликою кількістю гідроксиду амонію йони Co<sup>2+</sup> , Ni<sup>2+</sup> , Cu<sup>2+</sup> , Cd<sup>2+</sup> утворюють осаді : спочатку основних солей , а потім гідроксидів .

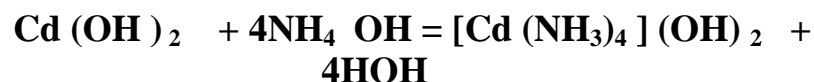
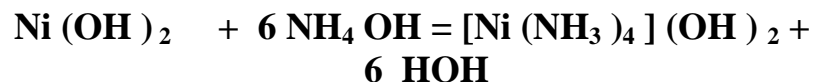
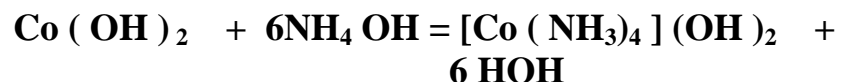


Йони Hg<sup>2+</sup> утворюють осад солі меркурамонію . Наприклад - нітрат меркур- амонію :



Осад Cd /OH/<sub>2</sub> і NH<sub>2</sub> Hg NO<sub>3</sub> білого кольору , Co(OH)<sub>2</sub> , Ni (OH)<sub>2</sub> і Cu / OH /<sub>2</sub> забарвлені відповідно , в рожевий , ясно зелений і блакитний колір . При дії надлишку NH<sub>4</sub> OH осаді Co(OH)<sub>2</sub> , Ni (OH)<sub>2</sub> , Cu(OH)<sub>2</sub> і

Cd (OH)<sub>2</sub> розчиняються з утворенням розчинних у воді комплексних сполук -аміакатів .



Утворення розчинного аміакату ртуті відбувається при дії надлишку NH<sub>4</sub>OH у суміші з хлоридом амонію NH<sub>4</sub>Cl і при нагріванні .



Аміакати ртуті / II / і кадмію безбарвні , аміакати нікелю і міді забарвлені в яскраво - синій колір , аміакат кобальту в брудно -жовтий .

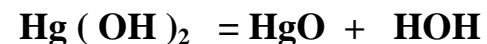
Виконання реакції

До 0,5 - 1 мл розчинів солей катіонів VI аналітичної групи в окремих пробірках додають спочатку краплями розчин NH<sub>4</sub>OH . До утворених осадів додають ще концентрований розчин NH<sub>4</sub>OH , до повного розчинення цих осадів . В пробірку , що містить йони Hg<sup>2+</sup> , додають також щіпку сухого NH<sub>4</sub>Cl і вміст пробірки нагрівають .

## 6.2. ДІЯ ЗАГАЛЬНИХ РЕАГЕНТІВ

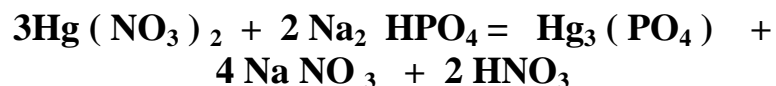
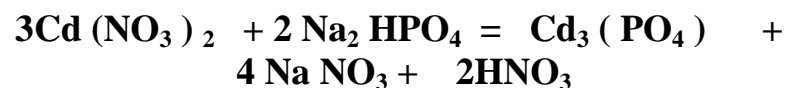
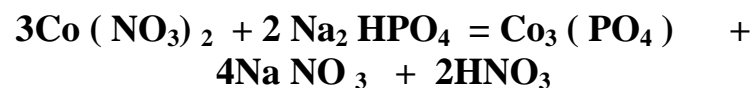
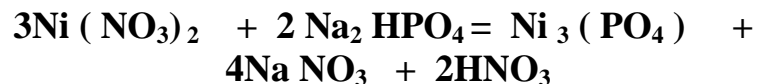
Всі реакції із загальними реагентами виконують таким чином : в ряд пробірок поміщають по 0,5 мл розчинів солей йонів , що вивчаються , і додають по 3 - 4 краплі відповідного реагента .

6.2.1. Луги NaOH або KOH утворюють із всіма катіонами VI аналітичної групи осаді добре розчинні в неорганічних кислотах HCl , HNO<sub>3</sub> , H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Білий гідроксид ртуті Hg / OH /<sub>2</sub> досить швидко розкладається з утворенням жовтого оксиду ртуті / II /:



6.2.2. Карбонати натрію Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> , калію K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> і амонію (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> осаджують йони Ni<sup>2+</sup> у вигляді зеленого карбонату нікелю , а йони Co<sup>2+</sup> , Cu<sup>2+</sup> , Cd<sup>2+</sup> , і Hg<sup>2+</sup> у вигляді основних солей : червоного (Co OH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> , зеленого (CuOH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> , червоно -бурого HgCO<sub>3</sub> . HgO і білого (CdOH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> . Всі осаді легко розчинні в кислотах . Карбонати нікелю , а також основні карбонати кобальту , міді і кадмію розчинні також NH<sub>4</sub>OH і в надлишку (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> .

**6.2.3.** Гідрофосфат натрію  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  утворює з іонами  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  і  $\text{Hg}^{2+}$ , осад середніх фосфатів: зелений  $\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2$ , фіолетовий  $\text{Co}_3(\text{PO}_4)_2$ , білі  $\text{Cd}_3(\text{PO}_4)_2$  і  $\text{Hg}_3(\text{PO}_4)_2$ .



Осад  $\text{Hg}_3(\text{PO}_4)_2$  добре розчинний тільки в  $\text{HCl}$ , решта розчинні в оцтовій та мінеральних кислотах, а також в гідрооксиді амонію.

Йони  $\text{Cu}$  утворюють ясно-блакитний осад змінного складу.

**6.2.4.** Фері- та фероціанід калію  $\text{K}_3(\text{Fe}/\text{CN}/_6)$  і  $\text{K}_4(\text{Fe}/\text{CN}/_6)$ .  $\text{K}_3(\text{Fe}/\text{CN}/_6)$  утворює червоно-бурий осад  $\text{Co}_3(\text{Fe}/\text{CN}/_6)_2$  і жовто-бурий осад -

$\text{Ni}_3(\text{Fe}/\text{CN}/_6)_2$ . Йони  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$  і  $\text{Cd}^{2+}$  осадів з цим реагентом не утворюють.

З  $\text{K}_4(\text{Fe}/\text{CN}/_6)$  взаємодіють всі іони, крім  $\text{Hg}^{2+}$ , утворюючи зеленуватий осад  $\text{Co}_2(\text{Fe}/\text{CN}/_6)$ , жовто-зелений  $\text{Ni}_2(\text{Fe}/\text{CN}/_6)$ , білий  $\text{Cd}_2(\text{Fe}/\text{CN}/_6)$ , червоно-бурий  $\text{Cu}_2(\text{Fe}/\text{CN}/_6)$ . Забарвлений осад

$\text{Cu}_2(\text{Fe}/\text{CN}/_6)$  настільки інтенсивно, що використовується для виявлення йонів  $\text{Cu}^{2+}$  в присутності всіх інших катіонів в розчині / тільки йони  $\text{Fe}^{2+}$  в якійсь мірі перешкоджають виявленню  $\text{Cu}^{2+}$  /. Більшість осадів не розчинні в розведенній  $\text{HCl}$ , але розчинні надлишку  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

**6.2.5.** Сульфід амонію  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  в нейтральному і слабо-лужному середовищі утворює зі всіма катіонами VI аналітичної групи осад сульфідів: жовтий  $\text{CdS}$  і чорні  $\text{CoS}$ ,  $\text{NiS}$ ,  $\text{CuS}$  і  $\text{HgS}$ .

Свіжоосадженні осад  $\text{NiS}$  і  $\text{CoS}$  розчинні навіть в оцтовій кислоті. Після недовгого стояння вони переходять в менш розчинну модифікацію і розчиняються тільки в  $\text{HNO}_3$  при нагріванні. Осад  $\text{CdS}$  нерозчинний в розбавленій  $\text{HCl}$ , але досить добре розчинний в концентрованій  $\text{HCl}$ , в розбавленій  $\text{HNO}_3$ .  $\text{CuS}$  нерозчинний в  $\text{HCl}$  теж, але добре розчинний в розбавленій  $\text{HNO}_3$  при нагріванні.  $\text{HgS}$  розчинний тільки в концентрованій  $\text{HNO}_3$ , або в суміші концентрованих  $\text{HCl}$  і  $\text{HNO}_3$  / "царська водка" / при нагріванні.

**6.2.6.** Сірководень  $\text{H}_2\text{S}$  в середовищі розведеної  $\text{HCl}$  осаджує осад сульфідів  $\text{Cu}$ ,  $\text{HgS}$  і  $\text{CdS}$ .

**6.2.7.** Тіосульфат натрію  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  осаджує із солянокислих розчинів і при нагріванні тільки сульфід міді і ртуті / II /. Йони  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ , і  $\text{Cd}^{2+}$  з

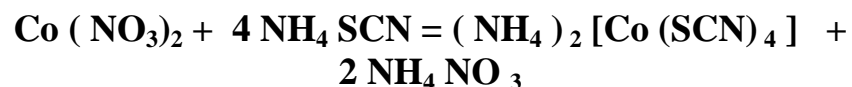
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  не взаємодіють.



