

**ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ**

ФАКУЛЬТЕТ ХІМІЇ, ЕКОЛОГІЇ ТА ФАРМАЦІЇ

Кафедра хімії та технологій

С. І. КОРОЛЬЧУК, Т. І. САВЧУК, Ж. О. КОРМОШ

АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ. ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ

Методичні вказівки до лабораторних робіт

Луцьк – 2022

УДК 543.061:543.066: 543.021:543.24

Рекомендовано до друку науково-методичною радою
Волинського національного університету імені Лесі Українки
(протокол № 3 від 16 листопада 2022 року)

Рецензенти: Лавринюк З.В. – кандидат хімічних наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища ВНУ імені Лесі Українки.

Шемет В.Я. – кандидат технічних наук, доцент кафедри матеріалознавства ЛНТУ.

КОРОЛЬЧУК С. І., САВЧУК Т. І., КОРМОШ Ж. О.

Аналітична хімія. Якісні реакції / Корольчук Світлана Іванівна, Савчук Тетяна Іванівна, Кормош Жолт Олександрович - Луцьк : ПП Іванюк В.П., 2022 – 34 с.

Методичні вказівки до лабораторних робіт „ Аналітична хімія. Якісні реакції ” містять найважливіші якісні реакції на йони.

Рекомендовано студентам факультету хімії, екології та фармації спеціальності 226 Фармація, промислова фармація.

УДК 543.061:543.066: 543.021:543.24

Вступ.....	4
Кисотно-основна класифікація катіонів на групи.....	5
Найважливіші реакції виявлення на I групу катіонів.....	6
Найважливіші реакції виявлення на II групу катіонів.....	8
Найважливіші реакції виявлення на III групу катіонів.....	11
Найважливіші реакції виявлення на IV групу катіонів.....	14
Найважливіші реакції виявлення на V групу катіонів.....	16
Найважливіші реакції виявлення на VI групу катіонів.....	20
Найважливіші реакції виявлення на I групу аніонів.....	23
Найважливіші реакції виявлення на II групу аніонів.....	28
Найважливіші реакції виявлення на III групу аніонів.....	33

Навчальна дисципліна “Аналітична хімія” є фундаментальною хімічною дисципліною, яка вивчається студентами вищих навчальних закладів фармацевтичного профілю України і є складовою частиною державного стандарту освіти.

Дисципліна спрямована на вивчення теоретичних основ аналітичної хімії та оволодіння сучасними інструментальними методами аналізу, які характеризуються високою швидкістю виконання та чутливістю. Знання, які отримують студенти у процесі вивчення аналітичної хімії, є теоретичною та практичною базою для вивчення профільних дисциплін на старших курсах.

Метою викладання навчальної дисципліни є формування уявлень про теоретичні основи аналітичної хімії, основи метрології, пробовідбору, які безпосередньо використовуються для методик визначень речовин інструментальними методами хімічного аналізу.

Завдання навчальної дисципліни: засвоїти теоретичні основи аналітичної хімії; засвоїти якісні реакції виявлення катіонів та аніонів; засвоїти принцип та методи титриметричного аналізу; засвоїти принцип гравіметричного аналізу; засвоїти принцип оптичних методів аналізу; засвоїти принцип електрохімічних методів аналізу; засвоїти принцип хроматографічних методів аналізу.

Кислотно-основна класифікація катіонів на групи

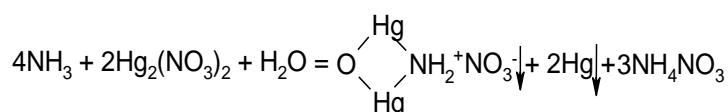
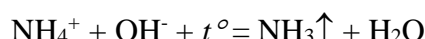
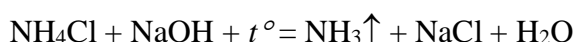
Номер групи	Катіони	Груповий реагент	Продукти реакції, їх властивості
I	Li^+ , Na^+ , K^+ , NH_4^+	Відсутній	Відсутні
II	Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+}	HCl	Осади (AgCl , PbCl_2 , Hg_2Cl_2) не розчиняються в розведених кислотах
III	Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , (Pb^{2+})	H_2SO_4	Осади (CaSO_4 , SrSO_4 , BaSO_4) не розчиняються в кислотах, лугах, розчині амоніаку
IV	Zn^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} , As^{3+}	NaOH (надлишок)	В надлишку лугу осади гідроксидів розчиняються з утворенням іонів $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$, $[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$, $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$, SnO_2^{2-} , SnO_3^{2-} , AsO_3^{3-} , AsO_4^{3-}
V	Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Bi^{3+} , Sb^{3+}	NaOH	Осади ($\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Mn}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Bi}(\text{OH})_3$, $\text{Sb}(\text{OH})_3$) не розчиняються в надлишку лугу та амоніаку
VI	Ni^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+}	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (надлишок)	В надлишку амоніаку осади гідроксидів розчиняються з утворенням іонів $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Hg}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

Найважливіші реакції виявлення на I групу катіонів

Реакції йонів NH_4^+

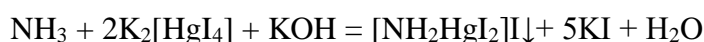
NaOH (KOH) – натрій чи калій гідроксид.

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі амонію (NH_4Cl), додають 5–6 крапель розчину їдкою натру. Над пробіркою зверху тримають змочений водою лакмусовий папірець або змочену розчином димеркурій динітрату смужку фільтрувального паперу і нагрівають пробірку. Спостерігають посиніння лакмусового папірця або почорніння фільтрувального паперу.



$\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ з KOH – дикалій тетраіодомеркурат (реактив Неслера).

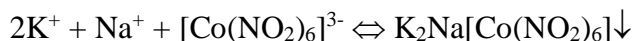
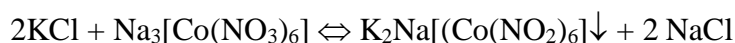
У пробірку поміщають 1–3 краплі розчину солі амонію (NH_4Cl), додають 2–3 краплі реактиву Неслера. Фіксують появу червоно-бурого осаду $[\text{NH}_2\text{HgI}_2]\text{I}$. Реакцію можна проводити на фільтрувальному папері.



Реакції йонів K^+

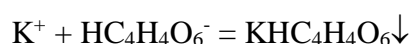
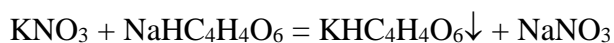
$\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ – натрій гексанітрокобальтат (III).

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі калію (KCl), додають кілька крапель розчину $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$. Спостерігають утворення кристалічного осаду жовтого кольору. Вивчають розчинність осаду в кислотах (HCl , CH_3COOH) та лузі (NaOH), роблять висновки щодо умов проведення реакції. Реакцію можна провести і мікрокристалоскопічним способом.



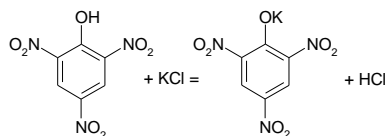
$\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ – натрій гідрогентартрат.

У пробірку поміщають 4–6 крапель розчину солі калію (KCl), додають таку ж кількість розчину $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$. Пробірку охолоджують, потирають внутрішні стінки скляною паличкою і спостерігають утворення білого кристалічного осаду. Вивчають розчинність осаду в кислотах (HCl , CH_3COOH) та лузі (NaOH), роблять висновки щодо умов проведення реакції. Реакцію можна провести і мікрокристалоскопічним способом.



$C_6H_2(NO_2)_3(OH)$ – пікринова кислота.

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі калію (KCl), додають кілька крапель розчину пікринової кислоти. Спостерігають утворення голчатих кристалів жовтого кольору.



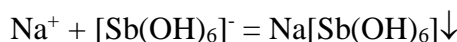
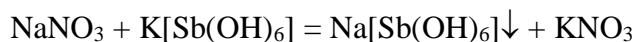
Забарвлення полум'я.

Кілька кристалів солі калію вносять в аналітичну частину полум'я спиртівки і фіксують зміну кольору (появу синього відтінку).

Реакції йонів Na^+

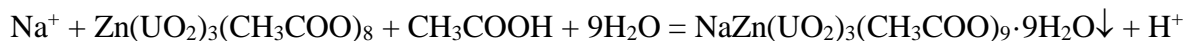
$\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ – калій гексагідроксистибат (V).

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі натрію (NaNO_3) і 2–3 краплі розчину $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$. Для прискорення реакції суміш охолоджують (можна під струменем води) і потирають внутрішні стінки пробірки скляною паличкою. Спостерігають випадання білого дрібнокристалічного (не аморфного!) осаду $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$.



$\text{Zn}(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_8$ – цинк триураніл октаацетат.

На предметне скло помішають 1 краплю розчину солі натрію (NaNO_3) і поряд – 1 краплю розчину $\text{Zn}(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_8$. Обережно змішують краплі скляною паличкою із загостреним кінцем і через 2–3 хвилини розглядають під мікроскопом форму утворених кристалів $\text{NaZn}(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_9 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Можна спостерігати і флуоресценцію кристалів при опроміненні ртутно-кварцовою лампою.



