**ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 7**

***Тема:*** Якісні реакції аніонів І аналітичної групи: SO42- , SO32-, CO32-, PO43-, SiO32-, S2O32-, B4O7 2- і BO2-; ІІ аналітичної групи: С1-, Вr-, I-, S2- та ІІІ аналітичної групи: NO3-, NO2-, CH3COO Аналіз суміші аніонів І-ІІІ аналітичних груп.

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

***Контрольні запитання***

1. Яким чином класифікують аніони?
2. Які аніони виявляють властивості окисників?
3. Які аніони виявляють властивості відновників?
4. Чому Барій карбонат розчиняється в хлоридній кислоті і не розчиняється в сульфатній?
5. Чим можна пояснити розчинність Арґентум карбонату в нітратній кислоті і нерозчинність у хлоридній та сульфатній кислоті?
6. Як можна виявити аніони Cl-, Br-, J- при їх сумісній присутності?
7. Як виявляють аніони летких кислот?
8. Як позбуваються дії S2- іонів при відкритті аніонів ІІ групи?
9. Чи можна відкрити аніони NO3- в присутності аніонів NO2-?
10. Яку реакцію виявлення аніонів NO2- ви вважаєте найхарактернішою?
11. Які іони заважають відкриттю аніона PO43- і як відкривають PO43- аніон в присутності цих іонів?

## **КЛАСИФІКАЦІЯ АНІОНІВ**

За класифікацією, яка найбільш часто застосовується, всі аніони поділяють на три групи залежно від розчинності солей барію та аргентуму, які вони утворюють.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Група | Аніони | Груповий реагент | Характеристика групи |
| І | SO42-, SO32-, S2O32-, CO32-, PO43-, SiO32-, B4O72- | Барій хлорид BaCl2 в нейтральному або слабко лужному середовищі | Солі Барію практично нерозчинні в воді |
| ІІ | Cl-, Br-, J-, S2- | Аргентум нітрат AgNO3 в присутності HNO3 | Солі Аргентуму практично нерозчинні в воді і в розбавленій нітратній кислоті |
| ІІІ | NO3-, NO2-,CH3COO- | Групового реагенту немає | Солі Барію й Аргентуму розчинні в воді |

**ОСОБЛИВОСТІ АНАЛІЗУ АНІОНІВ**

Методика якісного аналізу аніонів відрізняється від методики аналізу катіонів. В основі розділення аніонів на аналітичні групи лежить різна розчинність солей Барію та Аргентуму. Можливі різні варіанти розділення аніонів на групи. У практикумі пропонується найбільш поширене розділення аніонів на три аналітичні групи.

**І група аніонів**:, сульфат-іон SO42-, сульфіт-іон SO32-, карбонат-іон СОЗ2-, фосфат-іон РО43-,тіосульфат-іон S2O32-, метаборат-іон BO2- (або тетраборат-іон В4О72-) і оксалат-іон С2О42-. Перераховані іони утворюють з іонами барію Ва2+ важкорозчинні у воді солі. Груповим реактивом є ВаCl2 в нейтральному або слаболужному середовищі.

**ІІ група аніонів**: хлорид-іон С1-, бромід-іон Вr-, йодид-іон I-, сульфід-іон S2. Аніони другої групи утворюють з іонами Ag+ важкорозчинні у воді і нерозчинні в розведеній нітратній кислоті солі. Груповим реактивом є AgNО3 в присутності розведеної нітратної кислоти.

**ІІІ група аніонів**: нітрат-іон NО3-, нітрит-іон NO2- і ацетат-іон СН3СОО-. Солі аргентуму і барію добре розчинні у воді. Групового реактиву немає.

Загальноприйнятого систематичного ходу аналізу аніонів немає. На відміну від аналізу катіонів при аналізі аніонів найбільш доцільно виявляється безпосереднє виявлення окремих аніонів без попереднього розділення. Ця можливість обумовлена тим, що аніони здебільшого не заважають відкриттю один одного. Відповідно до цього групові реактиви застосовуються не для розділення груп, а для їх виявлення.