### 6.3. ХАРАКТЕРНІ РЕАКЦІЇ НА КАТІОНИ VI АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ

#### РЕАКЦІЇ ЙОНІВ КОБАЛЬТУ Co

**6.3.1.** Роданід амонію  $\text{NH}_4 \text{SCN}$  /розчин в пентиловому спирті, або ацетоні / утворює з йонами  $\text{Co}^{2+}$  розчинну комплексну сполуку, забарвлену у синій колір. Сполука нестійка у водному розчині, але стає стійкою при екстракції її пентиловим спиртом, верхній органічний шар при цьому забарвлюється в синій колір / " синє кільце " /.



Реакцію проводять в нейтральному, або слабокислому середовищі.

Виконання реакції:

До 0,5 - 1 мл розчину солі  $\text{Co}^{2+}$  додати 5 - 6 крапель розчину в пентиловому спирті / не перемішувати /.

Виявленню  $\text{Co}^{2+}$  перешкоджають йони  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$  і  $\text{Hg}^{2+}$ . Перешкоджаючий вплив  $\text{Fe}^{3+}$  усувають, додаючи до аналізованого розчину сухий фторид натрію  $\text{NaF}$ , який зв'язує йони  $\text{Fe}^{3+}$  в дуже міцний, безбарвний комплекс  $\text{Na}_3 (\text{FeF}_6)$ . Вплив  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$  і  $\text{Hg}^{2+}$  усувають, додаючи суху тіосечовину  $\text{SC} (\text{NH}_2)_2$

, або тіосульфід натрію  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , які в середовищі розбавленої  $\text{HCl}$  зв'язують ці йони в міцні безбарвні, комплексні сполуки.

**6.3.2.**  $\alpha$ -нітрозо- $\beta$ -нафтол утворює з йонами  $\text{Co}^{2+}$  червоний осад, нерозчинний в розбавлених неорганічних кислотах.

Реакцію проводять в середовищі розбавленої  $\text{HCl}$  і при нагріванні.

Виконання реакції

Реакцію можна проводити в пробірці, або на смужці фільтрувального паперу / крапельний варіант /.

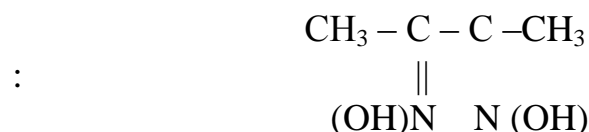
а) До 0,5 мл розчину солі  $\text{Co}^{2+}$  додати 3 - 4 краплі  $\text{HCl}$  і 3 - 4 краплі свіжоприготованого розчину  $\alpha$ -нітрозо- $\beta$ -нафтолу і нагрівають вміст пробірки.

б) на смужку фільтрувального паперу поміщають 1 - 2 краплі розчину солі  $\text{Co}^{2+}$ , 1 - 2 краплі  $\text{HCl}$  і 1 - 2 краплі розчину  $\alpha$ -нітрозо- $\beta$ -нафтолу.

Виявленню  $\text{Co}^{2+}$  перешкоджають йони  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$  утворюючи забарвлені осад, але ці осад / крім осаду з  $\text{Fe}^{3+}$  / розчинні в соляній кислоті. Перешкоджаючий вплив названих йонів усувають, додаючи фосфат амонію.  $\text{Fe}^{3+}$  зв'язують також фторидом натрію  $\text{NaF}$ .

## РЕАКЦІЇ ЙОНІВ НІКЕЛЮ

**6.3.3.** Диметил гліоксим утворює з йонами  $\text{Ni}^{2+}$  яскраво - рожевий осад, розчинний в неорганічних кислотах і лугах, але поганно розчинний  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Реакцію проводять в слабоаміачному середовищі



Реакцію можна виконувати в пробірці або на смужці фільтрувального паперу / крапельний варіант /.

А / До 0,5 мл розчину солі  $\text{Ni}^{2+}$  додають розчин  $\text{NH}_4\text{OH}$  до появи запаху аміаку і 5 - 6 крапель спиртового розчину диметилгліоксиму / не перемішувати / . У верхній частині утворюється яскраво - рожевий осад .

В / На смужці фільтрувального паперу поміщають 1 - краплю розчину солі  $\text{Ni}^{2+}$ , 2 - краплі розчину  $\text{NH}_4\text{OH}$  і 2 - 3 краплі розчину диметилгліоксиму.

**6.3.4.** Гідрооксид амонію  $\text{NH}_4\text{OH}$ , взятий в надлишку утворює з йонами  $\text{Ni}^{2+}$  розчинну комплексну сполуку - аміакат нікелю, забарвлену в яскраво - синій колір .

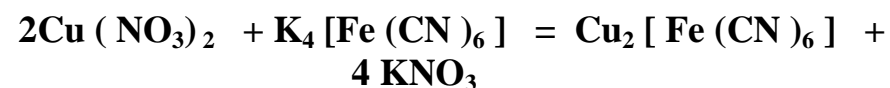


Виконання реакції .

До 0,5 мл розчину солі  $\text{Ni}^{2+}$  додають краплями розчин  $\text{NH}_4\text{OH}$  до розчинення утвореного спочатку осаду . Виявленню  $\text{Ni}^{2+}$  перешкоджають йони  $\text{Cu}^{2+}$ , які також утворюють в цих умовах яскраво - синій аміакат . В присутності йонів  $\text{Co}^{2+}$  синє забарвлення аміакату нікелю набуває зеленуватого відтінку . В присутності катіонів, що утворюють з  $\text{NH}_4\text{OH}$  нерозчинні гідрооксиди, або розчинні аміакати, необхідно при виявленні додати великий надлишок  $\text{NH}_4\text{OH}$  і дати осад, що утворився, відстоятися .

## РЕАКЦІЇ ЙОНІВ МІДІ $\text{Cu}^{2+}$

**6.3.5.** Фероціанід калію  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  утворює з йонами  $\text{Cu}$  червоно - бурий осад, нерозчинний в розбавлених неорганічних кислотах, але розчинний в надлишку  $\text{NH}_4\text{OH}$  .



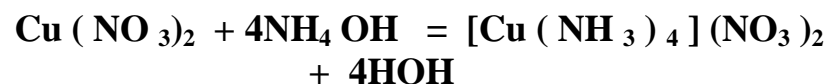
Реакцію проводять в нейтральному або слабокислому середовищі .

Виконання реакції

На скляну пластинку поміщають 1 - краплю розчину солі  $\text{Cu}^{2+}$  і додають 5 - 6 крапель розчину  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

.Виявленню  $\text{Cu}^{2+}$  в якійсь мірі перешкоджає  $\text{Fe}^{3+}$  та лужне середовище.

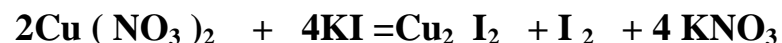
**6.3.6.** Гідрооксид амонію  $\text{NH}_4\text{OH}$ , взятий в надлишку, утворює з йонами  $\text{Cu}^{2+}$  розчинну комплексну сполуку - аміакат міді, забарвлений в яскраво-синій колір:



Виконання реакції.

До 0,5 мл розчину солі  $\text{Cu}^{2+}$  додають краплями розчин  $\text{NH}_4\text{OH}$  до розчинення осаду, який утворився на початку. Виявленню йонів  $\text{Cu}^{2+}$  перешкоджають йони  $\text{Ni}^{2+}$ . В присутності йонів  $\text{Co}^{2+}$  синє забарвлення аміакату міді набуває зеленуватого відтінку. В присутності катіонів, що утворюють з  $\text{NH}_4\text{OH}$  нерозчинні гідрооксиди або розчинні аміакати, необхідно при виявленні  $\text{Cu}^{2+}$  додавати великий надлишок  $\text{NH}_4\text{OH}$  і дати осаду, що виділився, відстоятися.

**6.3.7.** Йони  $\text{KI}$  вступають в реакцію з йонами  $\text{Cu}^{2+}$ , виділяється вільний йод, який екстрагують органічним розчинником - бензолом. При цьому органічний шар забарвлюється в рожево-фіолетовий колір.



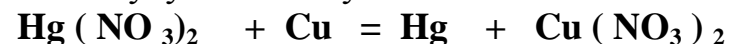
Реакцію проводять в нейтральному або слабо лужному середовищі.

Виконання реакції.

До 0,5 мл солі  $\text{Cu}^{2+}$  додати 1 мл бензолу і 5-6 крапель розчину  $\text{KI}$ . Вміст пробірки струсити.

### РЕАКЦІЇ ЙОНІВ $\text{Hg}^{2+}$

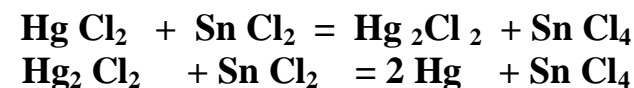
**6.3.8.** Металічна мідь відновлює йони  $\text{Hg}^{2+}$  до  $\text{Hg}^0$ . Ртуть, що виділяється утворює на поверхні мідної пластинки блискучу амальгаму.



Реакцію проводять в слабокислому середовищі / розбавленої  $\text{HNO}_3$ .

Виконання реакції. На мідну пластинку поміщають 1-2 краплі розчину солі  $\text{Hg}^{2+}$ . Через 1-2 хв. пластинку промивають проточною водою і насухо витирають фільтрувальним папером. В присутності солей  $\text{Hg}^{2+}$  утворюється блискуча / "нікельована" / пляма. Виявленню  $\text{Hg}^{2+}$  перешкоджають йони  $\text{Hg}_2^{2+}$  і  $\text{Ag}^+$ .

