

**ТЕМА: СИСТЕМАТИЧНИЙ ХІД АНАЛІЗУ СУМІШІ КАТІОНІВ V
АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ
ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ПИТАННЯ**

1. Загальна характеристика катіонів V аналітичної групи.
2. Груповий реагент на катіони V аналітичної групи. Складання молекулярних, повних та скорочених іонних рівнянь загальноаналітичних групових і характерних реакцій катіонів V аналітичної групи.
3. Алгоритм систематичного ходу аналізу суміші катіонів V аналітичної групи.

Тези теми

1. Загальна характеристика катіонів V аналітичної групи.

Катіони п'ятої аналітичної групи
(Mg²⁺, Mn²⁺, Fe²⁺, Fe³⁺, Sb³⁺, Sb⁵⁺, Bi³⁺)

Катіони 5 аналітичної групи утворюють атоми Mg, Mn, Fe, Sb, Bi. Для них властиві змінні ступені окиснення і заряд йонів (за винятком Mg²⁺), реакції окиснення-відновлення, здатність утворювати комплексні сполуки.

Катіони 5 аналітичної групи взаємодіють з лугами з утворенням гідроксидів, мало розчинних у воді та надлишку лугу, але добре розчинних у мінеральних кислотах (окрім свіжо осадженого стибію гідроксиду, що розчиняється і в надлишку лугу).

Для лікування захворювань крові використовують ферум (II) сульфат FeSO₄·7H₂O, (CH₃CH(OH)COO)₂Fe·3H₂O або аскорбінат (C₆H₈O₆·FeO)·FeSO₄·4H₂O та інші. Сполуки Mn(II) використовуються у медичній практиці при різних захворюваннях: у комплексі з полівітамінами при невритах, із сполуками кобальту та купруму при захворюванні кровотворних органів. Манган (II) сульфат і хлорид входять до складу полівітамінів як мінеральні добавки. КМО₄ використовують як антисептичний засіб.

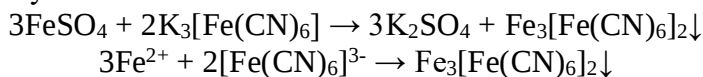
2. Груповий реагент на катіони V аналітичної групи. Складання молекулярних, повних та скорочених іонних рівнянь загальноаналітичних групових і характерних реакцій катіонів V аналітичної групи.

Важливі реакції виявлення

Реакції йонів Fe²⁺

K₃[Fe(CN)₆] – (червона кров'яна сіль), калію гексацианоферат (III) (фармакопейна).

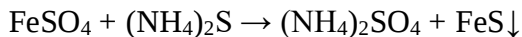
У пробірку поміщають 4-5 краплин розчину солі феруму (II), додають стільки ж дистильованої води і 3-4 краплі розчину K₃[Fe(CN)₆]. Спостерігають утворення синього кольору осаду «турнбулевої сині»:



Чутливість реакції складає 0,05 мкг.

Амонію сульфід ((NH₄)₂S) (фармакопейна).

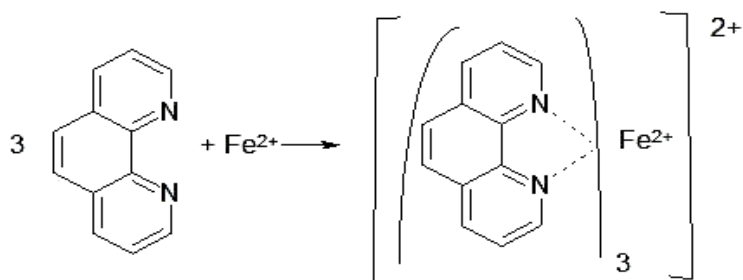
У пробірку поміщають 4-5 краплини розчину солі феруму (II), додають стільки ж дистильованої води і 3-4 краплі розчину (NH₄)₂S. Спостерігають утворення осаду чорного кольору:



Осад розчинний в мінеральних кислотах.

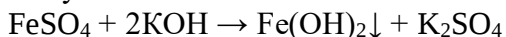
o-Фенантролін (C₁₂H₈N₂)

На смужку фільтрувального паперу поміщають краплю розчину солі феруму (II), додають 2 краплі 0,2 М розчину хлоридної кислоти й краплю розчину фенантроліну. У присутності Fe²⁺ утворюється темно-червона пляма:



Гідрооксиди лужних металів (KOH, NaOH).