Забарвлення полум'я.

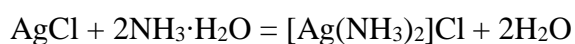
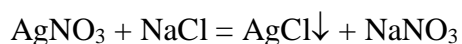
Кілька кристалів солі натрію вносять за допомогою платинової дротини в аналітичну частину полум'я спиртівки і фіксують зміну кольору (появу жовтого відтінку).

Найважливіші реакції виявлення на II групу катіонів

Реакції іонів Ag^+

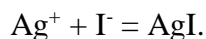
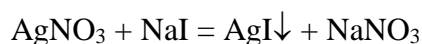
HCl – хлоридна кислота чи розчинні хлориди (NaCl , KCl).

У чотири пробірки поміщають по 3–4 краплі розчину солі AgNO_3 і стільки ж 2 М розчину HCl . Визначають розчинність отриманого осаду AgCl у HCl , HNO_3 і концентрованому розчині $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Одну пробірку з осадом залишають, спостерігаючи розклад осаду під дією світла. Аргентум хлорид у розведених кислотах не розчиняється, зате легко розчиняється в розчинах амоніаку (амонію карбонату, калію ціаніду, натрію тіосульфату) з утворенням комплексних іонів. Якщо до утвореного аміачного розчину влити кислоти, то знов випадає осад аргентум хлориду.



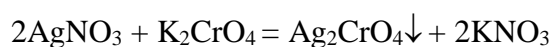
KI або KBr – калій йодид або бромід.

У пробірку поміщають 3–4 краплі розчину солі AgNO_3 і 2–3 краплі розчину KI або KBr . Спостерігають випадання жовтого осаду AgI або блідо-жовтого AgBr .



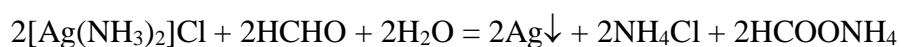
K_2CrO_4 або $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ – дикалій хромат або дикалій дихромат.

У пробірку поміщають 3–4 краплі розчину солі AgNO_3 і 2–3 краплі розчину K_2CrO_4 або $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Спостерігають утворення відповідно цеглисто-червоного осаду Ag_2CrO_4 або темно-червоного $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.



HCOH – формальдегід (аміачний розчин).

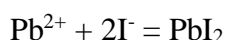
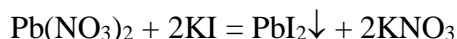
У пробірку поміщають 3–4 краплі розчину солі AgNO_3 , і додають водний розчин амоніаку до розчинення утвореного осаду. До отриманої суміші додають 2–3 краплі розчину формальдегіду і підігрівають на водяній бані. Спостерігають утворення металевого срібла на стінках пробірки.



Реакції іонів Pb²⁺

KI – калій йодид.

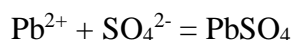
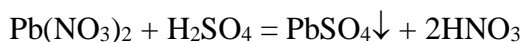
У пробірку поміщають 3–4 краплі розчину солі плюмбуму, додають стільки ж крапель 2 М розчину KI. Спостерігають утворення жовтого осаду PbI₂. Одержаний осад ділять на дві частини. До однієї частини доливають невелику кількість води, 2 М розчину ацетатної кислоти і нагрівають до повного розчинення осаду. Безбарвний гарячий розчин PbI₂ різко охолоджують в струмені водопровідної води. При цьому виділяється осад PbI₂ вигляді блискучих золотисто-жовтих кристалів. Ця реакція відома під назвою “золотого дощу”:



До другої частини осаду PbI₂ додають надлишок KI. Осад PbI₂ розчиняється, утворюючи розчинну комплексну сполуку.

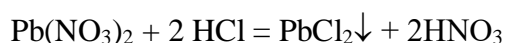
H₂SO₄ – сульфатна кислота та розчинні сульфати лужних металів.

У пробірку поміщають 3–4 краплі розчину солі плюмбуму, додають стільки ж крапель 2 М розчину H₂SO₄. Спостерігають утворення осаду PbSO₄, який не розчиняється в розведеній H₂SO₄ та HCl.



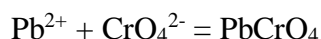
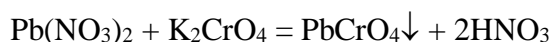
HCl – хлоридна кислота та розчинні хлориди (NaCl, KCl)..

У пробірку поміщають 3–4 краплі розчину солі плюмбуму, додають стільки ж крапель 2 М розчину NaCl. Спостерігають утворення білого осаду PbCl₂, який погано розчиняється в холодній воді і добре – в гарячій.



K₂CrO₄ – дикалій хромат.

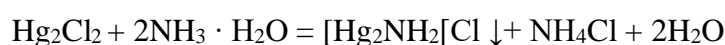
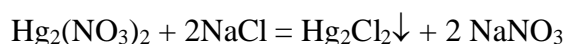
У пробірку поміщають 5–6 крапель розчину солі плюмбуму, додають стільки ж крапель розчину K₂CrO₄. Спостерігають утворення жовтого осаду PbCrO₄, який добре розчиняється в їдких лугах (з утворенням плюмбітів), погано – в розведеній нітратній кислоті. Виявленню іонів Pb²⁺ заважають іони Ba²⁺, Sr²⁺, Ag⁺, Hg²⁺.



Реакції іонів Hg_2^{2+} .

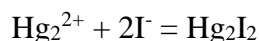
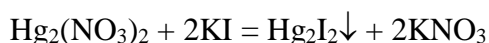
Хлоридна кислота чи розчинні хлориди (NaCl , KCl).

У чотири пробірки поміщають по 3–4 краплі розчину солі $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ і стільки ж розчину 2 М HCl . Визначають розчинність отриманого осаду Hg_2Cl_2 у HCl , HNO_3 і концентрованому розчині $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Одну пробірку з осадом залишають, спостерігаючи розклад осаду під дією світла. Меркурію хлорид у розведених кислотах не розчиняється, зате специфічно розчиняється в розчинах амоніаку з утворенням осаду димеркурій амід хлориду, який розкладається на малорозчинний меркурій амід хлорид білого кольору і металеву ртуть чорного кольору. Цю властивість використовують для дробного відкриття іонів $[\text{Hg}_2]^{2+}$.



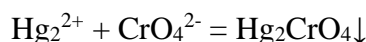
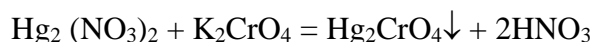
KI – калій йодид.

У пробірку поміщають 3–4 краплі розчину солі меркурію (I), додають одну краплю 2 М розчину KI . Спостерігають утворення зеленого осаду Hg_2I_2 , який розчиняється в надлишку KI з утворенням розчинної комплексної сполуки $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ та виділенням осаду Hg .



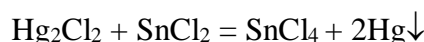
K_2CrO_4 – дикалій хромат.

У пробірку поміщають 3–4 краплі розчину солі меркурію (I), додають 1–2 краплі розчину K_2CrO_4 . Спостерігають утворення осаду Hg_2CrO_4 . Виявленню іонів Hg_2^{2+} заважають іони Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ag^+ .



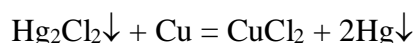
SnCl_2 – станум (II) хлорид.

У пробірку поміщають 2–3 краплі розчину солі меркурію (I), додають 3–4 краплі розчину SnCl_2 . Спостерігають утворення осаду Hg_2Cl_2 , який швидко змінює свій колір внаслідок утворення металевої ртуті. Реакції заважають іони Hg_2^{2+} .



Металева мідь.

На мідну пластинку наносять 1–2 краплі розчину солі меркурію (I) і краплю розчину HNO_3 . Через 2–3 хвилини пластинку протирають фільтрувальним папером і фіксують колір плями на мідній пластинці. (Дослід виконується у витяжній шафі!).

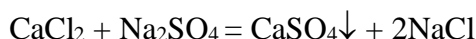


Найважливіші реакції виявлення на III групу катіонів

Реакції іонів Ca^{2+}

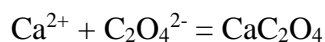
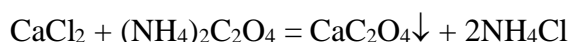
H_2SO_4 – сульфатна кислота чи розчинні сульфати (Na_2SO_4).

У дві пробірки поміщають 3–4 краплі розчину солі кальцію. В першу пробірку додають 2–3 краплі 2 М розчину Na_2SO_4 ; у другу пробірку спочатку додають 3–4 краплі розчину $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, а потім його надлишок. Спостерігають утворення осаду CaSO_4 , який розчиняється в надлишку $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Реакцію можна провести мікрокристалоскопічним способом, спостерігаючи під мікроскопом утворення кристалів гіпсу $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, які мають форму голок.



$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ – діамоній оксалат.