При виконанні часткових реакцій на аніони необхідно мати на увазі, що зовнішній вигляд осадів багатьох іонів, отриманих з солями барію або аргентуму, однаковий. Тому особливу увагу слід приділяти характеру і ступеню розчинності тих чи інших осадів в кислотах або інших реактивах. Розчинним у вказаній кислоті ми вважаємо такий осад, який отриманий з 2-3 крапель розчину, розчиняється при додаванні кількох крапель розведеної кислоти без залишку або з дуже незначним залишком. Але якщо при додаванні приблизно 10 крапель кислоти або іншого реактиву розчинення не настає або не відбувається помітного просвітління розчину, осад вважається нерозчинним.

**ХАРАКТЕРИСТИКА АНІОНІВ** **І АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ**

До І групи аніонів відносяться аніони РО43-, SO42-, SO32-, СОЗ2-, S2O32-, BO2-, В4О72- і С2О42-. **Груповим реактивом є ВаCl2 в нейтральному або слаболужному середовищі**, адже важкорозчинні барієві солі цих аніонів, за винятком BaSО4, розчинні в кислотах. Іон Ag+ утворює з аніонами даної групи (крім SO42-) важкорозчинні у воді солі, легко розчинні в розведеній нітратній кислоті. **Всі аніони цієї групи безбарвні**.

Для організму людини велике значення мають фосфати і карбонати. Фосфатні і гідрокарбонатні буферні суміші підтримують певну величину рН внутрішнього середовища живого організму.

Наявність карбонатів і сульфатів у питній воді визначає її побутові та смакові якості. Крім того, присутність сульфатів немінерального походження є показником санітарного забруднення води (наприклад, стічними водами).

**Характерні реакції аніонів SO42-**

**Реактив Барій хлорид**

Барій хлорид утворює з аніоном SO42- білий кристалічний осад BaSO4, нерозчинний в кислотах і лугах.

Напишіть рівняння реакції в молекулярному та скороченому іонному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Реактив солі Плюмбуму.**

Солі плюмбуму, наприклад Pb(NO3)2 – дають білий кристалічний осад PbSO4, розчинний в надлишку лугів. Він добре розчиняється в розчині амоній ацетату, утворюючи досить стійкий ацетатний комплекс – (NН4)2[Рb(СН3СОО)4].

Напишіть рівняння реакції утворення осаду і комплексної сполуки в молекулярному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Реактив Аргентум(І) нітрат**

Аргентум(І) нітрат з аніонами SO42-в концентрованих розчинах утворює білий осад аргентум(І) сульфату, який розчиняється в нітратній кислоті.

Напишіть рівняння реакції в молекулярному та скороченому іонному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***Дослід 1.*** У три пробірки наливають по 3-4 краплі розчину натрій сульфату і добавляють відповідно: по 3 краплі розчину барій хлориду, розчину аргентум(І) нітрату, розчину плюмбум нітрату. Звертають увагу на характер осадів і визначають їх розчинність у воді, кислотах, а плюмбум сульфату – в розчині амоній ацетату.

**Характерні реакції аніонів SO32-**

**Реактив Барій хлорид**.

Барій хлорид з аніонами SO32- утворює білий осад BaSO3, легко розчинний в кислотах.

Напишіть рівняння реакції в молекулярному та скороченому іонному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Реактив калій перманганат**.

Знебарвлення калій перманганату в кислому середовищі є характерної реакцією на сульфід-іон.

***Дослід 3.*** Наливають в пробірку 4-5 крапель натрій сульфіту, 5 крапель сульфатної кислоти і 2-3 краплі розчину калій перманганату. Пробірку з сумішшю обережно нагрівають.

Напишіть рівняння окисно-відновної реакції в молекулярному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Характерні реакції аніонів CO32-**

Карбонати лужних металів добре розчиняються у воді, решта карбонатів – малорозчинні. Усі карбонати розчиняються у мінеральних і ацетатній кислотах з утворенням вуглекислого газу.

**Реактив Барій хлорид**.

Розчин барій хлориду осаджує аніони CO32- у вигляді білого осаду BaCO3, розчинного в кислотах (за винятком сульфатної).

Напишіть рівняння реакції в молекулярному та скороченому іонному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Реактив - мінеральні кислоти**

Мінеральні кислоти (розведені – повільно, концентровані – енергійно) розкладають солі карбонатної кислоти з виділенням вуглекислого газу:

Напишіть рівняння реакції в молекулярному вигляді

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Якщо вуглекислий газ пропустити крізь баритову воду, утворюється білий осад барій карбонату, який при подальшому пропусканні вуглекислого газу може розчинитися (утворюється барій гідрогенкарбонат):

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Ва(ОН)2 + СO2 → ВаСO3↓\_+ Н2O \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ВаСО3 + СO2 + Н2O → Ва(НСO3)2\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

Виділення CO2 також можна виявити за помутнінням вапняної води.