**6.3.9.** Хлорид олова / II /  $\text{SnCl}_2$  відновлює йони  $\text{Hg}^{2+}$  до  $\text{Hg}^0$ , яка в дрібнодисперсному стані виглядає як осад чорного кольору.



Реакцію виконують в слабокислому середовищі.

Виконання реакції . До 0,5 мл розчину солі  $\text{Hg}^{2+}$  додати краплями розчин  $\text{SnCl}_2$  до перетворення утвореного спочатку білого осаду  $\text{HgCl}_2$  в чорний  $\text{Hg}$  . Йони  $\text{Ag}^+$  ,  $\text{Hg}_2^{2+}$  і інших металів , які відновлюються  $\text{SnCl}_2$  до вільних металів , перешкоджають виявленню  $\text{Hg}^{2+}$  .

**6.3.10.** Йодид калію  $\text{KJ}$  утворює з йонами червоно - оранжевий осад йодиду ртуті / II / . Осад не розчинний в розведених кислотах , але розчинний в надлишку  $\text{KJ}$  з утворенням безбарвної комплексної сполуки  $\text{K}_2(\text{HgJ}_4)$  .



Реакцію проводять в нейтральному або слабнокислому середовищі .

Виконання реакції .

До 0,5 - 1 мл розчину солі додають краплями 2 - 3 краплі розчину  $\text{KJ}$  . Виявленню  $\text{Hg}^{2+}$  перешкоджають йони  $\text{Cu}^{2+}$  і  $\text{Bi}^{3+}$  .

### РЕАКЦІЇ ЙОНІВ $\text{Cd}^{2+}$

**6.3.11.** Сірководень  $\text{H}_2\text{S}$  в середовищі розведеної / 0,3 н  $\text{HCl}$  / утворює з йонами  $\text{Cd}^{2+}$  жовтий осад , нерозчинний в розведеній  $\text{HCl}$  , але розчинний в концентрованій  $\text{HCl}$  і розведеній  $\text{HNO}_3$  при нагріванні .



Реакцію проводять в середовищі розведеної / 0,3 н  $\text{HCl}$  / .

Виконання реакції .

До 0,5 - 1 мл розчину солі  $\text{Cd}^{2+}$  додають 2 - 3 краплі  $\text{HCl}$  , 5 - 6 крапель сірководневої води / розчин  $\text{H}_2\text{S}$  у воді / .

Виявленню  $\text{Cd}^{2+}$  перешкоджають всі йони , які утворюють сульфіді , нерозчинні в соляній кислоті . Тому перед виявленням кадмію , необхідно видалити всі перешкоджаючі йони . Звичайно цього досягають осадженням їх за допомогою тіосульфату натрію  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  в середовищі розбавленої соляної кислоти . Йони  $\text{Cd}^{2+}$  тіосульфатом натрію не осаджуються .

## 7. ВИВЧЕННЯ РЕАКЦІЙ НА АНІОНИ

В даному методичному посібнику прийнята класифікація аніонів , яка заснована на різній розчинності солей барію і срібла відповідних кислот .

За цією класифікацією аніони поділяються на три аналітичні групи :

I група :  $\text{SO}_4^{2-}$  ,  $\text{CO}_3^{2-}$  ,  $\text{SiO}_3^{2-}$  ,  $\text{PO}_4^{3-}$  ,  $\text{BO}_3^{3-}/\text{BO}_2^-$  ,  $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$  / ,  $\text{F}^-$  .

Груповим реагентом є хлорид барію  $\text{BaCl}_2$  в нейтральному або слабко лужному середовищі .

II група :  $\text{Cl}^-$  ,  $\text{Br}^-$  ,  $\text{I}^-$  ,  $\text{S}^{2-}$  ,  $\text{SCN}^-$  ,  $\text{CN}^-$  і інші .

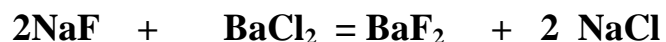
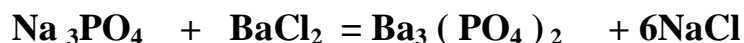
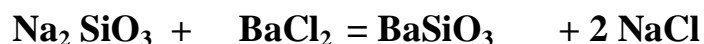
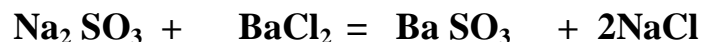
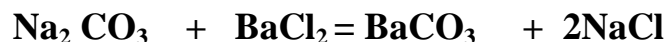
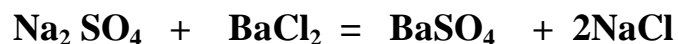
Груповим реагентом є нітрат срібла  $\text{AgNO}_3$  в середовищі розбавленої нітратної кислоти  $\text{HNO}_3$ .

III група :  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ .

Ця група не має групового реактива.

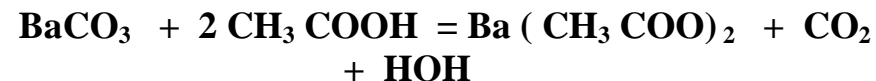
### **7.1. ВИВЧЕННЯ РЕАКЦІЙ НА АНІОНИ I-ОЇ АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ ДІЯ ГРУПОВОГО РЕАГЕНТУ $\text{BaCl}_2$**

Хлорид барію з йонами :  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{BO}_3^{2-}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $|\text{BO}_2^-$ ,  $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$  |; утворює білі осадки відповідних солей :



Всі реакції проводяться в нейтральному і слаболужному середовищах. Осад сульфату барію  $\text{BaSO}_4$  нерозчинний в оцтовій кислоті  $\text{CH}_3\text{COOH}$  та

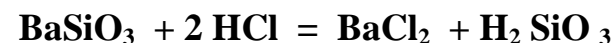
неорганічних кислотах /  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$  /. Осади карбонату барію  $\text{BaCO}_3$  і сульфиту барію  $\text{BaSO}_3$  розчинні в  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ , з утворенням газоподібних  $\text{CO}_2$  і  $\text{SO}_2$  відповідно. Реакція  $\text{BaSO}_3$  з  $\text{CH}_3\text{COOH}$  протікає дуже повільно.



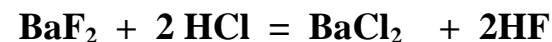
Осади  $\text{BaCO}_3$  і  $\text{BaSO}_3$  розчиняються також при взаємодії з  $\text{CO}_2$  і  $\text{SO}_2$  відповідно з утворенням розчинних кислих солей :



Осади  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$  і  $\text{Ba}(\text{BO}_2)_2$  легко розчиняються в хлоридній, оцтовій і нітратній кислотах. Осад  $\text{BaSiO}_3$  руйнується кислотами в результаті чого утворюється желеподібний осад силікатної кислоти  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ .



Осади  $\text{Ba}(\text{BO}_2)_2$  і  $\text{BaSiO}_3$  осаджуються із досить концентрованих розчинів, тобто схильні до утворення пересичених розчинів. Осад  $\text{BaF}_2$  не розчиняється в  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , але розчинний в  $\text{HCl}$  і  $\text{HNO}_3$  :

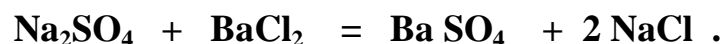


Виконання реакцій  
До 0,5 - 1 мл розчинів , що містять аніони I  
аналітичної групи / в окремих пробірках / додають  
3 - 4 краплі розчину BaCl<sub>2</sub> .

**7.1.1. ХАРАКТЕРНІ РЕАКЦІЇ НА АНІОНИ I**  
**- шії**  
**АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ АНІОНІВ**

**РЕАКЦІЇ СУЛЬФАТ - ЙОНІВ**

**7.1.1.1.** Хлорид барію BaCl<sub>2</sub> утворює з  
аніонами SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> білий дрібно - кристалічний осад  
сульфату барію BaSO<sub>4</sub> .



Осад не розчинний в розведених кислотах і  
лугах , але розчинний в концентрованій H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> з  
утворенням кислої солі :



Реакцію проводять в середовищі розведеної HCl

Виконання реакції .

До 0,5 - 1 мл розчину , що містить йони SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ,  
додають 10 - 12 крапель HCl і 3 - 4 краплі розчину  
BaCl<sub>2</sub> . Інші аніони не перешкоджають виявленню SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

**РЕАКЦІЇ КАРБОНАТ - ЙОНІВ**

**7.1.1.2.** Оцтова кислота CH<sub>3</sub>COOH ; неорганічні  
кислоти / HCl , HNO<sub>3</sub> / виділяють із розчинів , що  
містять йони CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> - вуглекислий газ :



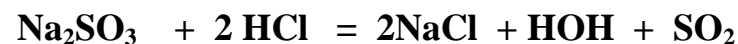
Виконання реакції :

До 1 - 2 мл розчину , що містить йони CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> ,  
додати 3 - 4 краплі HCl . Після додавання кожної  
краплі кислоти вміст пробірки необхідно струсити і  
спостерігати виділення дрібних пухирців CO<sub>2</sub> газу без  
запаху і без кольору .

Виявленню CO<sub>2</sub> перешкоджають йони SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> , S<sup>2-</sup> ,  
NO<sub>2</sub><sup>-</sup> .

**РЕАКЦІЇ СУЛЬФІД - ЙОНІВ**

**7.1.1.3.** Хлоридна кислота HCl виділяє із  
розчинів , що містять йони SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> , газоподібний оксид  
сірки / IV / SO<sub>2</sub> .



Виконання реакції .

