

Друга аналітична група аніонів

Загальна характеристика групи

До другої аналітичної групи належать аніони, що утворюють з йонами Аргентуму Ag^+ солі, які не розчиняються у воді й нітратній кислоті. Реактивом є аргентум нітрат у середовищі нітратної кислоти.

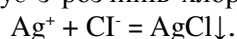
Прилади та реактиви: бензол.

Розчини: натрію хлорид (0,5н) або калію хлорид (0,5н), срібла нітрат (0,1н), амонію гідроксид (2н), хлоридна кислота (2н), азотна кислота (2н), амонію карбонат (12 %) , калію бромід (0,5н) або натрію бромід (0,5н), свинцю нітрат (0,5н) або свинцю ацетат (0,5н), сірчаної кислоти (2н, конц.) , хлорної води , калію йодиду (0,5н) , натрію сульфїду, натрію нітропрусиду, калій перманганату (0,5н), натрій тіосульфату (0,5н), купрум (II) сульфату (0,5н), кадмій хлориду (0,5н).

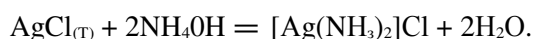
Якісні реакції катіонів Cl^- , Br^- , I^- , S^{2-}

Реакції хлорид-іонів Cl^-

1. Реакція з груповим реактивом AgNO_3 . Аргентум нітрат AgNO_3 за наявності нітратної кислоти осаджує з розчинів хлоридів білий осад AgCl :



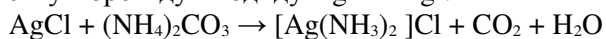
Цей білий сироподібний осад добре розчиняється в розчині амоніаку, утворюючи комплексну сполуку:



При добавлянні до утвореного діамінаргентум хлориду концентрованої нітратної кислоти осад виділяється знову :

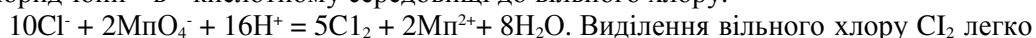


Осад аргентум хлориду AgCl легко розчиняється в амоній карбонаті $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ на відміну від аргентум бромїду і йодиду AgBr і AgI .

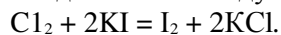


В и к о н а н н я. До 2 крапель розчину натрій хлориду добавляють 2 краплі розчину аргентум нітрату. До утвореного білого осаду добавляють концентрований розчин амоніаку до повного розчинення осаду. Отриманий розчин підкислюють концентрованою нітратною кислотою і спостерігають випадання білого осаду.

2. Реакція з сильними окисниками. Сильні окисники (MnO_2 , KMnO_4 , PbO_2) окиснюють хлорид-іони в кислотному середовищі до вільного хлору:



виявити за запахом та за посинінням йод-крохмального папірця, до складу якого входять KI і крохмаль. При дії хлору йодид-іони I^- окиснюються до вільного йоду I_2 і папірець синіє:



Аніони I^- і Br^- перешкоджають проведенню цієї реакції. Для виявлення хлорид-іонів за наявності аніонів Br^- і I^- можна використати реакцію з AgNO_3 , випробовуючи розчинність AgCl в амоній карбонаті $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.

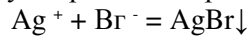
В и к о н а н н я. До суміші, що містить 4-5 крапель калій хлориду і 2--3 краплі розбавленої сульфатної кислоти, добавляють кілька крапель розчину KMnO_4 . Реакційну суміш нагрівають і спостерігають знебарвлення розчину.

3. Реакція з солями свинцю $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ або $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$. Солі свинцю утворюють з аніонами Cl^- білий осад, розчинний в гарячій воді. Складіть рівняння реакції. Що відбудеться при охолодженні розчину?

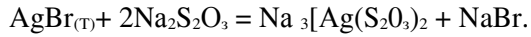
Реакції бромід-іонів Br⁻

Іони Br⁻ утворюють нерозчинні у воді солі AgBr, PbBr₂, Hg₂Br₂.

1. Реакція з груповим реактивом AgNO₃. Аргентум нітрат AgNO₃ за наявності нітратної кислоти осаджує з розчинів бромідів жовтувато-білий осад AgBr:

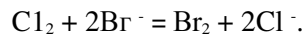


Осад важко розчиняється у амоніаку, нерозчинний в (NH₄)₂CO₃ (на відміну від AgCl), але добре розчиняється в розчині натрій тіосульфату Na₂S₂O₃:



Виконання. До 4 крапель натрій броміду добавляють стільки ж аргентум нітрату. Розчин з осадом ділять на дві частини і до однієї добавляють розчин натрій тіосульфату, а до другої - концентрований розчин амоніаку і порівнюють розчинення осаду AgBr в обох пробірках.