У пробірку поміщають 4-5 краплин розчину солі феруму (II), додають стільки ж дистильованої води і 3-4 краплі розчину лугу. Спостерігають утворення осаду зеленого кольору, який не розчинний в лугах:



Осад буріє на повітрі внаслідок окиснення киснем повітря до $\text{Fe}(\text{OH})_3$:

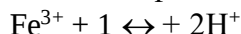


Реакції йонів Fe^{3+}

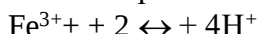
Сульфосаліцилова кислота (фармакопейна).

Сульфосаліцилова кислота утворює з катіонами феруму (III) комплекси різного кольору в залежності від pH розчину.

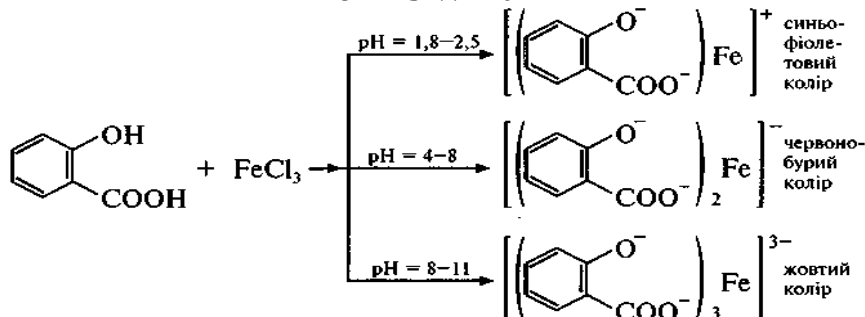
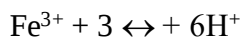
При pH = 1,8-2,5 утворюється комплекс фіолетового кольору:



При pH = 4-8 утворюється комплекс червоного кольору:

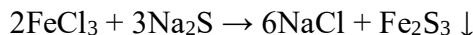


При pH = 8-11 утворюється комплекс жовтого кольору:



Натрію сульфід (Na_2S) (фармакопейна).

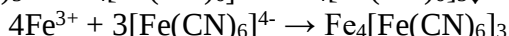
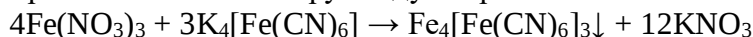
У пробірку поміщають 4-5 краплин розчину солі феруму (III), додають стільки ж дистильованої води і 3-4 краплі розчину Na_2S . Спостерігають утворення осаду чорного кольору:



Осад розчинний в мінеральних кислотах. Осадження проводять в нейтральних та слабкоокислих середовищах.

$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – (жовта кров'яна сіль), калію гексаціаноферат (II).

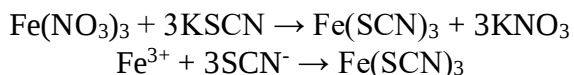
У пробірку поміщають 4-5 краплин розчину солі феруму (III), додають стільки ж дистильованої води, 5-6 крапель розчину HCl і 3-4 краплі розчину $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Спостерігають утворення синього кольору осаду «берлінської блакиті»:



Реакція високоселективна. Виявленню феруму заважають лише окисники, які окиснюють реактив.

KSCN або NH_4SCN – калію або амонію тіоціанат.

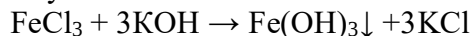
На смужку фільтрувального паперу поміщають краплю солі феруму (III), краплю розведеного розчину HCl і 2-3 краплі розчину калію або амонію тіоціанату. У присутності Fe^{3+} з'являється червона пляма:



Чутливість реакції складає 0,25 мкг. Проведенню реакції заважають аніони оксигеновмісних кислот, фториди.

Гідрооксиди лужних металів (KOH, NaOH).

У пробірку поміщають 4-5 краплі розчину солі феруму (III), додають стільки ж дистильованої води і 3-4 краплі розчину лугу. Спостерігають утворення осаду бурого кольору, який не розчинний в лугах:

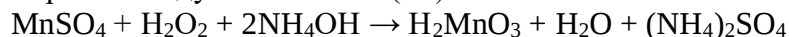


Реакції іонів Mn^{2+}

При дії окисників Mn^{2+} окиснюється до аніона MnO_4^- , який має характерне малинове забарвлення. Для окиснення Mn^{2+} використовують наступні реагенти.

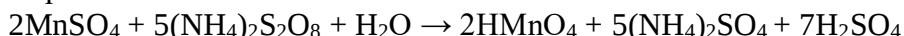
H_2O_2 – окиснення гідроген пероксидом

У пробірку поміщають 1-2 краплі розчину солі мангану (II), додають 4-5 краплі 2 М розчину NH_4OH , 5-7 краплі 3% розчину H_2O_2 і нагрівають до кипіння. Спостерігають утворення осаду манганатної (IV) кислоти:



Діамонію персульфат (Пероксодисульфат амонію) $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$.