До 1 - 2 мл розчину , що містить йони  $\text{SO}_3^{2-}$  додають 3 - 4 краплі  $\text{HCl}$  . Після добавлення кожної краплі кислоти вміст пробірки необхідно струсити і спостерігати виділення дрібних пухирців  $\text{SO}_2$  , безбарвного газу з різким запахом .

Виявленню  $\text{SO}_3^{2-}$  перешкоджають йони  $\text{CO}_3^{2-}$  ,  $\text{S}^{2-}$  ,  $\text{NO}_2^-$  .

**7. 1. 1. 4.** Йодна вода / розчин  $\text{J}$  у воді / обезбарвлюється при додаванні до неї розчину , що містить йони  $\text{SO}_3^{2-}$  .  $\text{SO}_3^{2-}$  окислюється при цьому до  $\text{SO}_4^{2-}$  .



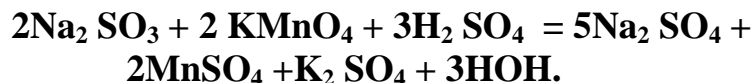
Реакцію проводять в нейтральному , або слаболужному середовищі .

Виконання реакції .

До 2 - 3 мл розчину йодної води прибавити краплями розчин , що містить йони  $\text{SO}_3^{2-}$  .

Виявленню  $\text{SO}_3^{2-}$  перешкоджають йони  $\text{S}^{2-}$  .

Перманганат калію  $\text{KMnO}_4$  обезбарвлюється при взаємодії з розчином , що містить йони  $\text{SO}_3^{2-}$  , оскільки  $\text{SO}_3^{2-}$  окислюється при цьому до  $\text{SO}_4^{2-}$  .



Реакцію проводять в присутності  $\text{H}_2 \text{SO}_4$  .

Виконання реакції .

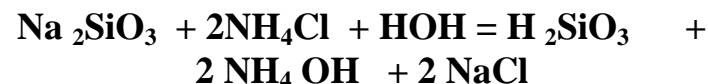
До 2 - 3 мл розчину  $\text{KMnO}_4$  додають 4 - 5 крапель  $\text{H}_2\text{SO}_4$  і краплями розчин , що містить йони  $\text{SO}_3^{2-}$  .

Виявленню  $\text{SO}_3^{2-}$  перешкоджають йони  $\text{S}^{2-}$  ,  $\text{J}^-$  ,  $\text{Br}^-$  ,  $\text{NO}_2^-$  .

### РЕАКЦІЇ СИЛКАТ - ЙОНІВ $\text{SiO}_3^{2-}$ .

**7. 1. 1. 6.** Хлорид амонію  $\text{NH}_4\text{Cl}$  виділяє із розчинів , що містять  $\text{SiO}_3^{2-}$  желеподібний осад силікатної кислоти .

Реакція протікає краще при нагріванні .

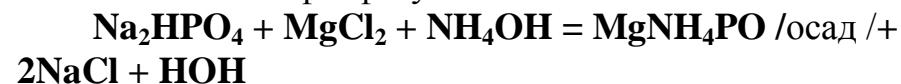


Виконання реакції .

До 2 - 3 мл розчину , що містить йони  $\text{SiO}_3^{2-}$  , додають щіпку сухого  $\text{NH}_4\text{Cl}$  . Інші аніони не перешкоджають виявленню  $\text{SiO}_3^{2-}$  .

### РЕАКЦІЇ ФОСФАТ - ЙОНІВ $\text{PO}_4^{3-}$ .

**7. 1. 1. 7.** Магnezіальна суміш / суміш  $\text{Mg Cl}_2$  ,  $\text{NH}_4\text{OH}$  і  $\text{NH}_4 \text{Cl}$  / утворює з йонами  $\text{PO}_4^{3-}$  білий дрібнокристалічний осад / помутніння / подвійної солі - магній - амоній - фосфату



Реакцію проводять в слаболужному середовищі , присутності хлориду амонію  $\text{NH}_4\text{Cl}$  . Осад розчинний в

CH<sub>3</sub>COOH і в неорганічних кислотах / HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> /.

Виконання реакції .

До 1 - 2 мл розчину , що містить PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> ,добавити 1 - 2 краплі NH<sub>4</sub>OH , щіпку сухого NH<sub>4</sub>Cl і 3 - 4 краплі розчину Mg Cl<sub>2</sub> . Всі йони , що утворюють нерозчинні сполуки з йонами Mg<sup>2+</sup> і PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> , перешкоджають виявленню фосфат - йонів .

**7.1.1.8.** Молібденова рідина / суміш молібдату амонію(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> MoO<sub>4</sub> і HNO<sub>3</sub> / утворює з йонами дрібнокристалічний лимонно - жовтий осад амонійної солі фосфорно - молібденової гетерополікислоти .



/ формулу осаду можна записати у вигляді : (NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> \* 12 MoO<sub>3</sub> /.

Реакцію проводять в присутності надлишку HNO<sub>3</sub> в розчині . Осад не розчинний в HNO<sub>3</sub> , але розчинний в NaOH .

Виконання реакції .

До I - мл розчину , що містить йони PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> ,добавити 5 - 6 мл молібденової рідини і залишити на 5 хв. . Виявленню PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> перешкоджають йони AsO<sub>4</sub><sup>3-</sup> і SiO<sub>3</sub><sup>2-</sup> , утворюючи подібні за зовнішнім виглядом осад . Перешкоджаючий вплив цих йонів усувається додаванням винної кислоти .

### **РЕАКЦІЇ БОРАТ - , МЕТАБОРАТ - , І ТЕТРАБОРАТ - ЙОНІВ** **BO<sub>3</sub><sup>3-</sup> , BO<sub>2</sub><sup>-</sup> , B<sub>4</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>**

**7.1.1.9.** Метилловий спирт CH<sub>3</sub>OH в присутності концентрованої H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> утворює з боратами летку сполуку - борно - метилловий спирт , який при згорянні забарвлює полум'я в яскраво - зелений колір .

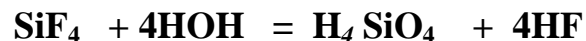
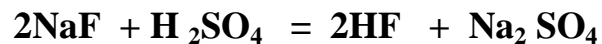
Виконання реакції .

До 2 - 3 мл розчину , що містить йони BO<sub>2</sub><sup>-</sup> або BO<sub>3</sub><sup>3-</sup> , B<sub>4</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> помістити в фарфорову чашечку і випарити досуха . До сухого залишку додати 3 - 4 краплі концентрованої H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> і 10 - 15 крапель метилового спирту CH<sub>3</sub>OH . Вміст чашечки розмішати паличкою і відразу підпалити . Виявленню BO<sub>3</sub><sup>3-</sup> , BO<sub>2</sub><sup>-</sup> і B<sub>4</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> не перешкоджають інші аніони .

### **РЕАКЦІЇ ФТОРИД - ЙОНІВ F<sup>-</sup>**

**7.1.1.10.** Сульфатна кислота H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> . Для виявлення йонів F<sup>-</sup> використовують здатність фторидів при реакції з концентрованою H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> виділяти газоподібний фтороводень HF , який здатний " роз"їдати "скло / тобто реагувати з SiO<sub>2</sub> , який є складовою частиною скла .





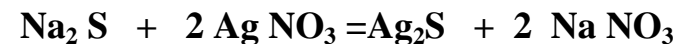
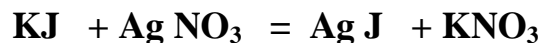
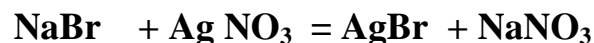
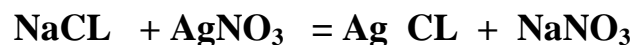
Виконання реакції

До 3 - 4 мл розчину, що містить йони  $\text{F}^-$ , поміщають у фарфорову чашку і випарюють досуха. Сухий залишок переносять в пробірку, додають 3 - 4 краплі концентрованої  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Через 1 - 2 хв. Пробірку сполоскують водою / обережно / в присутності в аналізованому розчині  $\text{F}^-$  дно пробірки стає матовим.

## 7.2. ВИВЧЕННЯ РЕАКЦІЙ НА АНІОНИ II-гої АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ

### 7.2.1. ДІЯ ГРУПОВОГО РЕАГЕНТУ $\text{AgNO}_3$

Нітрат срібла  $\text{AgNO}_3$  утворює з йонами  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$  і  $\text{S}^{2-}$  осаді відповідних солей:



Всі реакції проводять в середовищі розведеної / 2 н  $\text{HNO}_3$  /. Білий осад хлориду  $\text{AgCl}$ , нерозчинний в розведених неорганічних кислотах, але розчинний в  $\text{NH}_4\text{OH}$  і в 10 - 12 - % - ному розчині карбонату амонію  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ . Розчинність  $\text{AgCl}$  в  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  використовують для відновлення  $\text{Cl}^-$  від йонів  $\text{Br}^-$  і  $\text{I}^-$  наступного його виявлення.

Ледве жовтуватий осад броміду срібла  $\text{AgBr}$  нерозчинний в розбавлених кислотах і в розчині  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ , але розчинний в  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Ясно - жовтуватий осад  $\text{AgI}$  нерозчинний ні в одному із вищеназаних реагентів. Чорний осад сульфіду срібла  $\text{Ag}_2\text{S}$  нерозчинний ні в одному із вищеназаних реагентів "на холоді", але при нагріванні розчиняється в / 2 н  $\text{HNO}_3$  /.

Виконання реакції.