У пробірку поміщають 3–4 краплі розчину солі CaCl_2 , додають стільки ж крапель розчину $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$. Спостерігають утворення білого кристалічного осаду кальцій оксалату.



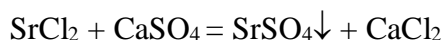
Забарвлення полум'я.

Кілька кристалів солі кальцію вносять за допомогою платинової дротини в аналітичну частину полум'я спиртівки і фіксують зміну кольору (поява цегляно-червоного кольору).

Реакції іонів Sr^{2+}

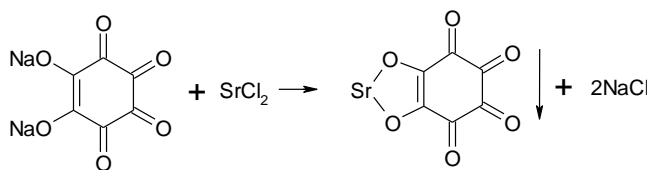
CaSO_4 – кальцій сульфат.

До 4–5 крапель розчину солі стронцію додають стільки ж насиченого розчину CaSO_4 . Спостерігають утворення білого кристалічного осаду, який розчиняється в надлишку $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.



$\text{C}_6\text{O}_6\text{Na}_2$ – натрій родизонат.

На фільтрувальний папір наносять 1 краплю солі стронцію й краплю розчину натрій родизонату. Появляється червоно-буре забарвлення стронцій родизонату, яке зникає при додаванні 1 краплі 2 М розчину HCl .



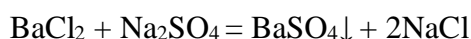
Забарвлення полум'я.

Кілька кристалів солі стронцію вносять за допомогою платинової дротини в аналітичну частину полум'я спиртівки і фіксують зміну кольору (поява карміново-червоного кольору).

Реакції йонів Ba²⁺

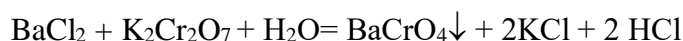
H₂SO₄ – сульфатна кислота чи розчинні сульфати.

До 4–5 крапель розчину солі барію додають 1 краплю розчину KMnO₄, 4-5 крапель розчину Na₂SO₄ і прибавляють H₂O₂ і HCl до знебарвлення розчину над осадом. Фіксують зміну кольору та характер осаду.



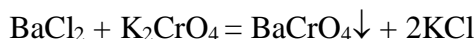
K₂Cr₂O₇ – дикалій дихромат.

До 4–5 крапель розчину солі барію додають 3–4 краплі розчину CH₃COONa і 3–4 краплі розчину K₂Cr₂O₇. Спостерігають утворення жовтого осаду барій хромату, нерозчинного в ацетатній кислоті.



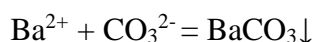
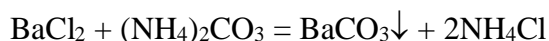
K₂CrO₄ – дикалій хромат.

До 4–5 крапель розчину солі барію додають 3–4 краплі розчину CH₃COONa і 3–4 краплі розчину K₂CrO₄. Спостерігають утворення жовтого осаду хромату барію.



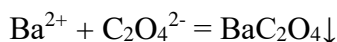
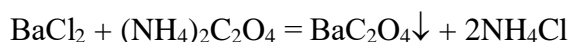
(NH₄)₂CO₃ – амоній (натрій) карбонат.

До 4–5 крапель розчину солі барію додають 3–4 краплі розчину (NH₄)₂CO₃. З нейтральних або лужних розчинів солей Барію випадає білий аморфний осад барій карбонату, розчинний у мінеральних кислотах (крім H₂SO₄) і ацетатній кислоті.



(NH₄)₂C₂O₄ – диамоній оксалат.

До 4–5 крапель розчину солі барію додають 3–4 краплі розчину (NH₄)₂C₂O₄. Спостерігають випадання білого аморфного осаду барію оксалату, який добре розчиняється в HCl і HNO₃, а при кип'ятінні – в ацетатній.



Забарвлення полум'я.

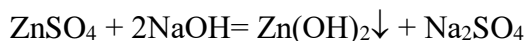
Кілька кристалів солі барію вносять за допомогою платинової дротини в аналітичну частину полум'я спиртівки. Леткі солі барію забарвлюють безбарвне полум'я в жовто-зелений колір.

Найважливіші реакції виявлення на VI групу катіонів

Реакції йонів Zn^{2+}

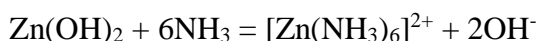
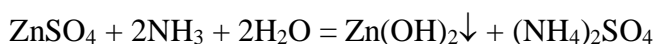
NaOH, KOH – натрій чи калій гідроксиди.

У пробірку поміщають 4–5 краплі розчину солі цинку, додають 5–6 крапель розчину натрій гідроксиду. Спостерігають утворення білого осаду цинк гідроксиду, який має амфотерні властивості і тому розчиняється в кислотах і лугах.



$NH_3 \cdot H_2O$ – розчин амоніаку.

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі цинку, додають 5–6 крапель розчину $NH_3 \cdot H_2O$. Спостерігають утворення білого осаду цинк гідроксиду, який розчиняється в надлишку амоніаку з утворенням комплексної сполуки.



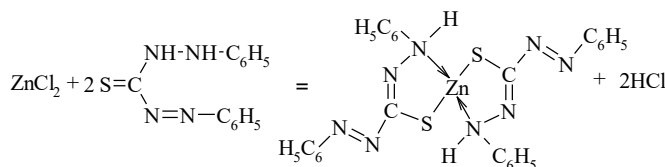
$K_4[Fe(CN)_6]$ – калій гексаціаноферат (II).

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі цинку, додають стільки ж крапель розчину $K_4[Fe(CN)_6]$. Спостерігають утворення білого осаду $K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$, який не розчиняється в кислотах, а розчиняється в лугах з утворенням цинкату.



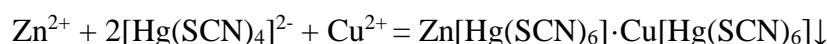
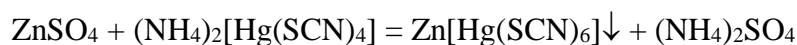
Дитизон (дифенілтіокарбазон).

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі цинку, додають суміш рівних об'ємів розчину ацетатної кислоти й розчину натрій ацетату і 2–4 мл розчиненого в $CHCl_3$ дитизону. Спостерігають утворення комплексної сполуки червоного кольору, яка добре розчиняється в хлороформі, бензені та інших органічних розчинниках.



$(NH_4)_2[Hg(SCN)_4]$ – амоній тетрамеркурат (II).

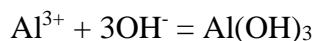
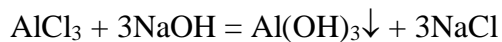
У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі цинку, додають 2–3 краплі розчину солі $(NH_4)_2[Hg(SCN)_4]$ і спостерігають утворення білого осаду. Реакції заважають іони Co^{2+} та Cu^{2+} . У присутності Cu^{2+} в кислому середовищі утворюється осад оливково-зеленого кольору, а присутності Co^{2+} – темно-синього.



Реакції іонів Al^{3+}

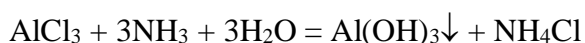
NaOH, KOH – натрій чи калій гідроксиди.

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі алюмінію, додають 5–6 крапель розчину натрій гідроксиду. Спостерігають утворення білого осаду алюміній гідроксиду, який має амфотерні властивості і тому розчиняється в кислотах і лугах.



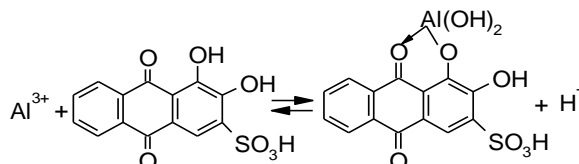
$NH_3 \cdot H_2O$ – розчин амоніаку.

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі алюмінію, додають 5–6 крапель розчину $NH_3 \cdot H_2O$. Спостерігають утворення білого осаду алюміній гідроксиду.



Алізариновий червоний S.

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі алюмінію, додають розчин натрій гідроксид до сильно лужної реакції. Якщо випадає осад, його відокремлюють і до прозорого розчину додають 1–2 краплі розчину Алізарину S. Спочатку з'являється фіолетове забарвлення, потім додають краплями розчин ацетатної кислоти до зникнення фіолетового забарвлення. У присутності іонів алюмінію розчин забарвлюється в червоний колір.



Алюмініон.