***Дослід 4.*** У пробірку поміщають 5-8 крапель розчину натрій карбонату і додають такий же об’єм 2н хлоридної кислоти. В пробірку вставляють піпетку з 2-3 краплями баритової або вапняної води. Спостерігають помутніння баритової або вапняної води в піпетці.

## **Характерні реакції аніонів PO43-**

Фосфат-іон є аніоном ортофосфорної кислоти H3PO4. У воді розчинні солі лужних металів, амонію і Ca(H2PO4)2. Решта солей нерозчинні у воді, але розчинні в мінеральних кислотах, а також в оцтовій кислоті.

**Реактив Барій хлорид**.

Розчин BaCl2 з Na2HPO4 утворює білий осад ВаHPO4, розчинний в кислотах (крім сульфатної).

Напишіть рівняння реакції в молекулярному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

У лужних розчинах утворюється білий осад середньої солі Вa3(РO4)2

**Реактив аргентум нітрат**.

Аргентум нітрат з Na2HPO4 утворює жовтий осад Ag3PO4, розчинний в нітратній кислоті та аміаці.

Напишіть рівняння реакції в молекулярному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***Дослід 5.*** До 5-6 крапель розчину натрій гідрофосфату приливають 1-2 краплі розчину аргентум нітрату. Спостерігають утворення жовтого осаду.

**Реактив магнезіальна суміш (суміш MgCl2, NH3, NH4Cl)**.

Магнезіальна суміш з фосфат-іонами утворює білий кристалічний осад подвійної солі – магній-амоній-фосфату MgNH4PO4, розчинний в кислотах.

Напишіть рівняння реакції в молекулярному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***Дослід 6.*** До 5-6 крапель розчину магній хлориду додають 3 краплі розчину аміаку; осад магній гідроксиду, що утворився, розчиняють у розчині амоній хлориду і добавляють 3 краплі розчину натрій гідрофосфату. Спостерігають утворення білого осаду

**Реактив молібденова рідина**.

Молібденова рідина (розчин (NH4)2MoO4 в HNO3) утворює з фосфат-іонами при нагріванні жовтий кристалічний осад фосфоромолібдату амонію, який можна також представити формулою: (NH4)3PO4 • 12MoO4 • 6H2O або (NH4)3[P(Mo3O10)4] або (NH4)3[P(Mo12O40)]:

***H3PO4 + 12(NH4)2MoO4 + 21HNO3 → (NH4)3[P(Mo3O10)4]↓ + 21NH4NO3  +
 + 12H2O***

***PO43- + 24NH4+ + 12MoO42- + 21H+→ (NH4)3[P(Mo3O10)4]↓ + 12H2O***

***Дослід 7.*** До 8 крапель амоній молібдату додають 8 крапель концентрованої нітратної кислоти. До суміші додають 2-3 краплі натрій фосфату і нагрівають до 40-500 С на водяній бані.

**Характерні реакції аніонів SiO32-**

Лише силікати лужних металів розчиняються у воді; решта солей силікатних кислот у воді не розчиняється.

**Реактив Барій хлорид**.

Розчин BaCl2 з SiO32- утворює білий осад BaSiO3, який розкладається кислотами з утворенням драглистого осаду суміші кремнієвих кислот
(xSiO2 •.nH2O).

Напишіть рівняння реакції в молекулярному та скороченому іонному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Реактив розведені кислоти**.

Розведені кислоти при повільному додаванні до концентрованих розчинів силікатів виділяють об’ємний білий драглистий осад метасилікатної (кремнієвої) кислоти.

Напишіть рівняння реакції в молекулярному та скороченому іонному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Реактив солі амонію**.

Сіль амонію, наприклад NH4Cl виділяє із розчинів кислоту повніше, ніж кислоти, адже іони амонію сприяють коагуляції метасилікатної кислоти, зміщуючи рівновагу гідролізу в сторону її утворення.

Напишіть рівняння реакції в молекулярному та скороченому іонному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***Дослід 8.*** До 4-5 крапель розчину силікату додають 4-5 крапель води, кидають в пробірку 2-3 кристалики амоній хлориду та нагрівають.