У пробірку поміщають 1-2 краплі розчину солі мангану (II), додають 4-5 краплі розчину HNO_3 , перемішують, присипають невелику кількість $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ (декілька кристаликів) і нагрівають до кипіння. Спостерігають забарвлення розчину в малиновий колір:



Реакцію проводять при нагріванні в присутності каталізатора AgNO_3 , який перешкоджає перетворенню MnSO_4 у бурий осад H_2MnO_3 .

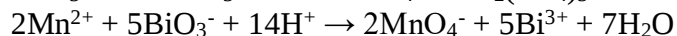
Плюмбуму діоксид (PbO_2).

У пробірку поміщають 1-2 краплі розчину солі мангану (II), додають 4-5 краплі розчину HNO_3 , перемішують, присипають невелику кількість PbO_2 і нагрівають до кипіння. Спостерігають забарвлення розчину в малиновий колір:



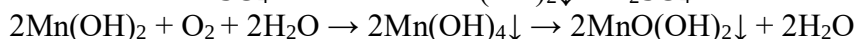
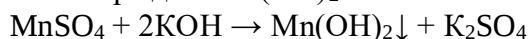
NaBiO_3 – окиснення натрію бісмутатом.

У пробірку поміщають 1-2 краплі розчину солі марганцю, додають 4-5 краплі розчину HNO_3 , перемішують і присипають невелику кількість NaBiO_3 (декілька кристаликів). Спостерігають появу рожевого відтінку характерного для перманганат-іона.



Гідрооксиди лужних металів (KOH, NaOH).

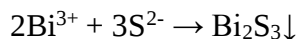
У пробірку поміщають 1-2 краплі розчину солі мангану (II), додають 4-5 краплі розчину KOH. Спостерігають появу білого осаду $\text{Mn}(\text{OH})_2$, який буріє на повітрі внаслідок окиснення киснем повітря до $\text{MnO}(\text{OH})_2$:



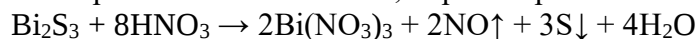
Реакції іонів Bi^{3+}

Сульфід натрію (Na_2S) (фармакопейна).

Сульфід натрію в кислому середовищі дає з солями бісмута (III) коричнево-чорний осад Bi_2S_3 :

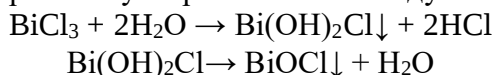


Осад не розчинний розбавлених кислотах, окрім нітратної:



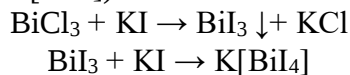
H₂O (гідроліз солей бісмуту(III)).

У пробірку поміщають 4-5 краплин розчину солі бісмуту (III) і приливають 8-10 мл дистильованої води. Спостерігають утворення білого осаду.



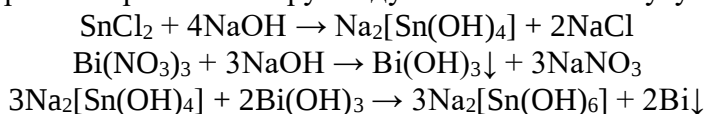
KI – йодид калію.

На смужку фільтрувального паперу поміщають краплю солі бісмуту, додають краплю розчину KI і спостерігають утворення чорної зони, що відповідає сполучі BiI₃, а також жовтого кільця (комплекс K[BiI₄]):



SnCl₂ – відновлення стануму(II) хлоридом.

У пробірку поміщають 2-3 краплі розчину стануму (II) хлориду, краплями додають міцний розчин натрію гідроксиду, поки осад, що утворився, повністю розчиниться в надлишку лугу. До одержаного розчину додають 1-2 краплі розчину солей бісмуту (III). Спостерігають утворення чорного кольору осаду металічного бісмуту:

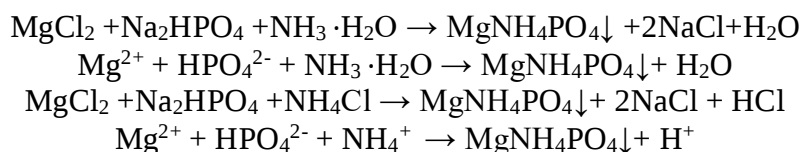


Проведенню реакції заважають Ag⁺, Hg²⁺ та ін., які також можуть відновлюватись.

Реакції йонів Mg²⁺

Na₂HPO₄ – динатрію гідрогенфосфат (фармакопейна).