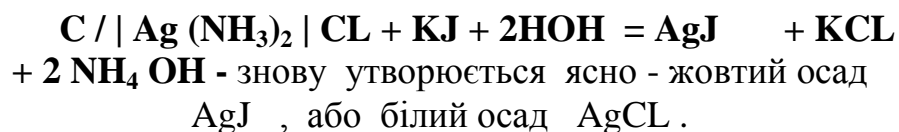
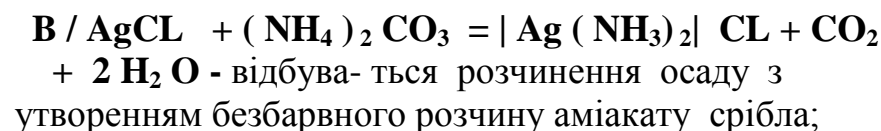
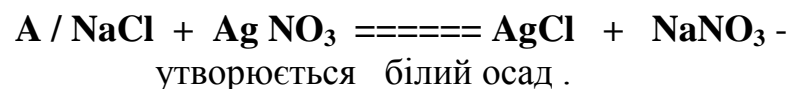
До 0,5 - 1 мл розчинів, що містять аніони II - аналітичної групи, додати по 5 - 6 крапель  $\text{HNO}_3$  і по 3 - 4 краплі розчину  $\text{AgNO}_3$ .

### 7.2.2. ХАРАКТЕРНІ РЕАКЦІЇ НА АНІОНИ II-гої АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ

#### РЕАКЦІЇ ХЛОРИД-ЙОНІВ $\text{Cl}^-$

**7.2.2.1.** Нітрат срібла  $\text{AgNO}_3$  в середовищі розведеної  $\text{HNO}_3$  утворює з йонами  $\text{Cl}^-$  білий осад хлориду срібла  $\text{AgCl}$ . На відміну від  $\text{AgBr}$  і  $\text{AgJ}$ , осад  $\text{AgCl}$  розчинний в 10-12% - ному розчині карбонату амонію  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ , що використовують для відділення  $\text{Cl}^-$  від йонів  $\text{Br}^-$  і  $\text{J}^-$  та наступного його виявлення.

Йони  $\text{Cl}^-$  в розчині виявляються за допомогою трьох послідовно проведених реакцій:



Виконання реакції.

До 1-2 мл розчину, що містить йони  $\text{Cl}^-$ , додають 10-12 крапель  $\text{HNO}_3$  і 2 мл розчину азотнокислого срібла  $\text{AgNO}_3$  / до припинення утворення осаду  $\text{AgCl}$  / . Осад відфільтровують, промивають 3-4 рази водою. Лійку з осадом поміщають над чистою пробіркою і осад прямо на фільтрі обробляють 2-3 мл

розчину карбонату амонію  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ . До одержаного прозорого розчину додають:

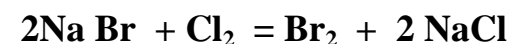
А / розчин  $\text{HNO}_3$  до кислої реакції середовища. Утворення білої муті вказує на присутність  $\text{Cl}^-$  в досліджуваному розчині;

В / розчин  $\text{KJ}$  - утворений ясно-жовтим осадом вказує на присутність  $\text{Cl}^-$  в досліджуваному розчині.

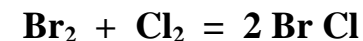
### РЕАКЦІЇ БРОМІД-ЙОНІВ

**7.2.2.2.** Хлорна вода / розчин  $\text{Cl}_2$  у воді / виділяє з розчинів, що містять йони  $\text{Br}^-$ , вільний  $\text{Br}_2$ , який екстрагується органічним розчинником / наприклад бензолом / . Органічний шар при цьому забарвлюється в жовтий або жовтобурий колір

бензол



Вільний бром  $\text{Br}_2$ , який виділився, вступає в реакцію з надлишком хлорної води і утворює безбарвну сполуку  $\text{BrCl}$ :

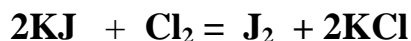


Реакцію проводять в кислому середовищі. До 1-2 крапель розчину, що містить  $\text{Br}^-$ , додають 1-мл води, 2-3 краплі  $\text{H}_2\text{SO}_4$  і 1-1,5 мл бензолу. Потім порціями, по 3-5 крапель додають хлорну воду і струшують вміст пробірки. Спостерігають спочатку появу жовтого забарвлення, а потім його послаблення.

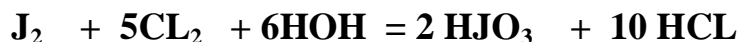
Виявленню  $\text{Br}^-$  перешкоджають йони  $\text{J}^-$  і велика кількість відновників в досліджуваному розчині .

### РЕАКЦІЇ ЙОДИД - ЙОНІВ Г.

7.2.2.3. Хлорна вода / розчин хлору у воді / виділяє із розчинів , що містять йони  $\text{J}^-$  , вільний йод  $\text{J}_2$  , який екстрагується бензолом . Бензольний шар при цьому забарвлюється в рожево - фіолетовий колір .



Йод , що виділяється , вступає в реакції з надлишком хлорної води і утворює безбарвну йодатну кислоту .



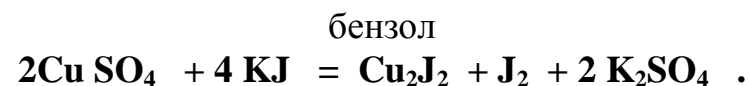
Реакцію проводять в кислому середовищі .

Виконання реакції .

До 1 - 2 крапель розчину , що містить йони  $\text{J}^-$  , добавляють 1 - мл води , 2 - 3 краплі  $\text{H}_2\text{SO}_4$  і 1 - 1,5 мл бензолу . Потім порціями по 3 - 5 крапель добавляють хлорну воду і струшують вміст пробірки . Спостерігають спочатку появу жовтого забарвлення органічного шару , а потім його зникнення .

Виявленню  $\text{J}^-$  перешкоджає велика кількість відновників у досліджуваному розчині .

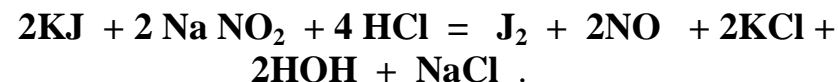
7.2.2.4. Солі міді / наприклад сульфат міді  $\text{CuSO}_4$  / виділяють із розчинів, що містить йони  $\text{J}^-$  , вільний йод  $\text{J}_2$  .



Реакцію проводять в слабкокислому середовищі .  
Виконання реакції .

До 0,5 - 1 мл розчину , що містить йони  $\text{J}^-$  , добавити 1 - 1,5 мл бензолу і 3 - 4 краплі розчину  $\text{Cu SO}_4$  . Вміст пробірки струсити . Виявленню перешкоджає велика кількість відновників у досліджуваному розчині .

7.2.2.5. Нітрит натрію  $\text{NaNO}_2$  , / або нітрит калію  $\text{KNO}_2$  / в присутності кислоти виділяє із розчинів , що містить йони  $\text{J}^-$  вільний йод  $\text{J}_2$  .

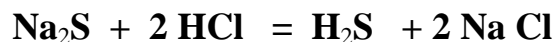


Виконання реакції .

До 0,5 - 1 мл розчину , що містить йони  $\text{J}^-$  , добавляють 2 - 3 краплі  $\text{H}_2\text{SO}_4$  , 1 - 1,5 мл бензолу , 3 - 4 краплі розчину нітриту натрію  $\text{NaNO}_2$  . Вміст пробірки струшують . Виявленню  $\text{J}^-$  перешкоджає велика кількість відновників в досліджуваному розчині .

### РЕАКЦІЇ СУЛЬФІД - ЙОНІВ

7.2.2.6. Хлоридна кислота  $\text{HCl}$  виділяє із розчинів , що містять йони  $\text{S}^{2-}$  , сірководень  $\text{H}_2\text{S}$  .



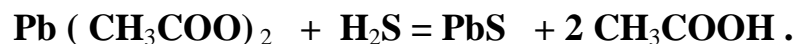
Виконання реакції .

До 1 - 2 мл розчину , що містить йони  $\text{S}^{2-}$  додати краплями 3 - 4 краплі  $\text{HCl}$  Після додавання кожної краплі  $\text{HCl}$  вміст пробірки необхідно стусити .

Виділення газоподібного  $\text{H}_2\text{S}$  можна виявити :

A / за характерним запахом тухлих яєць ;

B / за почорнінням фільтрувального паперу , змоченого ацетатом свинцю ,  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  поскільки в результаті реакції утворюється чорний осад сульфиду свинцю .



Інші аніони не перешкоджають виявленню  $\text{S}^{2-}$  .

**7.2.2.7.** Нітропрусид натрію  $\text{Na}_2(\text{Fe} / \text{CN} /_6 \text{NO})$  в середовищі  $\text{NaOH}$  утворює з йонами  $\text{S}^{2-}$  червоно - фіолетове забарвлення . Аніони  $\text{SO}_3^{2-}$  утворюють з цим реагентом червоний продукт реакції , але тільки в нейтральному середовищі , а в лужному середовищі аніони  $\text{SO}_3^{2-}$  не перешкоджають виявленню  $\text{S}^{2-}$  .

Виконання реакції .

До 0,5 - 1 мл розчину , що містить йони  $\text{S}^{2-}$  , додають 2 - 3 краплі розчину  $\text{NaOH}$  і 3 - 4 краплі розчину нітропрусиду натрію . Інші аніони не перешкоджають виявленню  $\text{S}^{2-}$  .