**Характерні реакції аніонів S2O32-**

Тіосульфати важких металів гідролізують з виділенням важкорозчинних сульфідів і утворенням сульфатної кислоти:

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_HgS2O3 + H2O → H2SO4 + HgS\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

**Реактив Барій хлорид**.

Барій хлорид виділяє із розчинів тіосульфатів білий осад барій тіосульфату.

Напишіть рівняння реакції в молекулярному та скороченому іонному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Реактив аргентум нітрат**.

При додаванні розчину аргентум нітрату до розчину Na2S2O3 виділяється білий осад Ag2S2O3, який в невдовзі жовтіє, буріє, і нарешті стає чорним внаслідок утворення Ag2S.

Напишіть рівняння реакції утворення аргентум тіосульфату та аргентум сульфід в молекулярному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Реактив розчини кислот.**

При дії розведених кислот на тіосульфати виділяється сірка у вільному стані і розчин мутніє.

Напишіть рівняння реакції в молекулярному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_S2O32- + 2H+ → SO2 + S + H2O\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

**Характерні реакції аніонів B4O7 2- і BO2-**

Для проведення реакцій використовують розчин натрій тетраборату Na2B4O7 •10 H2O (бура).

**Реактив барій хлорид**.

Барій хлорид утворює з бурою білий осад барію метаборату Ba(BO2)2, розчинний в кислотах:

Напишіть рівняння реакції в молекулярному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Забарвлення полум’я**.

Реакція забарвлення полум’я (реакція борної кислоти зі спиртами). Безбарвне полум’я в присутності летких сполук бору забарвлюється в зелений колір. Оскільки борати не леткі, їх переводять в борно-етиловий ефір B(OC2H5)3 при дії сірчаної кислоти і етанолу :

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Na2B4O7 + 5H2O + H2SO4 = 4H3BO3 + Na2SO4\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_H3BO3 + 3C2H5OH → B(OC2H5)3 + 3H2O\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2B(OC2H5)3 + 18O2 → B2O3 + 12CO2 + 15H2O\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***Дослід 9.*** Розчин бури (5-6 крапель) випарюють в тиглі або фарфоровій чашці досуха, охолоджують, після чого приливають 2-3 краплі концентрованої сульфатної кислоти, 5-10 крапель етилового спирту, перемішують. Запалюють. суміш і спостерігають забарвлення в зелений колір полум’я горіння борно-етилового ефіру

**ХАРАКТЕРИСТИКА** **АНІОНІВ ІІ АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ**

До ІІ групи аніонів відносяться аніони С1-, Вr-, I-, S2-.

Ці аніони утворюють з іонами аргентуму важкорозчинні у воді і нерозчинні в розведеній нітратній кислоті солі. Майже всі хлориди розчинні у воді, за виключенням AgCl, Hg2Cl2, PbCl2, CuCl і основних солей бісмуту і стибію. Розчинність бромідів близька до розчинності хлоридів; нерозчинними є AgBr, Hg2Br2, PbBr2, CuBr. Йодиди лужних і лужноземельних металів безбарвні, а AgI, CuI – жовтого кольору, PbI2 – золотистого, HgI2 – яскраво червоного.

На відміну від аніонів першої групи, Cl‒, Br‒, I‒ утворюють з іоном Ba2+ солі, розчинні у воді, і тому друга група аніонів не осаджується при дії розчиних солей барію.

**Груповим реактивом є AgNО3 в присутності розведеної нітратної кислоти**. У цих умовах AgNО3 не утворює осаду з аніонами першої групи. Барієві солі аніонів другої групи розчиняються у воді.

Для організму велике значення мають хлориди. Хлориди Натрію та Калію підтримують осмотичний тиск в клітинах. Хлориди визначають смакові якості води. Недостача йоду в організмі призводить до порушення діяльності щитовидної залози.

**Характерні реакції аніонів Cl-**

**Реактив аргентум нітрат**.

Розчин AgNO3 з аніонами Cl- утворює білий сирнистий осад AgCl, не розчинний в кислотах, але легко розчинний в надлишку NH3 з утворенням комплексної сполуки. При підкисленні розчину HNO3 знову випадає осад AgCl.