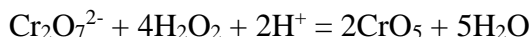
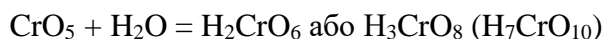
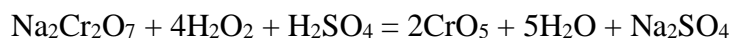
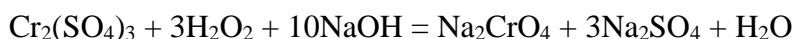
У пробірку поміщають 3–4 крапель розчину солі алюмінію, додають 2–3 краплі розчину ацетатної кислоти і 3–5 крапель розчину Алюмініону. Нагрівають суміш на водяній бані, перемішують, додають розчин амоніаку до лужної реакції (проба на лакмус) і 2–3 краплі амоній карбонату. У присутності іонів алюмінію, залежно від концентрації, розчин забарвлюється в червоний колір або випадає червоний осад.

Реакції іонів Cr^{3+}

H_2O_2 – окислення гідроген пероксидом.

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі хрому, додають розчин лугу (до розчинення осаду $Cr(OH)_3$), 5–7 крапель 3%-го розчину H_2O_2 . Отриману суміш нагрівають і спостерігають утворення CrO_4^{2-} жовтого кольору. Вміст пробірки охолоджують і додають розведену H_2SO_4 до переходу жовтого забарвлення в оранжеве. У другій пробірці готують суміш із рівних невеликих об'ємів розведеного розчину H_2SO_4 , органічного розчинника (амілового спирту) і 3%-го розчину H_2O_2 . До отриманої суміші приливають розчин

оранжевого кольору з першої пробірки і після енергійного струшування спостерігають синє забарвлення органічного шару, зумовлене утворенням надхромової кислоти.



KMnO₄ – калій перманганат.

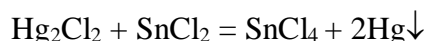
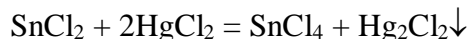
У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі хрому, додають 3–4 краплі 2 М розчину H₂SO₄, 3–4 краплі розчину калій перманганату, суміш нагрівають. Спостерігають зміну кольорів.



Реакції йонів Sn²⁺

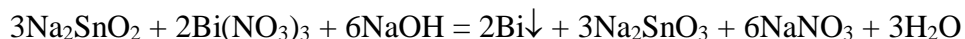
HgCl₂ – ртуть (II) хлорид.

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі стануму (II), додають 1–2 краплі розчину HgCl₂. Спостерігають випадання чорного осаду Hg.



Bi(NO₃)₃ – бісмут (III) нітрат.

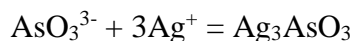
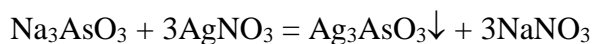
У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі стануму (II), приливають надлишок NaOH і додають 1–2 краплі розчину Bi(NO₃)₃. Спостерігають випадання чорного осаду Bi.



Реакції йонів As³⁺

AgNO₃ – срібло нітрат.

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі Na₃AsO₃, додають 2–3 краплі розчину AgNO₃. Спостерігають випадання осаду Ag₃AsO₃.



Найважливіші реакції виявлення на V групу катіонів

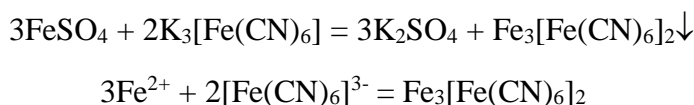
Реакції іонів Fe²⁺

o-Фенантролін.

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 червона пляма.

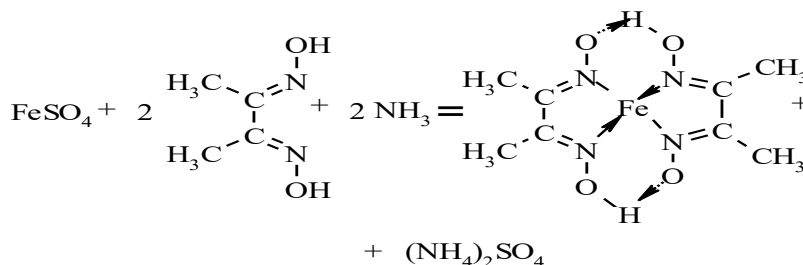
K₃[Fe(CN)₆] – калій гексаціаноферат (III).

У пробірку поміщають 4–5 крапель 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”.



Диметилгліоксим (реактив Чугаєва).

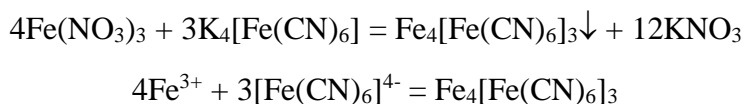
На смужку фільтрувального паперу поміщають краплю солі феруму (II), додають краплю розчину диметилгліоксиму і краплю розчину амоній гідроксиду. У присутності Fe²⁺ з'являється цегляно-червона пляма.



Реакції іонів Fe³⁺

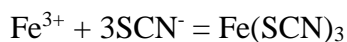
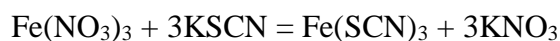
K₄[Fe(CN)₆] – калію гексаціаноферат (II).

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі феруму (III), додають стільки ж дистильованої води, 5–6 крапель розчину HCl і 3–4 краплі розчину K₄[Fe(CN)₆]. Спостерігають утворення синього кольору осаду “берлінської блакиті”.



KSCN або NH₄SCN – калій або амоній тіоціанат.

На смужку фільтрувального паперу поміщають краплю солі феруму (III), краплю розведеного розчину HCl і 2–3 краплі розчину калій або амоній тіоціанату. У присутності Fe³⁺ з'являється червона пляма.



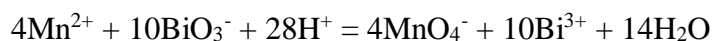
Реакції іонів Mn^{2+}

H_2O_2 – окислення гідроген пероксидом.

У пробірку поміщають 1–2 крапель розчину солі мангану (II), додають 4–5 крапель розчину HNO_3 , 5–7 крапель 3%-го розчину H_2O_2 і нагрівають до кипіння. Спостерігають утворення осаду манганатної (IV) кислоти.

NaBiO_3 – окислення натрій бісмутатом.

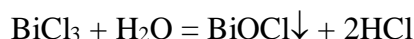
У пробірку поміщають 1–2 краплі розчину солі мангану, додають 4–5 крапель розчину HNO_3 , перемішують і присипають невелику кількість NaBiO_3 . Спостерігають появу рожевого відтінку характерного для перманганат-іона.



Реакції іонів Bi^{3+}

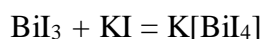
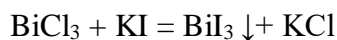
H_2O (гідроліз солей бісмуту (III)).

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

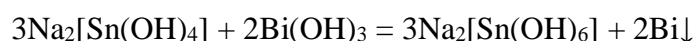
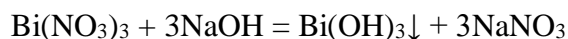
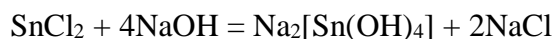


KI – калій йодид.

На смужку фільтрувального паперу поміщають краплю солі Бісмуту, додають краплю розчину KI і спостерігають утворення чорної зони, що відповідає сполуці BiI_3 , а також жовтого кільця (комплекс $\text{K}[\text{BiI}_4]$).



SnCl_2 – відновлення станум (II) хлоридом.



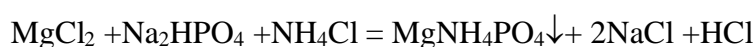
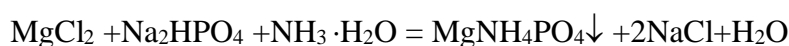
У пробірку поміщають 2–3 краплі свіжоприготовленого розчину станум (II) хлориду, краплями додають міцний розчин натрій гідроксиду, поки осад, що утворився, повністю розчиниться в надлишку луку. До одержаного розчину додають 1–2 краплі

розчину солей вісмуту (III). Спостерігають утворення чорного кольору осаду металічного Бісмуту.

Реакції іонів Mg^{2+}

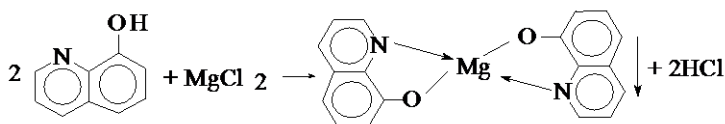
Na_2HPO_4 – динатрій гідрогенфосфат.

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі магнію, додають по 1 краплі розчину амоній хлориду, 2–3 краплі розчину амоній гідроксиду і 4–5 крапель розчину Na_2HPO_4 . Спостерігають утворення кристалічного осаду – магній–амоній фосфату білого кольору.



8-Оксихінолін – C_9H_6NOH .

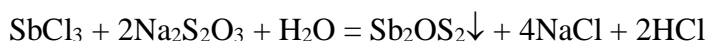
У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі магнію, додають 2 краплі розчину амоній гідроксиду, декілька крапель розчину амоній хлориду (до розчинення осаду $Mg(OH)_2$) і додають 2–3 краплі розчину 8-Оксихіноліну. Спостерігають утворення жовто-зеленого кристалічного осаду комплексної сполуки оксихінолінату магнію, який розчиняється в кислотах.