**7.2.2.8.** Солі кадмію утворюють з солями  $\text{S}^{2-}$  жовтий осад сульфиду кадмію  $\text{CdS}$  , нерозчинний в

$\text{CH}_3\text{COOH}$  і розведеній  $\text{HCl}$  . Реакцію проводять в середовищі  $\text{CH}_3\text{COOH}$  , або розведеної  $\text{HCl}$  .

Виконання реакції .

До 0,5 - 1 мл розчину , що містить йони  $\text{S}^{2-}$  , додати 1 - 2 краплі  $\text{HCl}$  і 5 - 6 крапель розчину  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  . Інші аніони не перешкоджають виявленню  $\text{S}^{2-}$  . Перешкоджають катіони які утворюють з  $\text{S}^{2-}$  забарвлені сульфідиди .

**7.2.2.9.** Йодна вода / розчин йоду у воді / в нейтральному або слаболужному середовищі знебарвлюється при дії розчину що містить йони  $\text{S}^{2-}$  .

**7.2.2.10.** Розчин перманганату калію  $\text{KMnO}_4$  в кислому середовищі обезбарвлюється при доданні до розчину , що містить йони  $\text{S}^{2-}$  .

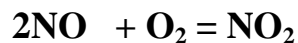
Виконання реакції . Див. **7.1.1.4** і **7.1.1.5** відповідно .

### **7.3. ХАРАКТЕРНІ РЕАКЦІЇ НА АНІОНИ ІІІ - ТЬОЇ АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ**

#### **РЕАКЦІЇ НІТРИТ - ЙОНІВ $\text{NO}_2^-$**

**7.3.1.** Хлоридна кислота  $\text{HCl}$  виділяє із розчинів , що містять йони  $\text{NO}_2^-$  , газоподібний безбарвний оксид азоту / II /  $\text{NO}$  , який при дії кисню повітря перетворюється в бурий з різким запахом оксид азоту / IV /  $\text{NO}_2$  .





Виконання реакції .

До 1 - 2 мл розчину , що містить йони  $\text{NO}_2^-$  , додають краплями 3 - 4 краплі  $\text{HCl}$  . Після додавання кожної краплі вміст пробірки необхідно струшувати і спостерігати виділення бурого газу , що має різкий запах . Інші аніони не перешкоджають виявленню  $\text{NO}_2^-$  .

**7.3.2.** Йодид калію  $\text{KJ}$  в присутності ацетатної кислоти  $\text{CH}_3\text{COOH}$  оксидується йонами  $\text{NO}_2^-$  з виділенням вільного йоду  $\text{J}_2$  .



Виконання реакції .

До 0,5 - 1 мл розчину , що містить йони  $\text{NO}_2^-$  , додають 3 - 4 краплі розчину  $\text{KJ}$  , 1 - 1,5 мл бензолу , та 2 - 3 краплі  $\text{CH}_3\text{COOH}$  . Вміст пробірки струшують . Виявленню  $\text{NO}_2^-$  перешкоджає присутність окисників і відновників у розчинах .

**7.3.3.** Дифеніламін  $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$  в середовищі концентрованої  $\text{H}_2\text{SO}_4$  утворює з йонами  $\text{NO}_2^-$  темно - синю сполуку .

Виконання реакції .

На скляну пластинку поміщають 1 - краплю розчину , що містить йони  $\text{NO}_2^-$  , і додають 3 - 4 краплі розчину дифеніламіну в концентрованій  $\text{H}_2\text{SO}_4$  . Виявленню  $\text{NO}_2^-$  перешкоджають  $\text{NO}_2^-$  і деякі окисники .

## РЕАКЦІЇ НІТРАТ - ЙОНІВ $\text{NO}_3^-$

**7.3.4.** Дифеніламін  $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$  в середовищі концентрованої  $\text{H}_2\text{SO}_4$  утворює з йонами  $\text{NO}_3^-$  темно - синє забарвлення .

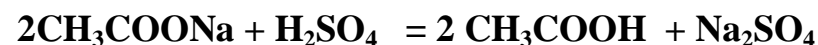
Виконання реакції .

На скляну пластинку поміщають 1 - краплю розчину , що містить йони  $\text{NO}_3^-$  і додають 3 - 4 краплі розчину дифеніламіну в концентрованій  $\text{H}_2\text{SO}_4$  .

Виявленню  $\text{NO}_2^-$  перешкоджають йони  $\text{NO}_2^-$  та деякі окисники . Попередньо  $\text{NO}_2^-$  -йони видаляють нагріванням аналізованого розчину в присутності хлориду амонію  $\text{NH}_4\text{Cl}$  або сечовини  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  .

## РЕАКЦІЇ АЦЕТАТ - ЙОНІВ $\text{CH}_3\text{COO}^-$

**7.3.4.** Сульфатна кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$  із сухих оцтових кислотних солей виділяє ацетатну кислоту , яку пізнають за специфічним запахом :



Виконання реакції .

До 2 - 3 мл розчину що містить йони  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  поміщають в фарфорову чашку і випарюють до суха . До сухого залишку додають 5 - 6 крапель  $\text{H}_2\text{SO}_4$  . Характерний запах свідчить про наявність йонів  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  в аналізованому розчині .

Виявленню  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  до деякої міри перешкоджають йони  $\text{J}^-$  ,  $\text{Br}^-$  ,  $\text{S}^{2-}$  ,  $\text{NO}_2^-$  ,  $\text{SO}_3^{2-}$  та інші .

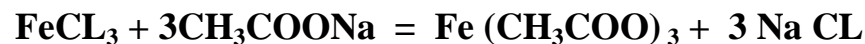
**7.3.5.** Пентоловий або /етиловий /спирт в присутності концентрованої  $\text{H}_2\text{SO}_4$  утворює з ацетатом складні ефіри / естери / , які мають приємний запах.

Виконання реакції .

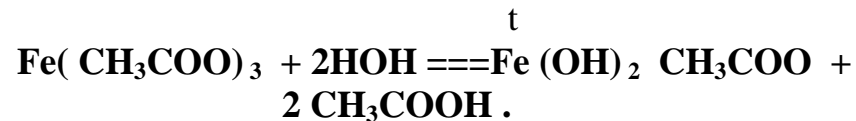
2 - 3 мл розчину , що містить йони  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  поміщають в чашку і випарюють до суха . До сухого залишку додаємо 5 - 6 крапель концентрованої  $\text{H}_2\text{SO}_4$  і 1 - 2 краплі пентолового спирту . Суміш розмішують паличкою і легко підігрівають на піщаній бані . Характерний запах "грушевої есенції " свідчить про наявність  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  в аналізованому розчині .

Виявленню  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  перешкоджають  $\text{J}^-$  ,  $\text{Br}^-$  ,  $\text{NO}_2^-$  ,  $\text{SO}_3^{2-}$  та інші йони .

**7.3.6 .** Хлорид заліза / III /  $\text{FeCl}_3$  утворює з йонами  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ацетат заліза / III /  $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_3$  забарвлений в темно - червоний колір .



Реакцію проводять в нейтральному , або слабнокислому середовищі . При нагріванні ацетат заліза перетворюється в червоно - бурий осад основної солі .



Виконання реакції .

До 0,5 - 1 мл розчину , що містить йони  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  , додають 3 - 4 краплі  $\text{FeCl}_3$  , 1 - 2 мл води та вміст пробірки підігрівають . Виявленню  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  перешкоджають йони  $\text{SO}_3^{2-}$  ,  $\text{PO}_4^{3-}$  ,  $\text{CO}_3^{2-}$  ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  ,  $\text{F}^-$  та інші .

## 8. ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕЯКИХ ОРГАНІЧНИХ СПЛУК

### ВІТАМІНИ

Вітаміни - це низько молекулярні органічні сполуки різноманітної хімічної природи , що не синтезуються в організмі і необхідні для нормальної життєдіяльності людей в невеликих кількостях порівняно з іншими продуктами харчування . Біологічна роль більшості вітамінів полягає в тому , що вони являються складовою частиною ко-ферментів і беруть участь в ферментативних процесах . До таких коферментних вітамінів відносяться :  $\text{B}_1$  ,  $\text{B}_2$  ,  $\text{B}_3$  ,  $\text{B}_6$  , фолієва кислота , біотин .

Всі вітаміни поділяються на водорозчинні і жиророзчинні .

### ВОДРОЗЧИННІ

Тіамін ( $\text{B}_1$  — антинеуритний)                      добова доза  
1,4-2,4 мг

Рибофлавін (В2)	1,9-3,0 мг	транспорту Са і фосфатів в кістковій тканині , слизовій тонкій кишці	0,0002- 0,00025	оболонці і
Пантотенова кислота (В3) (антидерматитний)	10-15 мг			
Ціанкобаламін (В12) бере участь в (антианемічний) синтезі нуклеїнових кислот.	$10^{-3}$ - $3 \cdot 10^{-3}$			
Фолієва кислота (В9) стимулює утворення (антианемічний)	0,4 мг еритроцитів			
Біотин (вітамін Н) мг входить в склад (антисеборейний) карбоксилювання	0,15-0,18 коферменту			
Аскорбінова кислота вітамін С - антиоксидант	70-100 мг			
Біофлавоноїд (капілярзакріплюючий)	25-50 мг			

Токоверол (віт. Е) 10-20  
має антиоксидантну дію

Філохінон (віт. К) 0,5-1,0  
(протитромбозний ) бере участь у згортанні крові

Поліненасичені жирні регулює обмін ліпідів 1000  
перетворює нерозчинні ефіри холестерину в розчинну форму

### **ЖИРОРОЗЧИННІ**

Ретинол (віт. А) 1,5-2,0 мг (пурпур зору)  
бере участь у синтезі кортикостироїдів

Кальциферол (віт. Д)  
бере участь в регуляції

### **ВИЯВЛЕННЯ ТІАМІНУ (ВІТ. В<sub>1</sub>) В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ**

Харчові продукти , що містять тіамін при додаванні до них діазо- реактиву в лужному середовищі забарвляються в оранжевий або червоний колір внаслідок утворення складної сполуки тіаміну з діазобензолсульфо кислотою ( ДБСФК ) .