2. Реакція з хлорною водою. Хлорна вода окиснює йони Br⁻ в кислотному середовищі до вільного броду Br₂:



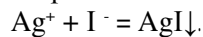
Вільний бром легко екстрагується органічним розчинником (карбон тетрахлоридом, хлороформом, бензолом тощо), забарвлюючи його в оранжевий колір. При дії надлишку хлорної води розчин набуває жовтого забарвлення внаслідок утворення бром хлориду BrCl.

Виконання. До 3-4 крапель натрій броміду добавляють 2-3 краплі розчину сульфатної кислоти, 0,5 мл органічного розчинника і 2-3 краплі хлорної води. Пробірку енергійно струшують і спостерігають забарвлення шару органічного розчинника в жовтий колір.

3. Реакція з сульфатною кислотою H₂SO₄. Концентрована сірчана кислота окислює Br⁻ до вільного броду, що помічаємо по бурому забарвленню розчину, або виділенню сірчастого газу. Складіть рівняння реакцій.

Реакції йодид-іонів I⁻

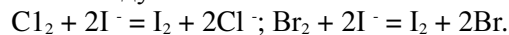
1. Реакція з груповим реактивом AgNO₃. Аргентум нітрат AgNO₃ за наявності нітратної кислоти осаджує з розчинів йодидів світло-жовтий осад AgI:



Цей осад не розчиняється в амоніаку, а також в (NH₄)₂CO₃ (на відміну від AgCl), важко розчиняється в розчині натрій тіосульфату.

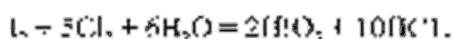
Виконання. До 2 крапель калій йодиду добавляють стільки ж аргентум нітрату. Спостерігають випадання світло-жовтого осаду і перевіряють розчинення його в розчині натрій тіосульфату.

2. Реакція з хлорною (бромною) водою. Хлорна (бромна) вода окиснює йони I⁻ в кислотному середовищі до вільного йоду I₂:



Йод забарвлює крохмаль у синій колір, а органічні розчинники - у червоно-фіолетовий. При надлишку хлорної води червоно-фіолетове забарвлення зникає внаслідок утворення йодатної кислоти HIO₃. Аніони S²⁻ і SO₃²⁻ (сильні відновники) перешкоджають проведенню реакції.

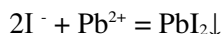
За допомогою хлорної води можна виявити аніони Br⁻ і I⁻ у суміші. Якщо до суміші невеликими порціями добавляти хлорну воду, то спочатку відбувається окиснення I⁻ до вільного йоду і шар органічного розчинника забарвлюється в червоно-фіолетовий колір. При подальшому добавлянні хлорної води відбувається окиснення I₂ до йодатної кислоти HIO₃ і забарвлення зникає:



За наявності аніонів Br^- при добавлянні хлорної води шар органічного розчинника забарвиться в оранжевий колір, а при надлишку хлорної води - у жовтий внаслідок утворення бром хлориду BrCl .

В и к о н а н н я. До 1-2 крапель розчину калій йодиду добавляють 2-3 краплі розчину H_2SO_4 , 0,5 мл органічного розчинника і краплями додають хлорну (або бромну) воду, постійно помішуючи вміст пробірки паличкою. Шар органічного розчинника забарвлюється в червоно-фіолетовий колір.

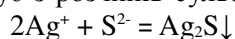
3. Реакція з плюмбум (II) нітратом або ацетатом. Плюмбум (II) нітрат або ацетат осаджує з розчинів йодидів плюмбум (II) йодид - осад яскраво-жовтого кольору, який розчиняється в гарячій воді і знову виділяється при охолодженні у вигляді золотистих кристалів



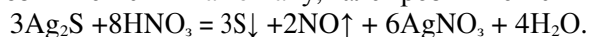
В и к о н а н н я. До 3 крапель розчину калій йодиду добавляють 2-3 краплі розчину солі Плюмбуму (II). До утвореного жовтого осаду добавляють 1 мл води, 2-3 краплі ацетатної кислоти і нагрівають суміш на водяній бані до повного розчинення осаду. Осад охолоджують і спостерігають утворення золотистих кристалів солі PbI_2 .