Напишіть рівняння реакції в молекулярному та скороченому іонному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

На відміну від AgCl (ДР = 1,56 • 10-10), AgI має значно менший добуток розчинності (ДР = 1,5 • 10-16) і є практично нерозчинним у NH4OH, а AgBr (ДР = 7,7 • 10-13) розчиняється лише у незначній його кількості. AgCl розчиняється також в амоній карбонаті:

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_AgCl + (NH4)2CO3 → [Ag(NH3)2]Cl + CO2 + H2O\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***Дослід 10.*** У пробірку до 2-3 крапель 2н HCl або розчину NaCl додати 1-2 краплі аргентум нітрату. До осаду додати розчин аміаку (краще концентрований) до його повного розчинення. Далі до розчину по краплям додати 4-5 крапель HNO3 до кислого середовища.

**Реактив солі плюмбуму**

Солі плюмбуму – Pb(NO3)2 або Pb(CH3COO)2.утворюють з аніонами Cl- білий осад, розчинний в гарячій воді. Що відбудеться при охолодженні розчину?

Напишіть рівняння реакції в молекулярному та скороченому іонному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Характерні реакції аніонів Br–**

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

**Реактив аргентум нітрат**.

Розчин AgNO3 з аніонами Br- утворює блідо-жовтий осад AgBr, частково розчинний в надлишку NH3 і нерозчинний в (NH4)2CO3 (на відміну від AgCl), а розчиняється у концентрованих розчинах амоніаку, натрій тіосульфату та в ціанідах з утворенням таких комплексних сполук: [Аg(NH3)2]Вr, Na3[Аg(S2О3)2], К[Аg(СN)2].

Напишіть рівняння реакції в молекулярному та скороченому іонному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Реактив концентрована сульфатна кислота**.

Концентрована сульфатна кислота Н2SO4окислює Br- до вільного брому, що помічають за бурим забарвленням розчину та виділенню сірчистого газу.

Напишіть рівняння окисно-відновної реакції в молекулярному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Реактив «хлорна вода»**.

Водорозчинений хлор «хлорна вода» окиснює в кислому середовищі броміди до вільного брому, який добре екстрагується карбон тетрахлоридом, бензолом або хлороформом, забарвлюючи їх у червоно-коричневий (бурий) колір. Реакція відбувається при pН = 5-7; при дії надлишку хлорної води розчин жовтіє, внаслідок утворення бром хлориду.

Напишіть рівняння реакції в молекулярному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***Дослід 11.*** в пробірку беруть 2-3 краплі розчину NaBr, підкислюють 2-3 краплями 2н H2SO4 і додають 2-3 краплі хлорної води, добре струшують. Розчин при цьому стає жовто-бурим. Якщо в пробірку прилити 0,5 мл бензолу і збовтати, то бром перейде в бензольний шар і забарвить його в жовтий колір. Напишіть рівняння вищевказаних реакцій.

**Характерні реакції аніонів J-**

**Реактив аргентум нітрат**.

Розчин AgNO3 з аніонами J- утворює жовтий осад AgJ, нерозчинний в NH3 і нерозчинний в (NH4)2CO3 (на відміну від AgCl), а розчиняється в розчині натрій тіосульфату і в розчинах ціанідів.

Напишіть рівняння реакції утворення осаду та його розчинення в молекулярному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Реактив солі плюмбуму**

Солі плюмбуму, наприклад Pb(NO3)2.утворюють з аніонами J- яскраво-жовтий осад, розчинний в гарячій воді, який при охолодженні кристалізується у вигляді золотих кристалів:

Напишіть рівняння реакції в молекулярному та скороченому іонному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***Дослід 12.*** До 2 крапель розчину Pb(NO3)2 додають 2 краплі розчину KI. До отриманого розчину додають 0,5 мл води і 3-4 краплі розведеної CH3COOH, нагрівають 2 хвилини, а потім охолоджують під холодною водою, з’являються золоті краплинки (Цю реакцію ще називають «реакцією золотого дощу»).

**Реактив «хлорна вода»**.

«Хлорна вода» окиснює йодид-іони до вільного йоду. Ця реакція дозволяє виявити J- і Br- при їх сумісній присутності.

Напишіть рівняння реакції в молекулярному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***Дослід 13.*** Змішують по 1-2 краплі KJ і KBr, розводять водою в 2-3 рази, розчин підкислюють H2SO4, приливають приблизно 0,5 мл бензолу і додають хлорну воду (0,5-1 мл); добре струшують вміст пробірки. Спочатку виділяється J2, який забарвлює бензол в рожево-фіолетовий колір. Якщо ще додати хлорної води (приблизно 1 мл), то це забарвлення зникає (J2 окислюється до HJO3- –йодноватої кислоти) і розчин набуває жовтого кольору, за рахунок виділення Br2.