Кількісне визначення тіаміну в сечі флюорометричним способом по Вангу і Харрісу

.Визначення засноване на окисленні тіаміну в тіахром , екстракції тіахрому органічним розчинником і вимірюванні інтенсивності голубої флюорисценції . Для кількісної оцінки тіаміну порівнюють флюорисценцію окислювальних стандартних розчинів тіамін хлориду і досліджуваних розчинів на флюорометрії .

Піровиноградна кислота з динітрофенілгідразіном утворює гідрозол , що дає в лужному середовищі чорвоно - рожеве забарвлення , інтенсивність його визначають на ФЕК .Виявлення засноване на відновленні жовтого рибофлавіну спочатку в родофлавін — це проміжна сполука червоного кольору , а потім в безколірний лейкофлавін .

Метод полягає у слідуєчому:: в пробірку вносять 10 крапель зависі рибофлавіну в воді , додають 5 крапель концентрованої HCl і опускають кусочок металічного Zn . Починається виділення бульбашок водню і рідина поступово забарвлюється в рожевий колір , а потім знебарвлюється .

### **ВІТАМІН С**

Вітамін С — ( аскорбінова кислота) — нестійка з усіх водорозчинних вітамінів , має сильні відновлювальні властивості . Із організму виводиться з сечею .

Для оцінки С-вітамінної забезпеченості організму визначають вміст аскорбінової кислоти в крові сечі і тканинах . Це визначення засноване на здатності аскорбінової кислоти легко вступати в окисно-відновні

реакції і відновлювати такі сполуки , як метиленова синь , нітрат срібла.

Метод : до 1 мл розчину аскорбінової кислоти додають метиленову синь ; пробірку ставлять в термостат при  $t = 7-40$  С. Через деякий час спостерігають забарвлення розчину .

### **ВИЯВЛЕННЯ ГЛЮКОЗИ В БІОЛОГІЧНИХ РІДИНАХ**

Метод виявлення заснований на відновлювальних властивостях глюкози .

#### **1.МЕТОД ФЛЕМІНГА**

Реакція заснована на здатності глюкози , завдяки наявності альдегідної групи при нагріванні в лужному середовищі окислюватись , відновлюючи при цьому  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  (синій) в жовтий  $\text{CuOH}$  , а при дальшому нагріванні утворюється  $\text{Cu}_2\text{O}$  цегляно-червоного кольору .

#### **МЕТОД НІЛАНДЕРА**

Цей метод також заснований на властивостях глюкози при нагріванні в лужному середовищі окислюватися , відновлюючи солі важких металів . Наприклад ,  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  до металічного Bi чорного кольору .

### **ВИЯВЛЕННЯ ФРУКТОЗИ В БІОЛОГІЧНИХ РІДИНАХ ЗА РЕАКЦІЄЮ СЕЛІВАНОВА**



Суть методу полягає в утворенні із фруктози при нагріванні з концентрованою HCl оксиметилфурфуролу, що дає з резорцином продукт конденсації вишнево-червоного кольору.

При великих концентраціях фруктози в сечі можна спостерігати появу червоно-бурого осаду. Реакцією Селеванова фруктозу відрізняють від інших моносахаридів.

### ВИЗНАЧЕННЯ ГЛІКОГЕНУ В ПЕЧІНЦІ

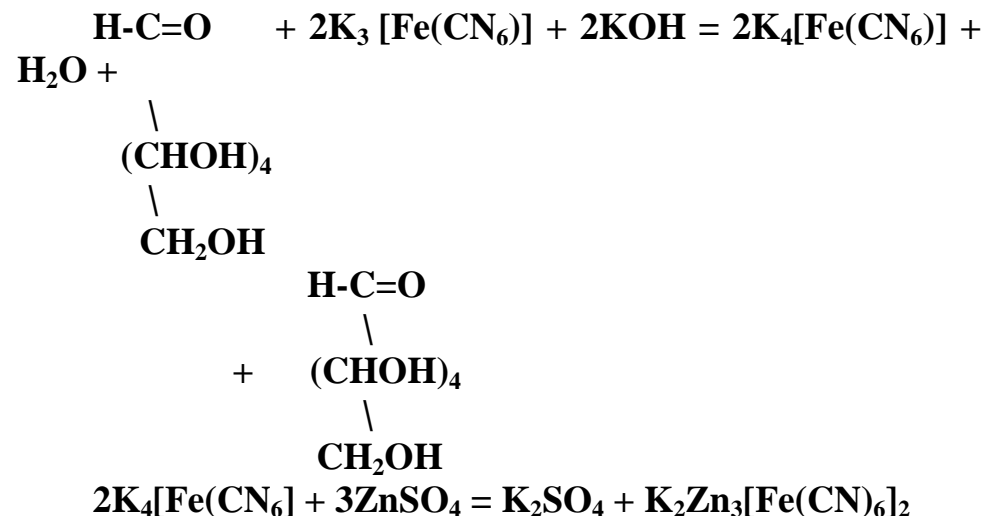
Реакція заснована на здатності глікогену утворювати з йодом забарвлені сполуки від червоно-винного до червоно-бурого кольору, в залежності від походження глікогену. Це забарвлення виникає за рахунок складного процесу утворення нестійкої адсорбційної сполуки глікогену з йодом.

### КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ГЛЮКОЗИ В КРОВІ ПО МЕТОДУ ХАГЕДОРНА-ІЄНСЕНА

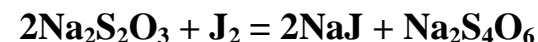
Суть методу полягає на здатності глюкози в лужному середовищі, при нагріванні, окислюватись, відновлюючи гексаціано-ферат калію, котрий

осаджується і виводиться із реакції у вигляді подвійної солі.

Майже вся глюкоза, яка є в крові, окислюється взятим в надлишку гексаціано-(III) фератом калію. Та кількість  $K_3[Fe(CN)_6]$ , що залишилась після реакції знаходиться в оберненій залежності від вмісту в крові глюкози і визначається методом йодметрії.

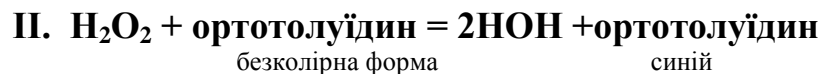
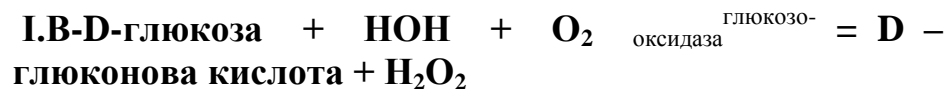


Йод, що виділився відтитрують тиосульфатом натрію



### **Кількісне визначення глюкози в біологічних рідинах методом Городецького В.К.**

Реакція оснований на здатності глюкози окислюватись у присутності ферменту глюкозооксидази в глюконову кислоту. Утворений при цьому перекис водню розкладається пероксидазою, що супроводжується подальшим окисленням існуючого в системі барвника – ортотолуїдину.



Кількість окисленого барвника знаходиться в прямій залежності від концентрації глюкози в біологічній рідині. Виявлення молочної кислоти у м'язовій тканині .

Суть методу заснований на взаємодії комплексної сполуки феноляту заліза фіолетового кольору з молочною кислотою з утворенням лактату заліза жовто - зеленого кольору .

### **ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВУ ІНСУЛІНУ НА ВМІСТ ГЛЮКОЗИ В КРОВІ**

Суть методу полягає в визначенні рівня цукру за методом Хагедрона - Іенсена до введення інсуліну і через 30-хв. після інсулінової нагрузки . Як сполука білкової природи інсулін інактивується ферментами харчового каналу і тому його вводять тільки

парантерально (укол) . Препарат вводять із розрахунку 1 клінічна одиниця на 1 кг маси . При цьому необхідно пам'ятати про небезпеку гіпоглікемії . Різке пониження цукру в крові викликає судороги і смерть , тоді внутрішньовенно необхідно ввести 10 мл 40% розчину глюкози і 1 мл стерильного адреналіну .

Визначення глюкози в сечі здорової людини і хворої людини .

### **МЕТОД ФЕЛІНГА**

Реакція заснована на окисно-відновних властивостях глюкози . Знаючи певну кількість сечі , котра відновлює певну кількість реактива Фелінга , можна розрахувати процентний вміст в ній цукру . Суть методу полягає у властивості глюкози – оптично-активної сполуки , відхиляти вправо площину поляризованого світла . Спостерігається залежність між концентрацією і величиною обертання площини поляризації .