Реакції іонів $Sb(III)$ і $Sb(V)$

$Na_2S_2O_3$ – динатрій триоксотіосульфат.

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі стибію (III), додають 2–3 краплі розчину $Na_2S_2O_3$. Спостерігають випадання оранжево-червоного осаду Sb_2OS_2 .



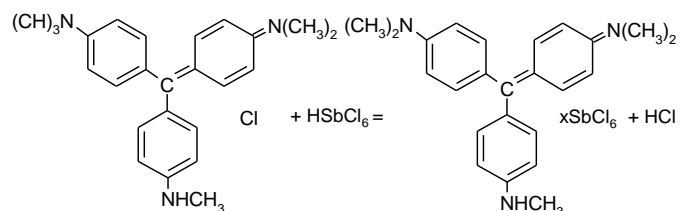
Залізні або алюмінієві ошурки, магній, цинк.

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



Метилловий фіолетовий.

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі стибію (V), додають 2–3 краплі концентрованої HCl, 2–3 краплі 3%-го гідроген пероксиду, перемішують її злегка нагрівають. Краплю цього розчину переносять на фільтрувальний папір, додають краплю метиленового фіолетового. В присутності стибію (V) пляма забарвлюється у фіолетово-синій колір.

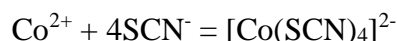


Найважливіші реакції виявлення на VI групу катіонів

Реакції іонів Co^{2+}

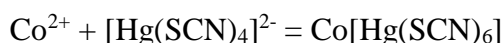
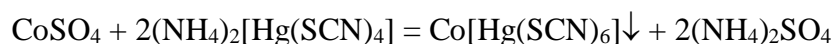
NH_4SCN або KSCN – амоній або калій тіоціанат.

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі кобальту, додають стільки ж насиченого розчину NH_4SCN або KSCN , 1–2 кристалики натрій фториду, суміш амілового спирту й етеру (1:1) об'ємом 0,5 мл, а тоді збовтують. У присутності кобальту неводний шар після відстоювання забарвлюється в синій колір.



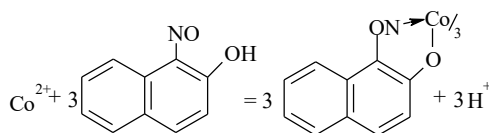
$(\text{NH}_4)_2[\text{Hg}(\text{SCN})_4]$ – діамоній тетратіоціанатомеркурат (II).

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі кобальту, додають одну краплю розчину ZnSO_4 і 2–3 краплі розчину $(\text{NH}_4)_2[\text{Hg}(\text{SCN})_4]$. Спостерігають утворення синього осаду. Реакції заважають іони Cu^{2+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} .



1-Нітрозо-2-гідроксинафталін – реактив Ільїнського .

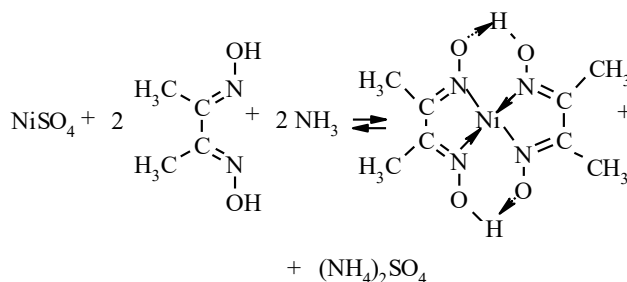
У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі кобальту, додають 3–4 краплі розчину HCl і нагрівають до кипіння, додають свіжоприготовлений насичений розчин 1-Нітрозо-2-гідроксинафталіну і знову нагрівають. У присутності Кобальту, залежно від концентрації, розчин забарвлюється в червоний колір або випадає червоно-бурий осад.



Реакції іонів Ni^{2+}

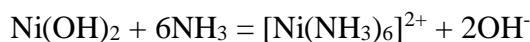
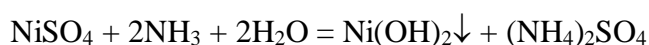
Диметилглюксим – реактив Чугаєва.

На смужку фільтрувального паперу наносять одну краплю розчину солі нікелю, одну краплю розчину Диметилглюксиму і тримають смужку над склянкою з концентрованим розчином аміаку. У присутності нікелю (II), залежно від концентрації, розчин забарвлюється в рожевий колір або випадає червоно-бурий осад.



NH₃·H₂O – розчин амоніаку.

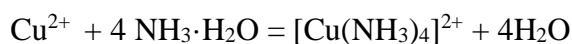
У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі нікелю, додають 3–4 краплі розчину NH₃·H₂O. Спостерігають за випаданням зеленого осаду Ni(OH)₂, який поступово розчиняється в надлишку розчину амоніаку.



Реакції іонів Cu²⁺

NH₃·H₂O – розчин амоніаку.

У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі купруму, додають 3–4 краплі розчину NH₃·H₂O. Спостерігають за випаданням осаду, який поступово розчиняється в надлишку розчину амоніаку з утворенням аміаку купруму інтенсивного синього кольору.



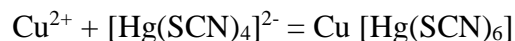
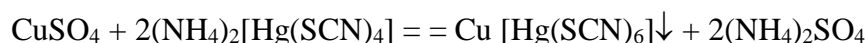
KI – калію йодид.

У пробірку поміщають 1–2 краплі розчину солі купруму, додають 3–4 краплі розчину KI. Спостерігають утворення осаду CuI та виділення вільного йоду, який ідентифікують за допомогою крохмалю (йодо крохмального папірця).



(NH₄)₂[Hg(SCN)₄] – тетіоціанатомеркуріат (II) амонію.

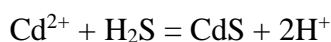
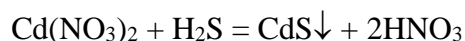
У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі купруму, додають 2–3 краплі розчину (NH₄)₂[Hg(SCN)₄]. Спостерігають утворення “смарагдово-зеленого” осаду. Реакції заважають іони Fe³⁺, Ni²⁺.



Реакції іонів Cd²⁺

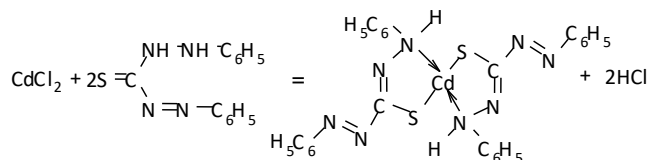
Na₂S – натрію сульфід.

У пробірку поміщають 1–2 краплі розчину солі кадмію, додають 3–4 краплі розчину Na₂S. Спостерігають утворення “канарково-жовтого” осаду сульфід кадмію. Реакції заважають іони Hg²⁺, Bi³⁺, Cu²⁺ та інші.



Дитизон (Дифенілтіокарбазон).

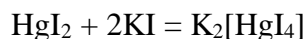
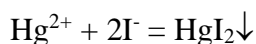
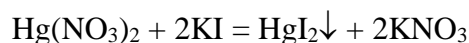
У пробірку поміщають 4–5 крапель розчину солі кадмію, додають суміш рівних об'ємів розчину ацетатної кислоти й розчину натрій ацетату і 2–4 мл розчиненого в CHCl_3 Дитизону. Спостерігають утворення комплексної сполуки червоного кольору, яка добре розчиняється в хлороформі, бензені та інших органічних розчинниках.



Реакції йонів Hg^{2+}

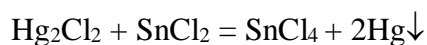
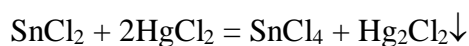
KI – калій йодид.

На смужку фільтрувального паперу наносять одну краплю розчину солі меркурію (II), одну краплю розчину KI. Спостерігають утворення плями червоно-оранжевого кольору. Осад HgI_2 легко розчиняється в надлишку KI з утворенням безбарвного калій (II) тетраїодомеркурату. Лужний розчин цієї солі називається реактивом Неслера.



SnCl_2 – станум (II) хлорид.

У пробірку поміщають 1–2 краплі розчину хлоридної солі меркурію (II), додають 3–4 краплі розчину SnCl_2 (можна всипати суху сіль). Спостерігають утворення білого осаду меркурію (I) хлориду чи виділення чорного осаду металічної ртуті.