**Характерні реакції аніонів S2-**

**Реактив солі аргентуму або плюмбуму**.

Солі аргентуму та плюмбуму з аніоном S2- утворюють осади Ag2S і PbS чорного кольору, нерозчинні в розбавлених кислотах.

Напишіть рівняння реакції в молекулярному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2. Реактив натрій нітропрусид.

Натрій нітропрусид Na2[Fe(CN)5NO] в лужному середовищі з S2- утворює комплексний іон **[Fe(CN)5NOS]4-**, який має інтенсивне фіолетове забарвлення.

Напишіть рівняння реакції в молекулярному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***Дослід 14.*** До 3-4 крапель розчину Na2S додають 2-3 краплі Na2[Fe(CN)5NO] і 2-3 краплі розчину NaOH. Спостерігають за зміною забарвлення.

**ХАРАКТЕРИСТИКА** **АНІОНІВ ІІІ АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ**

До ІІІ аналітичної групи аніонів відносяться аніони NО3-, NO2- і СН3СОО-. Солі барію та аргентуму розчиняються у воді, внаслідок чого ні AgNО3, ні ВаCl2 не осаджує аніони ІІІ групи. **Групового реактиву у цієї групи немає.**

Визначення нітритів і нітратів має велике значення для дослідження питної води. Наявність завищеної кількості нітритів і нітратів є показником забруднення і непридатності води для пиття.

Наявність великої кількості нітритів і нітратів в овочах і фруктах є небезпечним для живих організмів, воно не повинно перевищувати 40 мг/кг.

**Характерні реакції аніонів NO2-**

Більшість нітритів добре розчиняються у воді, за винятком аргентум нітриту. Нітритна кислота HNO2 виявляє властивості окисника і відновника, залежно від того, з якою речовиною вона взаємодіє. Реакції, характерні для аніона NO3-, характерні також і для аніона NO2-. Але аніон NO2- можна відрізнити від аніона NO3- за допомогою таких аналітичних реакцій.

**Реактив калій йодид**.

Нітрити KNO2 або NaNO2 в оцтовокислому або сірчанокислому розчині окислюють J- до J2 (за цією реакцією нітрит-іон відрізняється від нітрат-іону):

Напишіть рівняння окисно-відновної реакції в молекулярному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2NO2- + 2J- + 4H+ → J2 + 2NO + 2H2O\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***Дослід 15.*** До 4-5 крапель підкисленого сульфатною кислотою розчину нітриту додають стільки ж розчину калій йодиду. Спостерігають утворення йоду, при додаванні крохмалю розчин синіє.

**Реактив мінеральні кислоти**.

Кислоти розкладають усі нітрити з утворенням оксидів нітрогену:

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2NaNO2 + H2SO4 → Na2SO4 + NO↑+ NO2↑ + H2O\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

**Характерні реакції аніонів NO3-**

**Реактив дифеніламін**.

Дифеніламін (С6H5)2NH у концентрованій H2SO4 з аніоном NO3- утворює сполуку інтенсивно-синього кольору, яка при подальшому окисненні переходить у сполуку білого кольору.

***2(С6H5)2NH + 2NaNO3 + H2SO4 → С6H5 – N ═ С6H4 ═ С6H4  ═ N– С6H5 +
 + Na2SO4 + 2H2O + 2NO2***

***Дослід 16.*** По стінках пробірки капають декілька крапель досліджуваного розчину і по стінках пробірки краплями добавляють розчин дифеніламіну. У присутності аніона NO3- на стінках пробірки в розчині утворюється сполука синього кольору. При збовтуванні розчину синє забарвлення зникає внаслідок подальшого окиснення дифеніламіну.

Цю реакцію зручно виконувати на крапельному склі.

**Реактив ферум (ІІ) сульфат**.

Ферум (ІІ) сульфат в присутності NO3- утворює комплексну нестійку комплексну сполуку [Fe(NO)]SO4 – ферум(II) нітритосульфат темно-коричневого кольору (буре кільце):

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_6FeSO4 + 2NaNO3 + 4H2SO4 → Fe2(SO4)3 + Na2SO4 + 4H2O + 2NO\_***

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2NO + 2FeSO4 → 2[Fe(NO)]SO4\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***Дослід 17.*** На годинникове скло наносять краплю досліджуваного розчину (нітрату), кристалик FeSO4 і краплю концентрованого розчину H2SO4. В присутності NO3- навкруги кристалика з’являється буре кільце, або просто побуріння розчину.