Для визначення цукру в сечі використовують поляриметр П-161, в основі котрого лежить призма Ніколя . Промінь світла , відображаючись від дзеркала , поляризується в поляризаторі , відхиляється на деякий кут оптично-активними сполуками в сечі , що заповнюють трубочку , і потрапляє в аналізатор . При цьому , інтенсивність освітлення поля зору змінюється , що видно через окуляр . Обертанням муфти окуляра встановлюють фокус , а обертанням диска окуляра добиваються рівномірного освітлення поля зору . Відлік показів проводять по шкалі з ноніусом . Перед дослідженням сечу звільняють від ряду оптично-активних сполук , що

заважають дослідженню (білок , пігменти ) . Білок осаджують кип'ятінням сечі з подальшим фільтруванням . Пігменти видаляють додаванням до сечі ацетату свинцю в кислому середовищі , чи добавлянням активованого вугілля .

---

## **ЛІПІДИ І ЇХ ОБМІН**

---

Ліпіди – це велика група органічних сполук нерозчинних у воді та інших полярних розчинниках.

Ліпіди поділяють на такі групи:

- 1)нейтральні жири (гліцериди),
- 2)жироподібні сполуки (ліпіди, фосfolіпіди, стеріни).

Це ефіри вищих жирних кислот.

Найважливіша властивість жирів – це кислотність.

Жири добре розчинні в ефірі , хлороформі , бензолі ,  $CCl_4$  .

В жирах тканин людей до 70% олеїнової кислоти .

Вони виконують захисну , структурну й енергетичну функції та регулюють обмін речовин .

Кількісний і якісний склад харчових жирів має великий вплив на ліпідний обмін в організмі .

Способи кількісного визначення ліпідів поділяють на декілька етапів :

I – екстрагування ліпідів ,

II – розклад ліпідно-білкових комплексів етанолом і екстракція в неполярну фазу ефіром , хлороформом . Кількісне визначення загальних ліпідів гравіметричним

методом – зважування на аналітичній вазі ліпідного екстракту . Різновидністю ліпідного методу є визначення вмісту сумарних ліпідів за допомогою апарата Сокамта .

III – фракціонування ліпідів і кількісне визначення окремих фракцій . Для фракціонування використовують тонкошарову хроматографію .

### **ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ СУМАРНИХ ЛІПІДІВ В ТКАНИНАХ ЗА ДОПОМОГОЮ АПАРАТА СОКСТЛЕТА**

Принцип методу полягає в безперервному екстрагуванні сумарних ліпідів із висушеного зразка тканини з подальшим визначенням різниці мас зразка до і після екстракції .

Кількісне визначення вмісту фосfolіпідів (лецетинів) в сировотці крові .

Суть методу полягає в осадженні фосfolіпідів трихлороцтовою кислотою з подальшою мінералізацією і визначенням вмісту фосфату по Фіске-Суббароу .

Визначення неорганічного фосфату полягає в утворенні комплексної сполуки фосфату з молібдатом амонію , котрий відновлюється в молібденову синь . Кількісне визначення проводять лориметрично на ФЕК чи СФ.

### **ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ НА ХОЛЕСТИРИН**

Холестерин (холестерол) є одноатомним циклічним спиртом – похідним циклопентагідрофенантрена .

Реакції кількісного визначення холестерину основані на його здатності, відщеплюючи молекулу води, перетворюватись із вторинного сирту в ненасичений вуглеводень.

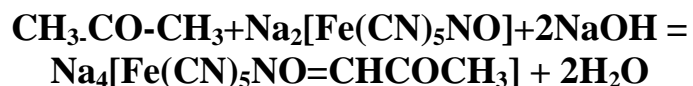
В пробірку наливають 1 мл хлороформного розчину холестерину, додають 1 мл  $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц. і взбовтують. Після розшарування фаз спостерігають за зміною забарвлення: верхній шар забарвлюється в пурпурово-червоний колір (хлороформний шар), а нижній шар (з  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) – в жовто-червоний з зеленуватою флуоресценцією.

Реакція з оцтовим ангідридом  
(реакція Лібермана - Бурхарда).

В суху хімічну пробірку наливають 1-2 мл хлороформного розчину холестерину, добавляючи 5-6 крапель оцтового ангідриду, і 1 - 4 краплі  $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц. і добре перемішують суміш скляною паличкою. Спостерігають за появою яскраво-зеленого забарвлення. При високій концентрації холестерину спочатку може проявитись розово-червоний колір, що швидко переходить в синій і зелений.

### **ВИЯВЛЕННЯ АЦЕТОНОВИХ ТІЛ В СЕЧІ ПРИ ЦУКРОВОМУ ДІАБЕТИ**

Ацетон і ацетоноцтова кислота з натропрусидом в лужному середовищі утворюють продукти реакції червоного кольору



При дії концентрованої  $\text{CH}_3\text{COOH}$  утворюється продукт вишнево-червоного кольору. Ацетонова кислота здатна утворювати з  $\text{FeCl}_3$  комплексну сполуку вишнево-червоного кольору.

### **МЕТОД КІЛЬКІСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ БІЛКІВ**

Досліджуваний білок спочатку осаджують. Осадження білків може бути оборотне і необоротне. Однією із характерних особливостей білка є його розчинність. Розчинність білка визначається в основному двома факторами: зарядом білкової молекули і наявністю гідратної оболонки, котра залежить від співвідношення гідрофільних і гідрофобних груп на її поверхні. Гідратна оболонка утворюється в результаті взаємодії диполів води з гідрофільними групами:  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{OH}$ ,  $-\text{SH}$  і інші. Гідрофільні, алкільні і арильні радикали зменшують розчинність білка. Заряд білка в водних розчинах залежить від співвідношення і степеня дисоціації іонізованих карбоксидів і аміногруп, а також від рН – середовища. Значення рН - середовища при якому білок електронейтральний називається ізоелектричною точкою. В цій точці білок знаходиться в ізоелектричному стані. Кількість білка визначають фізичними і хімічними методами. До фізичних методів визначення білка належить рефрактометричний, електрофотометричний, полярографічний.

Хімічні методи визначення білка засновані на кольорових реакціях, інтенсивність кольору, яких визначається

колориметрично . До хімічних методів належить і метод Кьельдаля , який ми зараз розглянемо.

В ізоелектричному стані ступінь гідратації білка зменшується і він легко випадає в осад . До реакцій осадження білків звертаються при виділенні білків із тканини , при розділенні суміші білків , а також для виявлення їх в різних біологічних рідинах . Осадження білків буває оборотним і необоротним .

Осадження називають оборотним , якщо осаджений білок при добавленні першопочаткового розчинника знову переходить в розчин і зберігає свої природні властивості . Оборотно осадження білків може бути визване спиртом , ацетоном , солями лужноземельних металів і сульфатом амонію . Як правило, білки осаджують концентрованими розчинами цих солей . Таке осадження називають висолюванням . Механізм висолювання полягає в дегідратації білкових частинок з одночасною нейтралізацією їх зарядів.

При необоротному осадженні осаджений білок не переходить в розчин , при додаванні першопочаткового розчинника - втрачає свої природні властивості (денатурується) - це порушення структури білкової молекули , звязане з зміною фізико-хімічних і біологічних властивостей білка . При денатурації знижується розчинність , збільшується вязкість , змінюється електофретична рухомість , підвищується реакційна здатність .

## ЛІТЕРАТУРА

1. Логинов Н. Я. , Воскресенский А. Г. , Солодкий И.С. "Аналитическая химия " . - М .: Просвещение, 1975р. -с.16 , 27 -43.
2. Бесков С. Д. , Слизковская О.Я. "Аналитическая химия " . - М .: Учпедгиз , 1956р. -с:15 -22 ,194 - 207.
3. Жаровский Ф.Г. , Пилипенко А. Т., Пятницкий И.В . "Аналитична хімія" .-Київ : Вища школа ,1969р. -с3 - 16 , 106 - 116 .
4. А.П.Крешков . "Основи аналітичної хімії " . М.:Хімія ,1976р. -с 12 -21 . т -І.
5. Алексеев В. И. "Курс качественного анализа . М.:Химия ,1973р. -с 28 -45 .
6. Реферативний журнал "Хімія", реферати з аналітичної хімії .
7. Журнал аналітичної хімії .
8. Перельман В.И. "Краткий справочник химика - аналитика , под ред .Б.В.Некрасова , Госхимиздат ,1985р.
9. И.П. Алимарин , В.Н.Архангельская , "Качественный полумикроанализ " , изд. 2 - е , Госхимиздат ,1956р.
10. Ю.А.Клячко ,С.А.Шапиро , "Курс химического качественного анализа , Госхимиздат , 1980р.
11. Н.И.Блок , "Качественный анализ " , Госхимиздат ,1975р.
12. Анализ минерального сырья , под ред. Ю.Н.Книпович , Ю.В.Морачевского , изд . 2-е , Госхимиздат.

13. Кірхнер Ю. Тонкослойная хроматография: В 2-х томах.; Пер. с англ.. – М.: Мир, 1981. – т. I – 616 с.; т. II – 524 с.
14. Мазор Л. Методы органического анализа: Пер. с англ.. – М.: Мир, 1986. – 584 с.
15. Марінцова Н.Г., Журахівська Л.Р., Губицька І.І., Болібрух Л.Д., Курка М.С., Новіков В.П. Біологічна хімія. – Львів.: Львівська політехніка., 2009. – 318 с.
16. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія. – Київ-Вінниця.: Нова Книга., 2007. – 478 с.
17. Пивоваренко В.Г. Основи біоорганічної хімії. – Київ: Освіта, 1998. – 177 с.