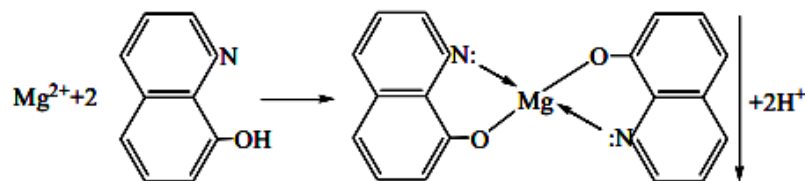
У пробірку поміщають 4-5 краплин розчину солі магнію, додають по 1 краплі розчину амонію хлориду, 2-3 краплі розчину амонію гідроксиду і 4-5 крапель розчину Na₂HPO₄. Спостерігають утворення кристалічного осаду – магнію – амонію фосфату білого кольору:



Чутливість реакції складає 10 мкг.

C₉H₆NOH – 8-оксихінолін.

У пробірку поміщають 4-5 краплин розчину солі магнію, додають 2 краплі розчину амоній гідроксиду, декілька крапель розчину амонію й хлориду (до розчинення осаду Mg(OH)₂), а тоді додають 2-3 краплі розчину 8-оксихіноліну. Спостерігають утворення жовто-зеленого кристалічного осаду комплексної сполуки магнію оксихінолінату:

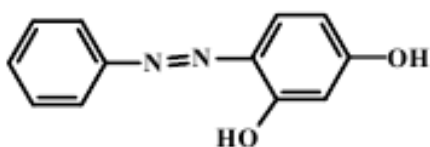


Чутливість реакції складає 0,25 мкг.

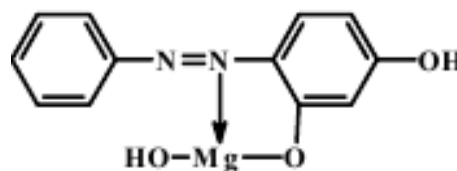
Магнезон-1 (п-нітробензолазорезорцин).

У лужному середовищі у присутності сполук магнію забарвлює розчин у червоно-фіолетовий колір. Така реакція є наслідком адсорбції азобарвника на поверхні кристалічного осаду магній гідроксиду.

На крапельне (предметне) скло нанесіть 2 краплі солі магнію і добавте 2 краплі лужного розчину магнезону. Суміш забарвиться у синій або червоно-фіолетовий колір. Якщо розчин солі має кислу реакцію, добавте 2-3 краплі лугу.



Магнезон-1

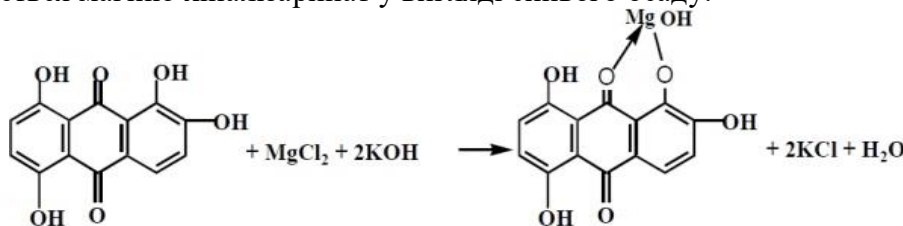


Магнезонат магнія

Чутливість реакції складає 0,5 мкг.

Хіналізарин.

Високоселктивною є реакція магнію з хіналізарином в лужному середовищі. Утворюється магнію хіналізаринат у вигляді синього осаду:



хіналізарин

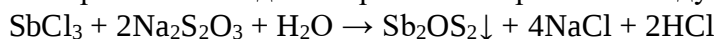
хіналізаринат магнію

Чутливість реакції складає 0,25 мкг.

Реакції йонів Sb(III) і Sb(V)

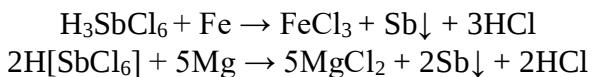
Na₂S₂O₃ – динатрію триоксотіосульфат.

У пробірку поміщають 4-5 краплин розчину солі стибію (III), додають 2-3 краплі розчину Na₂S₂O₃. Спостерігають випадання оранжево-червоного осаду Sb₂OS₂:



Залізні або алюмінієві ошурки.

У пробірку поміщають 4-5 краплин розчину солі стибію (III) або стибію (V), додають 2-3 краплі концентрованої HCl, небагато залізних ошурок і нагрівають. Спостерігають виділення елементного стибію:



3. Алгоритм систематичного ходу аналізу катіонів V аналітичної групи.

