**ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1**

***Тема:*** Якісні реакції катіонів І аналітичної групи: К+, Na+, NH4+. Якісні реакції катіонів ІІ аналітичної групи: Ag+, Hg22+, Pb2+. Аналіз суміші катіонів І аналітичної групи.

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

## ***Контрольні запитання***

1. Які катіони I групи і якими реактивами можна виявити без розділення?
2. Які катіони заважають відкриттю іонів К+ та Na+?
3. Чому відкриття катіону К+ натрію гідротартратом необхідно проводити в нейтральному середовищі? Напишіть рівняння реакції.
4. Чому реакція катіону Na+ з калію гексагідроксоантимонатом (V) повинна проводитись в нейтральному середовищі?
5. Як можна виявити при сумісній присутності К+ і NН4+; K+ і Na+; Na+ і NH4+?

**КИСЛОТНО-ЛУЖНА КЛАСИФІКАЦІЯ КАТІОНІВ**

Згідно з кислотно-лужною класифікацією катіони поділяються на 6 груп (табл. 1). Катіони, за винятком катіонів I групи, можна розділити на катіони кислотної (II і III) та лужної (IV, V, VI) груп.

**ХАРАКТЕРИСТИКА І АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ КАТІОНІВ**

До І групи катіонів відносяться К+, Na+, NH4+. На відміну від катіонів інших груп майже всі солі Натрію, Калію і Амонію добре розчиняються у воді. Катіони К+, Na+, NH4+ безбарвні. Гідроксиди Натрію і Калію (NaOH і КОН) – добре розчиняються у воді та є сильними основами. Гідрат амоніаку NH3•Н2О є слабкою основою: це нестійка сполука, легко розкладається на аміак і воду навіть при кімнатній температурі. Гідролізу піддаються всі солі Амонію, а також натрієві та калієві солі слабких кислот. ***Аналітичною ознакою катіонів першої групи є відсутність групового реактиву***.

Солі Амонію є нестійкими і легко розкладаються при нагріванні. Ця властивість використовується при видаленні солей амонію з суміші солей катіонів першої групи. В організмі людини Натрій у вигляді його розчинних солей (хлориду, фосфату і гідрокарбонату) міститься в основному в позаклітинних рідинах: плазмі крові, лімфі і травних соках. Осмотичний тиск плазми крові підтримується на необхідному рівні в основному за рахунок Натрій хлориду. Калій також міститься в усіх тканинах організму людини, але на відміну від Натрію Калій знаходиться всередині клітин. Іон Калію відіграє важливу роль в деяких біохімічних процесах, визначена концентрація Калію в крові необхідна для нормальної роботи серця.

Сполуки Натрію, Калію і Амонію знаходять застосування у фармації. Натрій хлорид входить до складу ізотонічного розчину і кровозамінників, а також застосовується як допоміжний засіб при виготовленні різних лікарських препаратів. Натрій гідрокарбонат NаНСО3 застосовують при підвищеній кислотності шлункового соку. Натрій саліцилат використовують при лікуванні ревматизму. 10%-й розчин аміаку у воді називають нашатирним спиртом і використовують при виведені хворого із стану запаморочення.

***ЛАБОРАТОРНА РОБОТА***

Обладнання та реактиви: центрифуга, баня водяна, термометр лабораторний, фільтри паперові, набір пробірок скляних хімічних, піпетки, градуйовані на 10 мл, склянки скляні лабораторні з носиком на 100 і 250 мл, лійки скляні, лакмусовий папір; необхідні реактиви.

**Характерні реакції катіонів К+**

**Реактив Na3[Co(NO2)6] – Натрій гексанітрокобальтат (III).**

Катіони Калію з Натрій гексанітрокобальтатом (III) Na3[Co(NO2)6] утворюють жовтий осад комплексної солі K2Na[Co(NO2)6].

Напишіть рівняння реакції в молекулярному та скороченому іонному вигляді:

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

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

***Дослід 1***. До краплі розчину солі Калію (KCl або KNO3) приливають 1-2 краплі розчину Натрій гексанітрокобальтату (III). Цю реакцію проводять в слабкокислому або нейтральному середовищі, тому що луги розкладають реактив з виділенням бурого осаду Co(OH)3, а мінеральні кислоти розчиняють осад комплексної солі. Цій реакції заважають катіони NH4+, які утворюють з Натрій гексанітрокобальтатом (III) осад білого кольору (NH4)2Na[Co(NO2)6].

**Реактив NaHC4H4O6 – Натрій гідротартрат (натрій виннокислий).**

Катіони Калію з Натрій гідротартратом NaHC4H4O6 утворюють білий кристалічний осад KHC4H4O6.