Реакції сульфід-іонів S^{2-}

1. Реакція з груповим реактивом AgNO_3 . Аргентум нітрат AgNO_3 за наявності нітратної кислоти осаджує з розчинів сульфідів чорний осад Ag_2S :

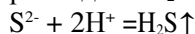


Осад не розчиняється в амоніаку, але розчиняється в нітратній кислоті при кип'ятінні:



В и к о н а н н я. До 2 крапель натрій сульфїду добавляють стільки ж аргентум нітрату. Спостерігають випадання чорного осаду і перевіряють розчинення його в розчині натрій тіосульфату.

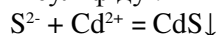
2. Реакція з кислотами. Кислоти, наприклад розбавлені H_2SO_4 і HCl , утворюють із сульфїдами газоподібний сірководень H_2S :



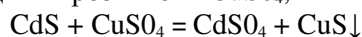
Виділення H_2S можна виявити за характерним запахом тухлих яєць. Фільтрувальний папірець, змочений розчином плюмбум (II) ацетату $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ за наявності дигідрогенсульфїду чорніє внаслідок утворення плюмбум (II) сульфїду:

В и к о н а н н я. Реакцію виконують у витяжній шафі, оскільки дигідрогенсульфїд дуже отруйний. У тигель вміщують кілька крапель розчину сульфїду і добавляють кілька крапель розбавленої H_2SO_4 або HCl . Зверху кладуть предметне скло з фільтрувальним папером, змоченим розчином солі Плюмбуму (II). Спостерігають почорніння папірця.

3. Реакція з солями Кадмію. Розчинні солі Кадмію утворюють із сульфїдами яскраво-жовтий осад кадмій сульфїду :



Якщо на осад подіяти розчином CuSO_4 , він почорніє внаслідок утворення CuS :



В и к о н а н н я. До 3 крапель розчину натрій сульфїду добавляють 3 краплі розчину солі Кадмію. Суміш центрифугують і центрифугат зливають. До осаду добавляють 2-3 краплі розчину купрум (II) сульфату. Спостерігають зміну яскраво-жовтого забарвлення осаду на чорне.

4. Реакція з солями свинцю. Солі свинцю з аніоном S^{2-} утворюють осад PbS темно-коричневого кольору, нерозчинний в розбавлених кислотах.

5. Реакція з нітропрусидом натрію. Нітропрусид натрію $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$ в лужному середовищі з S^{2-} утворює фіолетове забарвлення. До 3-4 крапель розчину Na_2S додають

2-3 краплі нітроприсиду натрію і 2-3 краплі розчину NaOH. Напишіть рівняння реакцій.

Контрольні запитання та завдання

1. Які аніони відносять до другої аналітичної групи? 2. Який груповий реактив на другу групу аніонів?
3. Охарактеризуйте солі Аргентуму аніонів другої групи за зовнішнім виглядом та розчинністю в нітратній кислоті, амоніаку, натрій тіосульфаті, амоній карбонаті.
4. Як довести, що білий осад, отриманий після добавляння до досліджуваного розчину AgNO_3 , є осадом AgCl ?
5. За допомогою якого окисника можна виявити хлорид-іони в досліджуваному розчині? Складіть рівняння і електронну схему реакцій окиснення хлорид-іонів манган (IV) оксидом, калій перманганатом та плюмбум (IV) оксидом.
6. Яка найхарактерніша реакція для бромід-іонів? 7. Як виявити наявність йодид-іонів?
8. Чому при дії хлорної води на розчин, що містить суміш йонів Br^- та I^- , спочатку виявляють аніони I^- , а потім Br^- ?
9. Чому для виявлення йодид-іонів можна використати і хлорну, і бромну воду?
10. Чому наявність сильних відновників перешкоджає виявленню аніонів I^- за допомогою хлорної води?
11. Після дії на досліджуваний розчин хлорної води шар хлороформу забарвився в червоно-фіолетовий колір. Про наявність яких аніонів це свідчить?
12. Про наявність яких аніонів у розчині свідчить випадання чорного осаду при дії аргентум нітрату?
13. У якому реагенті можна розчинити чорний осад Ag_2S ? 14. Яка найхарактерніша реакція на сульфід-іони?
15. При дії AgNO_3 на досліджуваний розчин випадає світло-жовтий осад, який не розчиняється в розбавленій HNO_3 . Як дослідити, які аніони є в розчині?
16. Якими реакціями можна виявити Cl^- , Br^- , I^- , S^{2-} за їх одночасної наявності?