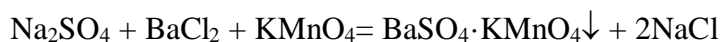


Найважливіші реакції виявлення на I групу аніонів

Реакції йонів SO_4^{2-}

BaCl_2 – барій хлорид (у присутності KMnO_4)

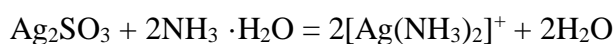
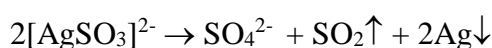
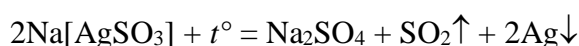
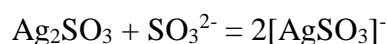
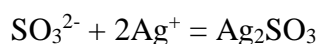
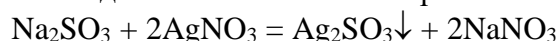
У пробірку вносять 4–5 крапель досліджуваного розчину, додають одну краплю розчину KMnO_4 і кілька крапель розчину BaCl_2 . Після завершення осадження додають гідроген пероксид і хлористоводневу кислоту до знебарвлення розчину над осадом. Фіалковий колір осаду повинен залишитись без змін. Така реакція є високоселективною.



Реакції йонів SO_3^{2-}

AgNO_3 – аргентум нітрат.

У пробірку вносять 4–5 крапель досліджуваного розчину, додають кілька крапель розчину AgNO_3 . Спостерігають утворення білого осаду. Перевіряють його розчинність у мінеральних кислотах, надлишку натрій сульфїту, амонїаку. При кип'ятіння спостерігається розклад солі з виділенням металічного срібла.



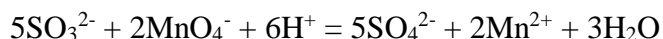
I_2, Br_2 – реакція з йодною чи бромною водою.

У пробірку поміщають 3–4 крапель розчину Na_2SO_3 , 2–3 краплі розведеної сульфатної кислоти і 1–2 краплі розчину йодної чи бромної води. Спостерігають знебарвлення розчину йодної чи бромної води. Реакції заважають інші відновники, наприклад, сульфід- чи нітрит-іони.



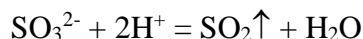
KMnO_4 – калій перманганат.

У пробірку поміщають 3–4 краплі розчину Na_2SO_3 , 2–3 краплі розведеної сульфатної кислоти і 1–2 краплі розчину KMnO_4 . Спостерігають знебарвлення розчину KMnO_4 . Реакції заважають інші відновники.



Реакція з мінеральними кислотами.

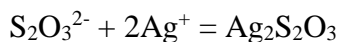
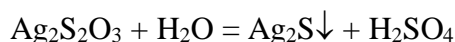
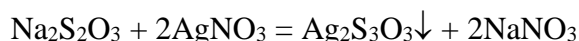
У пробірку, оснащену газовідвідною трубкою, поміщають 6–7 крапель розчину Na_2SO_3 і стільки ж розведеної сульфатної кислоти. Закривають пробірку пробкою з газовідвідною трубкою, яку вносять у розчин кальцій гідроксиду (чи баритової води). Спостерігають помутніння розчину. Дослід повторюють, але вносять трубку у розведений розчин KMnO_4 . Спостерігають знебарвлення розчину.



Реакції іонів $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

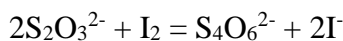
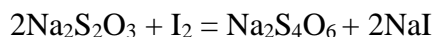
AgNO_3 – аргентум нітрат.

У пробірку вносять 4–5 крапель досліджуваного розчину, додають кілька крапель розчину AgNO_3 . Спостерігають утворення білого осаду $\text{Ag}_2\text{S}_3\text{O}_3$, який при стоянні чорніє внаслідок утворення аргентум сульфід Ag_2S . Перевіряють його розчинність у мінеральних кислотах, надлишку натрій тіосульфату, амоніаку.



I_2 , – реакція з йодною водою.

У пробірку поміщають 3–4 краплі розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 2–3 краплі розведеної сульфатної кислоти і 1–2 краплі розчину йодної води. Спостерігають знебарвлення розчину йоду. Реакції заважають інші відновники, наприклад, сульфит-, сульфід- чи нітрит-іони.



Реакція з мінеральними кислотами.

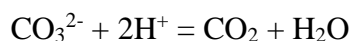
У пробірку, оснащену газовідвідною трубкою, поміщають 6–7 крапель розчину Na_2SO_3 і стільки ж розведеної сульфатної кислоти. Закривають пробірку пробкою з газовідвідною трубкою, яку вносять у розведений розчин KMnO_4 . Спостерігають знебарвлення розчину, а також помутніння розчину в пробірці внаслідок утворення сірки.



Реакції іонів CO_3^{2-}

Реакція з мінеральними кислотами.

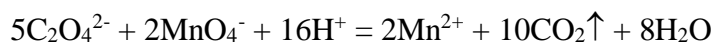
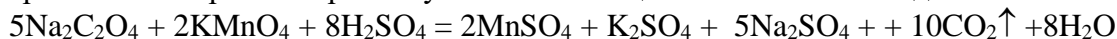
У пробірку, оснащену газовідвідною трубкою, поміщають 6–7 крапель розчину Na_2CO_3 і стільки ж розведеної сульфатної чи хлористоводневої кислоти. Закривають пробірку пробкою з газовідвідною трубкою, кінець якої занурюють у розчин кальцій гідроксиду (чи баритової води). Спостерігають помутніння розчину. Реакції заважають сульфит- та тіосульфат-іони, які попередньо окислюють до сульфату дією гідроген пероксиду чи калій перманганату.



Реакції іонів $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$

KMnO_4 – калій перманганат.

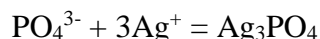
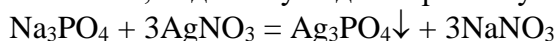
У пробірку поміщають 3–4 краплі розчину $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, 2–3 краплі розведеної сульфатної кислоти і 1–2 краплі розчину KMnO_4 . Суміш нагрівають (але не до кипіння). Спостерігають знебарвлення розчину KMnO_4 . Реакції заважають інші відновники.



Реакції іонів PO_4^{3-}

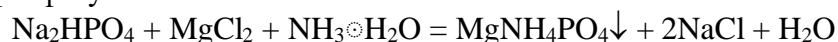
AgNO_3 – аргентум нітрат.

У пробірку вносять 4–5 крапель досліджуваного розчину, додають кілька крапель розчину AgNO_3 . Спостерігають утворення жовтого осаду Ag_3PO_4 . Перевіряють його розчинність у мінеральних кислотах, надлишку водного розчину амоніаку.



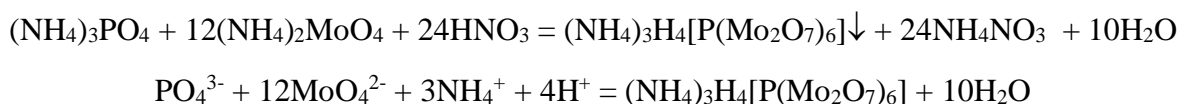
Суміш $\text{MgCl}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – магнезіальна суміш.

У пробірку вносять 4–5 крапель досліджуваного розчину, додають кілька крапель розчину магнезіальної суміші. Спостерігають утворення білого кристалічного осаду – амоній магній фосфату.



Молибденова рідина (розчини амоній молибдату, амоній нітрату та нітратної кислоти).

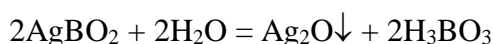
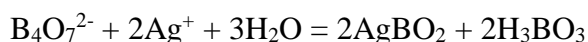
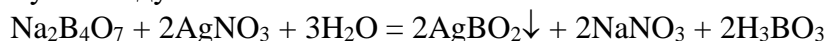
У три пробірки вносять по 4 краплі розчину амоній молибдату, додують 5 крапель розчину HNO_3 , 2–3 краплі розчину NH_4Cl (або NH_4NO_3), 1–2 краплі розчину фосфату (або гідрофосфату) і трохи підігривають. Спостерігають утворення жовтого кристалічного осаду $(\text{NH}_4)_3\text{H}_4[\text{P}(\text{Mo}_2\text{O}_7)_6]$. Вивчають відношення осаду до дії хлористоводневої кислоти, розчину амоніаку, надлишку фосфату. Реакції заважають відновники, які можна попередньо виділити кип'ятінням з концентрованою HNO_3 .



Реакції йонів $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$

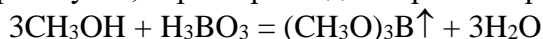
AgNO_3 – аргентум нітрат.

У пробірку вносять 4–5 крапель досліджуваного розчину, додають кілька крапель розчину AgNO_3 . Спостерігають утворення білого осаду аргентум метаборату. У дуже розведених розчинах на холоді, а в більш концентрованих – при нагріванні, утворюється бурий осад аргентум оксиду.



Проба на забарвлення полум'я.

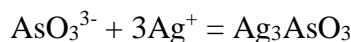
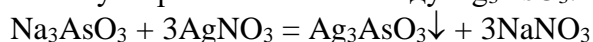
У фарфоровий тигель поміщають 6–10 крапель розчину $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, випаровують досуха й охолоджують. До сухого залишку приливають при перемішуванні скляною паличкою кілька крапель концентрованої сульфатної кислоти (обережно!), а потім 4–5 крапель спирту (метанолу або етанолу). Після перемішування суміш запалюють. Спостерігають зелений колір полум'я, характерний для горіння борно-метилового етеру.