Напишіть рівняння реакції в молекулярному та скороченому іонному вигляді:

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

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

***Дослід 2***. В пробірку поміщають 4-5 крапель розчину солі Калію і добавляють стільки ж крапель розчину Натрію гідротартрату, перемішують скляною паличкою (потерти паличкою стінки пробірки).

Цю реакцію необхідно проводити тільки в нейтральному середовищі, адже осад розчиняється в кислотах і лугах. Реакція малочутлива, її слід проводити при надлишку реактиву, охолодженні, перемішуванні розчину. Цій реакції заважають катіони NH4+, бо утворюють осад NH4HC4H4O6.

**Характерні реакції катіонів Na+**

**Реактив K[Sb(OH)6] – Калій гексагідроксоантимонат (V).**

Катіони Na+ з Калій гексагідроксоантимонатом (V) K[Sb(OH)6] утворюють білий кристалічний осад Na[Sb(OH)6].

Напишіть рівняння реакції в молекулярному та скороченому іонному вигляді:

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

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

***Дослід 3***. До 2-3 крапель розчину солі натрію (NaCl) добавляють рівний об'єм реактиву (потерти скляною паличкою стінки пробірки).

Цю реакцію проводять в нейтральному середовищі, тому що в кислому середовищі реактив розкладається з виділенням білого аморфного осаду метасурмяної кислоти HSbO3, що заважає даній реакції:

H2O

[Sb(OH)6]¯ + H+ → 2 H2O + H3SbO4

HSbO3↓

Реакція малочутлива, тому її проводять з надлишком реактиву, при охолодженні та перемішуванні.

У лужному середовищі осад розчиняється:

Na[Sb(OH)6] + 2NaOH = Na3SbO4 + 4H2O

**Характерні реакції катіонів NH4+**

**Реактив – гідроксиди лужних металів КОН (NaOH).**

Луги розкладають солі амонію з виділенням газоподібного амоніаку.

Напишіть рівняння реакції в молекулярному та скороченому іонному вигляді:

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

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

***Дослід 4.*** На скло помістіть 2-3 каплі розчину солі Амонію і 3-4 каплі розчину лугу і злегка нагрійте. Зверніть увагу на запах газу, що виділяється. Виявити амоніак можна вологим червоним лакмусовим папірцем у газовій камері. Вологий індикаторний папірець треба тримати так, щоб він не прилягав до стінок пробірки і рідини. В якості індикатора застосовують фенолфталеїновий або універсальний папірець, який змінює забарвлення в присутності катіонa NH4 +.При відсутності газової камери цю реакцію можна проводити у звичайній пробірці. Цю реакцію необхідно проводити при рН > 9.

**Реактив Несслера – K2[HgI4], КОН.**

Реактив Несслера з катіонами Амонію утворює осад червоно-бурого кольору або жовте забарвлення (при малих кількостях іонів NH4+). При виконанні досліду необхідно брати надлишок реактиву Несслера, адже осад розчинний в солях Амонію. Реакція дуже чутлива.

Напишіть рівняння реакції в молекулярному та скороченому іонному вигляді:

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

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

NH4Cl + 2K2[HgI4] + 4KOH = [Hg2ONH2]I↓ + KCl + 7KI + 3H2O

***Дослід 5***. У пробірку поміщають 1 краплю розчину NH4Cl, 5 крапель води і добавляють 2-3 краплі реактиву Несслера.

Катіони К+ і Na+ не мішають відкриттю NH4+ цією реакцією. В присутності катіонів лужних груп відкривати NH4+ цим реактивом не можна, бо всі вони утворюють з лугом, який знаходиться в ньому, осади гідроксидів.

Слід осадити лугом гідроксиди, що погано розчиняються, відібрати осад, а потім відкривати катіони NH4+ реактивом Несслера.

**Хід аналізу катіонів I групи**

В окремій пробі досліджуваного розчину відкривають іони NH4+ реактивом Несслера. Якщо іони NH4+ виявлені, то їх необхідно видалити з досліджуваного розчину, тому що вони заважають відкриттю катіонів К+ та Na+.

Для цього досліджуваний розчин (15-20 крапель) випарюють у фарфоровій чашці або тиглі насухо і сухий залишок прожарюють до повного видалення іонів NH4+. Пробу на повноту видалення іонів NH4+ роблять декілька разів, по мірі його видалення, для цього, кристалик прожареного осаду розчиняють в 1-2 краплях води і добавляють реактив Несслера.

Коли іони NH4+ видалені з осаду повністю, весь прожарений осад розчиняють у 1-2 мл води, фільтрують і в окремих порціях отриманого розчину відкривають катіони К+ за допомогою розчину Натрій гексанітрокобальтату (III), а катіони Na+ відкривають калій гексагідроксоантимонатом (V).

***ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ***

1. При додаванні реактиву Na3[Co(NO2)6] до досліджуваного розчину (у нейтральному середовищі) утворюється жовтий осад. Це свідчить про наявність катіонів:

а) Ca2+;

б) Na+;

в) Hg2+;

г) K+;

д) Fe2+.