**Характерні реакції аніонів CH3COO-**

**Реактив ферум (ІІІ) хлорид.**

Ацетат-іон з розчином FeCl3 утворює розчин кров’яного червоного кольору, при нагріванні якого в результаті гідролізу випадає червоно-бурий осад ферум(ІІІ) гідроксоацетату Fe(OH)2CH3COO. Цій реакції заважають аніони CO32-

Напишіть рівняння утворення осаду та його гідролізу в молекулярному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***Дослід 18.*** До 5-6 крапель натрій ацетату додати 1-2 краплі FeCl3, звернути увагу на колір розчину, далі розбавити розчин водою (добавити 25-30 крапель Н2О) і нагріти. Випадає осад бурого кольору***.***

**Реактив концентрована сульфатна кислота**.

Концентрована сульфатна кислота витісняє ацетатну кислоту із її солей, яка при нагріванні летить і може бути розпізнана по запаху. Якщо при цьому до розчину добавити невелику кількість етанолу і суміш підігріти, то утворюється оцтово-етиловий ефір, який розпізнають за фруктовим запахом.

Напишіть рівняння утворення ацетатної кислоти та **етилацетату** в молекулярному вигляді:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***Дослід 19.*** До розчину натрій ацетату приливають декілька крапель конц. H2SO4 і нагрівають. Оцтову кислоту виявляють за запахом. Додають кілька крапель етанолу і нагрівають. Появу етилового естеру ацетатної кислоти виявляють за запахом.

**АНАЛІЗ СУМІШІ АНІОНІВ І-ІІІ ГРУП**

Аніони в більшості випадків не заважають один одному при виявленні і їх аналіз ведуть частковими реакціями.

**Попередні дослідження**

1. **Розчин досліджують на наявність аніонів І групи.**

 До 2-3 крапель слабколужного розчину (рН = 7-9) додають 2-3 краплі розчину BaCl2. Утворення білого осаду вказує на присутність аніонів І групи, які відкривають частковими реакціями.

1. **Досліджують розчин на наявність аніонів ІІ групи.**

До 2-3 крапель досліджуваного розчину додають 3-4 краплі HNO3 і 2-3 краплі AgNO3. Утворення осаду вказує на присутність аніонів ІІ групи. Визначення кожного з них проводять частковими реакціями.

**3. Аніони ІІІ групи відкривають частковими реакціями.**

4. За допомогою універсального індикаторного паперу визначають рН розчину. Якщо рН < 2, в розчині можуть бути присутні аніони: CO32-, SO32-, NO2-.

1. Досліджують розчин на наявність аніона-окисника NO2-.

До 5-6 крапель досліджуваного розчину, підкисленого 2н розчином сульфатної кислоти, додають 2-3 краплі калій йодиду і декілька крапель розчину крохмалю. При наявності аніону NO2- розчин забарвлюється в синій колір.

1. Досліджують розчин на наявність іонів-окисників.

До 5-6 крапель досліджуваного розчину додають 2 краплі 1н розчину сульфатної кислоти, 2-3 краплі розведеного розчину калій перманганату. Якщо при цьому перманганат калію знебарвлюється, то в розчині можуть бути присутні аніони-відновники: SO32-, NO2-, J-, Br-, можливо, і Cl-.

7. Досліджують розчин на наявність аніонів летких та нестійких кислот.

 До 3-4 крапель досліджуваного розчину приливають 3 краплі 4н розчину сульфатної кислоти і злегка струшують пробірку. Якщо виділення газу не спостерігається, то розчин злегка нагрівають. Виділення бульбашок газу вказує на можливість присутності аніонів СO32-, SO32-, S2-, NO2-.

За властивостями газів CO2, SO2, H2S, NO2 (запах, колір) роблять висновок про їх можливий склад. На основі попередніх досліджень роблять висновок про те, які аніони можуть знаходитись в розчині. Після цього приступають до їх виявлення.

