**ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 5**

***Тема:*** Якісні реакції катіонів VI аналітичної групи: Сu2+, Ni2+, Со2+, Cd2+, Hg2+. Аналіз суміші катіонів І - VI аналітичної групи.

***Мета:*** Вивчити якісні реакції катіонів VI аналітичної групи, експериментально дослідити умови виконання аналітичних реакцій, властивості отриманих сполук та провести аналіз суміші катіонів І - VI аналітичних груп.

***Контрольні запитання***

1. Чому груповим реактивом на катіони VI групи є надлишок розчину NH3?
2. Чому катіони Cu2+ можна відкривати надлишком розчину NH3 в присутності всіх інших катіонів?
3. Які катіони заважають відкриттю іона Ni2+ розчином диметилгліоксиму? Як можна відкрити катіониNi2+ в присутності катіонів Fe2+?
4. Яким чином маскують іони Fe3+, які заважають відкриттю іонівCo2+?
5. Для чого використовують тіосечовину при відкритті іонів Cd2+ сірководневою водою?
6. Чому при дії 2н розчину NH3 на суміш катіонів VI групи в осад переходять тільки катіони Co2+ і Hg2+?
7. На чому базується різна здатність іонів Cd2+, Cu2+, Ni2+ до взаємодії з Na2S2O3?

**ХАРАКТЕРИСТИКА VI АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ КАТІОНІВ**

До VI аналітичної групи катіонів відносяться катіони Cu2+, Hg2+, Со2+, Ni2+, Cd2+. Хлориди, сульфати і нітрати цих катіонів добре розчиняються у воді. Розчини солей купруму (II) пофарбовані в блакитний колір, кобальту(II) – в рожевий, а нікелю (II) – в зелений.

Гідроксиди катіонів цієї групи є важко-розчинними слабкими електролітами. Гідроксиди Cu(ОН)2 та Hg(OH)2 нестійкі і розкладаються на відповідні оксид і воду, Cu(ОН)2 при нагріванні, a Hg(OH)2 при звичайній температурі.

Солі катіонів VI аналітичної групи піддаються гідролізу у водних розчинах.

Для катіонів цієї групи характерні реакції комплексоутворення. Розчини аміаку осаджують Сu, Hg, Со, Ni, Cd у вигляді гідрооксидів та основних солей. При надлишку аміаку вони розчиняються, утворюючи комплексні сполуки [Cu(NH3)4]2+, [Hg (NH3)4]2+, [Co(NH3)6]2+, [Ni(NH3)6]2+, [Cd(NH3)4]2+. Купрум, гідраргірум і кобальт мають змінну ступінь окиснення, тому для них характерні окисно-відновні реакції. Деякі з цих реакцій використовуються для відкриття окремих іонів. Наприклад, іон Hg2+ відкривають відновленням його до Hg (I) і потім до вільної ртуті дією SnCl2.

Купрум належить до числа мікроелементів, дуже малі кількості яких необхідні для нормальної життєдіяльності живих організмів. Добрива, що містять купрум, сприяють зростанню рослин на деяких малородючих ґрунтах, підвищують їх стійкість проти посухи і холоду. У людському організмі купрум виявлений в складі еритроцитів. Він помітно впливає на підвищення стійкості організму до шкідливого впливу деяких факторів зовнішнього середовища.

**Характерні реакції катіонів Сu2+**

1. Реактив амоній гідроксид.

Загально аналітична реакція з надлишком амонію є характерною на катіони Cu2+ внаслідок утворення аміакату купруму [Cu(NH3)4]2+ яскравого синього кольору.

Аміакати Ni2+, Co2+, Cd2+, Hg2+, які утворюються, безбарвні або мають невиразне забарвлення і не заважають відкриттю катіонів купруму.

2. Реактив K4[Fe(CN)]6 – калій гексаціаноферат (ІІ).

З калій гексаціанофератом (ІІ) катіони Сu2+ утворюють червоно-бурий осад Сu2[Fe(CN)6], який не розчиняється в розбавлених кислотах, але розкладається в лужному середовищі з виділенням осаду Cu(OH)2, тому реакцію треба проводити в кислому або нейтральному середовищі. Напишіть рівняння реакції.

**Характерні реакції катіонів Ni2+**

1. Реактив диметилгліоксим (реактив Чугаева).

Диметилгліоксим в аміачному середовищі утворює з катіонами Ni2+ яскраво-рожевий осад комплексної солі:

NiSO4 + 2C4H8N2O2 + 2NH3 → Ni(C4H7N2O2)2↓+ (NH4)2SO4

Осад диметилгліоксиму нікелю розчинний в сильних лугах і кислотах. Цій реакції заважають катіони Сu2+, які в аміачному середовищі утворюють яскраво-синій аміакат купруму, який маскує колір нікелю диметилгліоксиму. Із катіонів інших груп заважають катіони Fe2+, які утворюють з диметилгліоксимом червоне забарвлення. У зв’язку з цим дану реакцію зручніше проводити крапельним методом.

До 2-3 крапель досліджуваного розчину додають 2-3 краплі перекису водню (для окиснення Fe2+, Fe3+), потім декілька крапель концентрованого розчину NH3. Осад, який при цьому не розчинився, відфільтровують, краплю поміщають на фарфорову пластинку або чашку і додають до неї 1-2 краплі диметилгліоксиму.

**Характерні реакції катіонів Со2+**

1. Реактив калій або амоній роданід.

З надлишком роданід-іонів катіони кобальту утворюють розчинний комплекс яскраво-синього кольору. Реакція зворотня, тому необхідний надлишок реактиву:

Co2+ + 4CNS— ↔[Co(CNS)4]2-

Цей комплекс нестійкий у водному середовищі, більш стійкий в ефірі або спирті.