2. Білий кристалічний осад утворюється при додаванні до досліджуваного розчину, який містить катіони Na+, реактиву:

а) K[Sb(OH)6];

б) 25% NH4OH;

в) Na3[Co(NO2)6];

г) 2 н H2SO4;

д) K4[Fe(CN)6].

3. При додаванні реактиву Натрій гідроксиду до досліджуваного розчину (при нагріванні) виділяється газ з різким неприємним запахом, який викликає посиніння лакмусового папірця, змоченого водою. Це свідчить про наявність катіонів:

а) Hg2+;

б) K+;

в) Pb2+;

г) NH4+;

д) Fe3+.

4. У результаті додавання реактиву Na3[Co(NO2)6] до досліджуваного розчину, який містить катіони K+, утворюється:

а) білий аморфний осад;

б) червоний крупнодисперсний осад;

в) білий кристалічний осад;

г) розчин зеленого кольору;

д) жовтий кристалічний осад.

5. При взаємодії катіонів K+ з реактивом Натрій гідрогентартратом утворюється білий кристалічний осад. Указати середовище в якому необхідно проводити реакцію:

а) нейтральне;

б) лужне;

в) слабкокисле;

г) кисле;

д) слабколужне.

6. Для виявлення катіонів NH4+ використовують реактив Несслера. Хімічній формулі реактиву Несслера відповідає:

а) K2[HgJ4];

б) K2[HgCl4];

в) [Hg(NH3)2Cl2];

г) [Hg(NH3)4](NO3)2;

д) K2[Hg(CN)4].

7. Указати, які катіони заважають відкриттю катіонів Na+ та K+ при сумісній присутності:

а) NH4+;

б) Ca2+;

в) Al3+;

г) Hg2+;

д) Mn2+.

8. До І аналітичної групи катіонів відносять Na+, K+, NH4+. Указати груповий реагент:

а) 25% розчин NH3;

б) 2 н розчин HCl;

в) групового реагенту немає;

г) 0,5 н розчин H2SO4;

д) 6 М розчин NaOH.

9. Указати реактив для проведення специфічної реакції на катіони NH4+:

а) натрій-плюмбум гексанітрокупрат (ІІ);

б) калій гексагідроксостибат (V);

в) калій тетрайодомеркурат (ІІ);

г) натрій гідрогентартрат;

д) натрій гексанітрокобальтат (ІІІ).

10. Указати аналітичний ефект реакції при взаємодії катіонів K+ з тартратною кислотою:

а) утворення жовтого аморфного осаду;

б) утворення білого сирнистого осаду;

в) утворення жовтого кристалічного осаду;

г) утворення білого кристалічного осаду;

д) поява жовтого забарвлення розчину.

**Таблиця 1 - Кислотно-лужна класифікація катіонів**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **кислотні** | | **лужні** | | |
| **І** | **ІІ** | **ІІІ** | **ІV** | **V** | **VI** |
| ***K+, Na+, NH4+*** | ***Ag+, Pb2+, Hg22+*** | ***Ba2+, Sr2+, Ca2+, (Pb2+)*** | ***Al3+, Cr3+, Zn2+, Sn2+, Sn4+, As3+, As5+, (Sb3+)*** | ***Sb3+, Sb5+, Fe2+, Fe3+, Mn2+, Mg2+, Bi3+*** | ***Hg2+, Cu2+, Cd2+, Co2+, Ni2+*** |
| Характеристика групи | Хлориди, сульфати, гідроксиди, розчинні у воді | Хлориди нерозчинні у воді і в розведених кислотах | Сульфати не розчинні у воді і в кислотах | Гідроксиди амфотерні, розчинні в надлишку лугу | Гідроксиди не розчинні в надлишку лугу | Гідроксиди утворюють розчинні аміакати |
| **Груповий реагент** | **Немає** | **2н розчин HCl** | **2н розчин H2SO4** | **Надлишок  4н розчину NaOH або KOH** | **Надлишок 25% розчину NаOH** | **Надлишок 25 % розчину NH4OH** |
| Характер  одержаних сполук | Розчин  K+, Na+, NH4+ | Осад  AgCl  PbCl2  Hg2Cl2 | Осад  BaSO4  SrSO4  CaSO4  (PbSO4) | Розчин  AlO2-  CrO2-  ZnO22-  SnO32-  AsO33-  (SbO33-) | Осад  Fe(OH)2  Fe(OH)3  Mn(OH)2  Mg(OH)2  Bi(OH)3  HSbO3  HsbO2 | Розчин  [Cu(NH3)4]  [Hg(NH3)4]  [Cd(NH3)4]  [Co(NH3)6]  [Ni(NH3)6] |