Реакції йонів AsO_3^{3-}

AgNO_3 – аргентум нітрат.

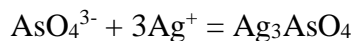
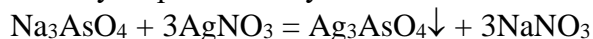
У пробірку вносять 4–5 крапель досліджуваного розчину, додають кілька крапель розчину AgNO_3 . Спостерігають утворення жовтого осаду Ag_3AsO_3 .



Реакції йонів AsO_4^{3-}

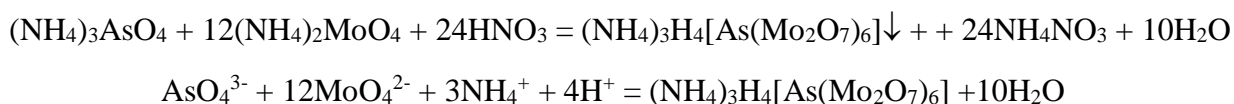
AgNO_3 – аргентум нітрат.

У пробірку вносять 4–5 крапель досліджуваного розчину, додають кілька крапель розчину AgNO_3 . Спостерігають утворення осаду “шоколадного кольору” Ag_3AsO_4 .



Молібденова рідина.

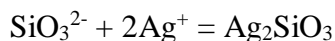
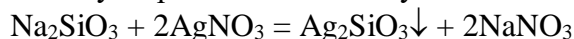
У пробірку вносять кілька крапель розчину молібденової рідини, тоді додають кілька крапель досліджуваної проби. Спостерігають утворення жовтого кристалічного осаду $(\text{NH}_4)_3\text{H}_4[\text{As}(\text{Mo}_2\text{O}_7)_6]$. Реакції заважають фосфат-іони, які ведуть себе аналогічно (див. реакцію 6.3).



Реакції йонів SiO_3^{2-}

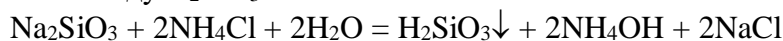
AgNO_3 – аргентум нітрат.

У пробірку вносять 4–5 крапель досліджуваного розчину, додають кілька крапель розчину AgNO_3 . Спостерігають утворення білого осаду.



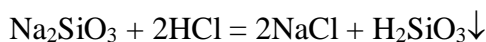
NH_4Cl – амоній хлорид.

У пробірку наливають 4–6 крапель натрій силікату, додають 0,5–1,0 мл дистильованої води і 2–3 кристалики амоній хлориду. Суміш нагрівають, спостерігають утворення драглистого осаду H_2SiO_3 .



Реакція з мінеральними кислотами.

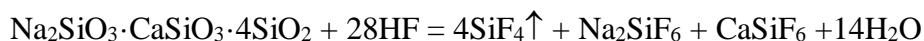
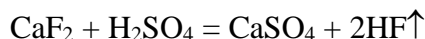
У пробірку поміщають 6–7 крапель розчину натрій силікату і стільки ж розведеної сульфатної чи хлористоводневої кислоти. Спостерігають утворення драглистого осаду H_2SiO_3 .



Реакції йонів F^-

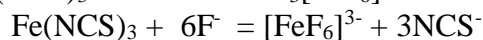
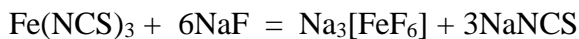
H_2SO_4 – концентрована сульфатна кислота.

Розчин фториду у пробірці обережно випаровують, тоді охолоджують і додають кілька крапель концентрованої H_2SO_4 . Пробірку закривають пробкою з вставленою скляною паличкою, кінець якої змочують. Гідроген фторид, що утворюється, взаємодіє зі склом, тому кінець палички мутніє.



Знебарвлення комплексного тіоціанату феруму (III).

У пробірку вносять 2–3 крапель розчину солі феруму (III) і стільки ж розчину натрій (чи амоній) тіоціанату. Спостерігають утворення комплексного тіоціанату феруму інтенсивно криваво-червоного кольору. Тоді добавляють кілька крапель розчину фториду. Спостерігають знебарвлення розчину. Реакції заважають фосфат-іони, які поводять себе аналогічно.

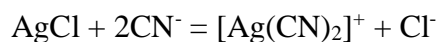
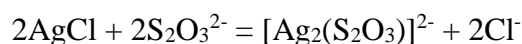
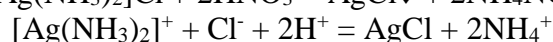
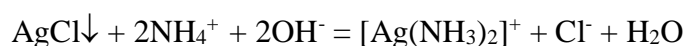
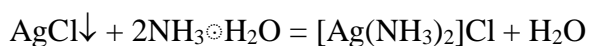
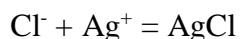


Найважливіші реакції виявлення на II групу аніонів

Реакції іонів Cl⁻

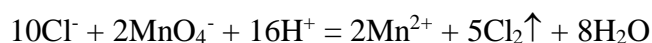
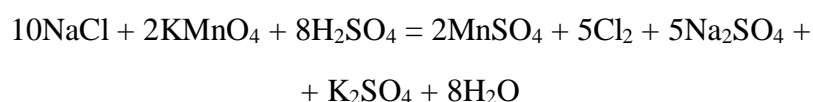
AgNO₃ – аргентум нітрат.

У пробірку вносять 4–5 крапель досліджуваного розчину, додають кілька крапель розчину AgNO₃. Спостерігають утворення білого осаду. Перевіряють його розчинність у розведеній мінеральній кислоті, водному розчині амоніаку, розчинах натрій тіосульфату та амоній карбонату.



KMnO₄ – калій перманганат

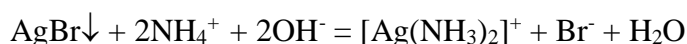
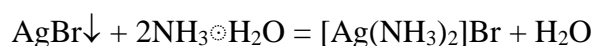
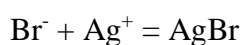
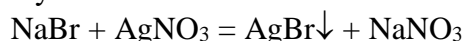
До 3–4 кристалів натрій хлориду (якщо аналізують водний розчин хлориду, то його попередньо випаровують досуха) додають 2–3 кристали KMnO₄, а тоді 3–4 краплі концентрованої сульфатної кислоти і підігривають (Обережно! У витяжній шафі!). Краплю утвореної суміші переносять на йод-крохмальний папірець і спостерігають його потемніння.

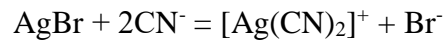
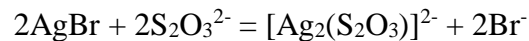
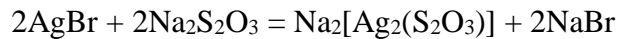
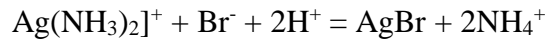
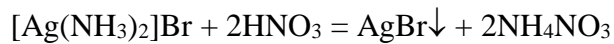


Реакції іонів Br⁻

AgNO₃ – аргентум нітрат.

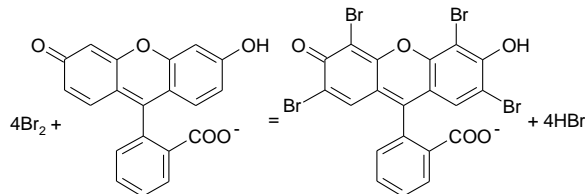
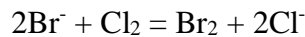
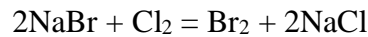
У пробірку вносять 4–5 крапель досліджуваного розчину, додають кілька крапель розчину AgNO₃. Спостерігають утворення жовтуватого осаду. Перевіряють його розчинність в розведеній мінеральній кислоті, водному розчині аміаку, розчинах тіосульфату натрію та карбонату амонію.





Cl₂ – розчин хлорної води.

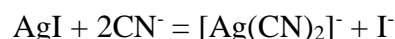
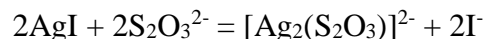
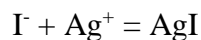
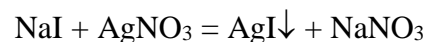
У пробірку вносять 4–5 крапель досліджуваного розчину, додають стільки ж хлорної води. Спостерігають утворення вільного бром, який добре екстрагується багатьма органічними розчинниками (бензен, хлороформ та ін.), забарвлюючи їх в оранжевий колір. Ідентифікувати бром можна також за допомогою флуоресцеїну, який в присутності бром змінює колір з жовтого на червоний.



Реакції йонів I⁻

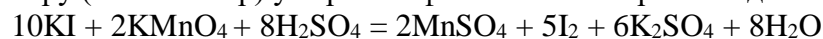
AgNO₃ – аргентум нітрат.