У пробірку поміщають 3-4 краплі розчину солі кобальту, додають 0,5 мл амілового спирту з ефіром і 3-5 крапель насиченого розчину NH4CNS або розчину КCNS. Вміст пробірки струшують і спостерігають колір органічного шару.

Цій реакції заважають катіони Fe3+, які утворюють з іонами CNS-  сполуки інтенсивного червоного кольору, які маскують колір комплексної сполуки іонів Co2+.

Тому, якщо в розчині присутні іони Fe3+, спочатку присипають порошок натрій фториду, з яким іони Fe3+ утворюють безбарвний стійкий комплекс, а потім додають амоній або калій роданід.

1. Реактив Na2S2O3.

З кристалічним Na2S2O3 катіони кобальту в спиртовому середовищі утворюють кристали CoS2O3 голубого кольору.

1. При додаванні до солей кобальту деякої кількості гліцерину а потім концентрованого лугу в співвідношенні 1:2:1 спостерігається синьо-фіолетове забарвлення за рахунок утворення комплексної сполуки кобальту з гліцерином. При малих кількостях катіонів Co2+ забарвлення голубе. Складіть рівняння реакцій.

**Характерні реакції катіонів Cd2+**

1. Реактив натрій сульфід, сірководнева вода.

Катіони кадмію утворюють з сульфід-іонами жовтий осад CdS. Цій реакції заважають всі катіони VI групи, тому катіони Cd2+ повинні бути відокремлені від решти катіонів в ході аналізу. Для зв’язування решти іонів VI групи можна використати властивість катіонів Co2+ утворювати нестійкий безбарвний комплекс з тіосечовиною:

CdCl2 + 2SCN2H4 → [Cd(SCN2H4)2]Cl2

Цей комплекс легко розкладається при дії сульфідних іонів, випадає осад CdS. Комплекси інших катіонів стійкі і сірководнем не розкладаються.

У пробірку наливають 3-4 краплі розчину солі кадмію, додають 3-4 кристалики тіосечовини, перемішують, дають постояти 2-3 хвилини а потім додають 5-6 крапель сірководневої води. Складіть рівняння реакції утворення кадмію сульфіду.

**Характерні реакції катіонів Hg2+**

1. Реактив KJ – калій йодид.

Катіони Hg2+ з невеликою кількістю калій йодиду утворюють характерний червоно-оранжевий осад HgJ2, який розчинний в надлишку KJ:

Hg2+ + 2J-→ HgJ2; HgJ2 + 2KJ→ K2[HgJ4]

Беруть 4-5 крапель розчину гідраргірум нітрату (ІІ), додають 1 краплю розчину KJ, або опускають в розчин паличку, змочену розчином KJ. В останньому випадку навкруги палички утворюється яскраво-червона пляма HgJ2, яка швидко зникає. Цю ж реакцію можна проводити на фільтрувальному папері: наносять 1 краплю розчину KJ, а потім краплю розчину солі гідраргіруму (ІІ).

Даній реакції заважають катіони Ag+, Pb2+, тому катіони Hg2+ можна відкривати після повного осадження катіонів ІІ і ІІІ груп.

1. Реактив SnCl2 – станум хлорид (ІІ).

При дії на розчин з катіонами Hg2+ (2-3 краплі) надлишком розчину станум хлориду (3-4 краплі) утворюється спочатку білий осад Hg2Cl2, який потім чорніє внаслідок виділення вільної ртуті:

2Hg2+ + SnCl2→ Hg2Cl2 + Sn4+; HgCl2 + SnCl2 → Hg↓ + SnCl4

Інші катіони VI групи не заважають цій реакції.

**Систематичний хід аналізу катіонів VІ групи**

Голубий колір розчину свідчить про присутність іонів Cu2+, світло-зелений – іонів Ni2+, рожевий – іонів Co2+, безбарвний – іонів Hg2+ і Cd2+.

В окремих порціях розчину, який аналізується, виконують попередні проби на наявність катіонів:

1. Cu2+- надлишком NH3,
2. Hg2+- калій йодидом,
3. Ni2+- диметилгліоксимом в аміачному середовищі,
4. Cd2+- сірководневою водою в присутності тіосечовини,
5. Co2+- реакцією з Na2S2O3 в спиртовому середовищі.

До розчину, який аналізується, додають 1,5-2-хкратний об’єм 2н розчину аміаку і нагрівають 2-3 хвилини. Відокремлюють осад (І), в якому знаходяться солі Cо(OH)Cl, [HgNH2]Cl і розчин (І), який містить аміакати: [Cd(NH3)4]Cl2; [Cu(NH3)4]Cl2; [Ni(NH3)6]Cl2.

Осад (І) обробляють 5-6 краплями 2н розчину H2SO4, при цьому Cо(OH)Cl розчиняється, а [HgNH2]Cl залишається в осаді. У фільтраті відкривають Со2+ розчином NH4CNS. Осад розчиняють, додавши 5 крапель нітратної кислоти, приливають 6-8 крапель води і відкривають катіон Hg2+ реакцією з KJ.

Розчин (І) підкисляють 2н розчином H2SO4, додають декілька кристалів Na2S2O3 і нагрівають на киплячій бані 3 хвилини до повного осадження купрум сульфіду чорного або чорно-бурого кольору.

Осад (ІІ) відокремлюють від розчину (ІІ), в якому знаходяться іони і Ni2+ і розчиняють в гарячій 2н HNO3. Іон Cu2+ відкривають характерними реакціями.

Розчин (ІІ) ділять на дві частини. В першій відкривають катіон Cd2+ реакцією з сірководневою водою, а в другій – катіон Ni2+ реакцією з диметилгліоксимом.