**Виявлення окремих аніонів**

1. Сульфат-іон відкривають із окремої проби розчину дією барій хлориду в підкисленому (нітратною або хлоридною кислотою) середовищі.
2. Сульфіт-іон відкривають із окремої порції розчину розкладанням сульфатною кислотою (при нагріванні). Сульфур (IV) оксид, який виділяється, пропускають через розчин калій перманганату. Якщо в розчині присутні аніони NO2-, S2-, то від них необхідно вивільнитись, так як вони заважають відкриттю аніона SO32-. До 4 крапель досліджуваного розчину додають 4 краплі розчину барій хлориду. Одержаний осад відокремлюють, промивають водою і обробляють 2-3 краплями 2н розчину хлоридної кислоти. Газ, що виділяється досліджують на наявність сульфур (IV) оксиду.
3. Карбонат-іон відкривають із окремої порції розчину частковою реакцією. Якщо в розчині присутній аніон SO32-, то його попередньо необхідно окиснити, так як він буде заважати виявленню аніона CO32-. Для цього до досліджуваного розчину додають 8% розчин перекису водню і нагрівають на водяній бані. Після цього досліджують розчин на наявність аніона CO32-.
4. Силікат-іон відкривають із окремої проби досліджуваного розчину шляхом обробки його амоній хлоридом або хлоридною кислотою.
5. Фосфат-іон відкривають із окремої проби розчину за допомогою магнезіальної суміші або молібденової рідини. Якщо в розчині присутні аніони ІІ групи та аніон SiO32-, то відкриття фосфат-іону проводять наступним чином. До 5-6 крапель аналізованого розчину додають такий же об’єм барій хлориду. Осад відокремлюють, промивають і розчиняють в 2н хлоридній кислоті. Одержаний розчин нейтралізують розчином аміаку до рН = 7-8, додають декілька кристаликів амоній хлориду та злегка нагрівають. Якщо з’являється осад полікремнієвої кислоти, його відфільтровують і відкривають фосфат-іон за допомогою магнезіальної суміші або молібденової рідини.
6. Сульфід-іон відкривають із окремої проби плюмбум ацетатом або окисненням його до вільної сірки. Іони S2- можуть заважати відкриттю аніонів Cl-, Br-, J-. Тому рекомендується їх усунути. Для цього до 5-6 крапель нейтрального або слабколужного розчину (рН = 7-9) додають розчин ZnSO4 і нагрівають. Сульфід цинку, який утворився, відокремлюють, а у фільтраті відкривають аніони Cl-, Br-, J-.
7. Хлорид-іон відкривають за допомогою аргентум нітрату, якщо в досліджуваному розчині відсутні бромід-іони, то хлорид-іони визначають наступним чином. 5-6 крапель досліджуваного розчину підкиснюють такою ж кількістю 2н розчину нітратної кислоти і додають 5-6 крапель розчину AgNO3. Осад відокремлюють, промивають водою і додають до осаду 6-8 крапель 12% розчину амоній карбонату. Осад відокремлюють, а у фільтраті відкривають аніон Cl- розчином калію броміду.
8. Бромід-іон відкривають реакцією окиснення його хлорною водою до вільного брому в присутності бензолу. Якщо присутні аніони S2-, SO32-, то їх спочатку окислюють розчином калій перманганату в кислому середовищі. Для цього до 5-6 крапель досліджуваного розчину додають 2 краплі 2н розчину сульфатної кислоти і додають по краплях при помішуванні розчин калій перманганату до блідо-малинового забарвлення. В одержаному розчині відкривають бромід-іон.
9. Йодид-іон відкривають окисленням його сульфатною кислотою. До 5 крапель досліджуваного розчину додають 2 краплі концентрованої сульфатної кислоти. Вільний йод, який виділився, виявляють вологим крохмальним папірцем. При наявності в розчині іонів-відновників аналіз ведуть таким же чином, що і при відкритті бромід-іонів.
10. Нітрат-іон відкривають з дифеніламіном, якщо за попередніми дослідженнями в розчині відсутні аніони NO2-. Якщо ж розчин містить аніони NO2-, то їх слід попередньо видалити за допомогою амоній хлориду. До 4-5 крапель розчину додають 5-6 крапель розчину (або кілька кристаликів) амоній хлориду і обережно нагрівають. При цьому амоній нітрит, який утворюється, повністю руйнується з виділенням азоту.
11. Нітрит-іон відкривають із окремої проби дією мінеральних кислот (виділення бурого газу) або калій йодидом.
12. Ацетат-іон відкривають із окремих проб досліджуваного розчину дією концентрованої сульфатної кислоти або за допомогою розчину ферум (Ш) хлориду.