У пробірку вносять 4–5 крапель досліджуваного розчину, додають кілька крапель розчину AgNO₃. Спостерігають утворення жовтого осаду. Перевіряють його розчинність в розведеній мінеральній кислоті, водному розчині амоніаку, розчинах натрій тіосульфату та амоній карбонату.



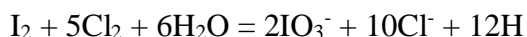
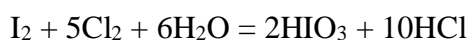
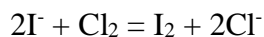
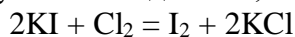
KMnO₄ – калій перманганат.

У пробірку поміщають 3–4 крапель розчину KI, додають по 2–3 краплі розчинів H₂SO₄ та KMnO₄ і трохи хлороформу. Після перемішування спостерігають забарвлення хлороформного шару (нижній шар) у червоно-фіолетовий колір внаслідок виділення йоду.



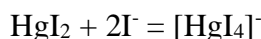
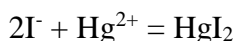
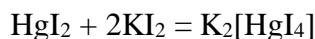
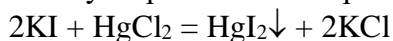
Cl₂ – розчин хлорної води.

У пробірку вносять 4–5 крапель досліджуваного розчину, додають стільки ж хлорної води. Спостерігають утворення вільного йоду, який добре екстрагується багатьма органічними розчинниками (бензен, хлороформ та ін.), забарвлюючи їх в червоно-фіолетовий колір. Ідентифікувати йод можна також за посинінням Крохмалю (або йод-крохмального папірця). Якщо хлору ввести надлишок, то фіолетове забарвлення зникає.



HgCl₂ – ртуть (II) хлорид.

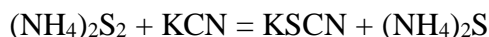
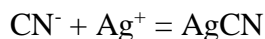
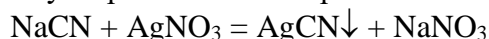
На фільтрувальний папір наносять по одній краплі розчинів калій йодиду та ртуть (II) хлориду. Спостерігають утворення плями оранжево-червоного кольору.



Реакції іонів CN⁻

AgNO₃ – срібло нітрат.

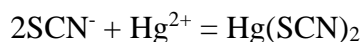
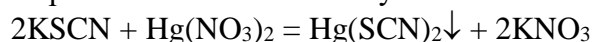
У пробірку вносять 4–5 крапель досліджуваного розчину, додають кілька крапель розчину AgNO₃. Спостерігають утворення білого сирнистого осаду.



Реакції іонів SCN⁻

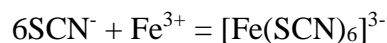
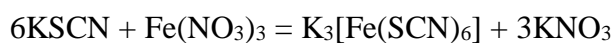
Hg(NO₃)₂ – ртуть (II) нітрат.

У пробірку вносять по 3–5 крапель розчинів калій тiocіанату та ртуть (II) нітрату. Спостерігають утворення осаду білого кольору. При дії надлишку калій тiocіанату осад розчиняється внаслідок утворення комплексної сполуки.



Ферум (III) нітрат.

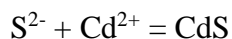
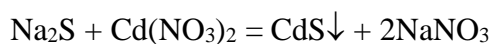
На смужку фільтрувального паперу поміщають краплю солі феруму (III), краплю розведеного розчину HCl і 2–3 краплі розчину калій або амоній тіоціанату. У присутності Fe^{3+} з'являється червона пляма.



Реакції іонів S^{2-}

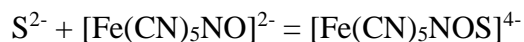
$\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ – кадмій нітрат.

У пробірку вносять по 3–5 крапель розчинів Na_2S та кадмій нітрату $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$. Спостерігають утворення осаду характерного жовтого кольору.



$\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$ – натрію нітропрурид.

У пробірку вносять 3–5 крапель розчину Na_2S , додають по 2–3 краплі розчинів натрію нітропруриду та натрію гідроксиду. Спостерігають утворення комплексної сполуки червоно-фіолетового кольору.

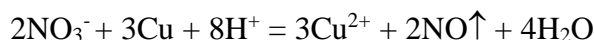
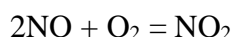


Найважливіші реакції виявлення на III групу аніонів

Реакції іонів NO_3^-

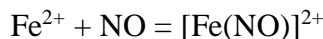
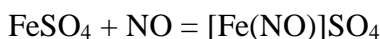
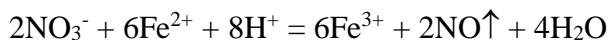
Металічна мідь.

Очищені металічні стружки поміщають у пробірку, додають (обережно!) 0,5–1,0 мл концентрованої H_2SO_4 та 3–5 крапель розчину калій нітрату. Суміш нагрівають: спостерігають виділення нітроген двооксиду NO_2 рудого кольору. Реакцію проводять у витяжній шафі!



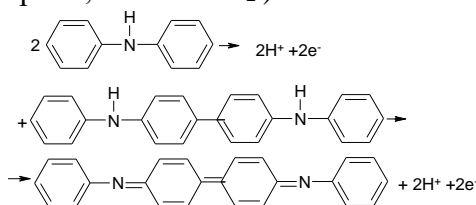
FeSO_4 – ферум (II) сульфат.

У пробірку поміщають 5–6 крапель розчину KNO_3 , 7–8 крапель насиченого розчину FeSO_4 , перемішують і обережно по стінках пробірки вливають концентрованої H_2SO_4 . Спостерігають забарвлення межі розділу водного шару і H_2SO_4 , у темно-коричневий колір, що викликано утворенням $[\text{Fe}(\text{NO})]\text{SO}_4$.



Дифеніламін.

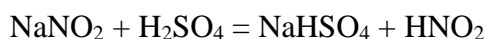
У пробірку вносять 2–3 краплі розчину Дифеніламіну, а тоді одну краплю розчину KNO_3 . Спостерігають утворення на стінках пробірки сполуки синього кольору. Реакції заважають інші окисники (зокрема, аніони NO_2^-).

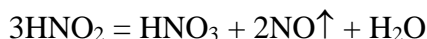


Реакції іонів NO_2^-

Реакція з кислотами.

У пробірку поміщають 3–4 краплі розчину NaNO_2 і 1–2 краплі розчину H_2SO_4 . Спостерігають виділення оксиду нітрогену NO_2 бурого кольору. Реакцію проводять у витяжній шафі!





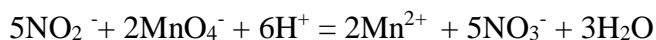
Металічний алюміній.

У пробірку поміщають по 3–5 крапель розчину NaNO_2 і концентрованого розчину натрій гідроксиду. До суміші додають шматок алюмінію і нагрівають. Виділяється амоніак, який ідентифікують внесенням до отвору пробірки змоченого водою червоного лакмусового папірця (колір його змінюється на синій). Іони NO_3^- поводяться аналогічно.



KMnO_4 – калій перманганат.

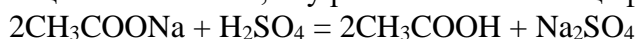
У пробірку поміщають 3–4 краплі розчину KNO_2 , додають 2–3 краплі розчину H_2SO_4 та 1–2 краплі розчину KMnO_4 . Після перемішування спостерігають знебарвлення розчину KMnO_4 .



Реакції іонів CH_3COO^-

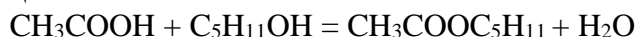
H_2SO_4 – розведена сульфатна кислота.

До 5–6 мл розчину натрій ацетату додають 3–4 мл розведеної H_2SO_4 і обережно нагрівають. Виділяється ацетатна кислота, яку розпізнають за специфічним запахом.



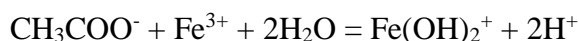
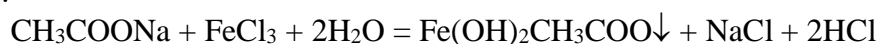
Реакція утворення естерів.

До 5–6 мл розчину натрій ацетату додають 3–4 мл концентрованої H_2SO_4 і стільки ж амілового спирту. Суміш обережно нагрівають на водяній бані, після чого виливають у холодну воду. Спостерігається утворення амілацетату, який розпізнають за характерним запахом “грушевої есенції”.



FeCl_3 – феруму (III) хлорид.

У пробірку поміщають 5–6 крапель розчину FeCl_3 , додають стільки ж крапель розчину натрій ацетату, розводять суміш 1–2 мл дистильованої води і кип'ячать. Спостерігають утворення оранжево-червоного кольору в розчині, а тоді появу такого ж кольору осаду.



Навчально-методичне видання

**Автори: Корольчук Світлана Іванівна, Савчук Тетяна Іванівна,
Кормош Жолт Олександрович**

АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ. ЯКІСНІ РЕАКЦІЇ

*методичні рекомендації
для лабораторних робіт*

Друкується в авторській редакції