

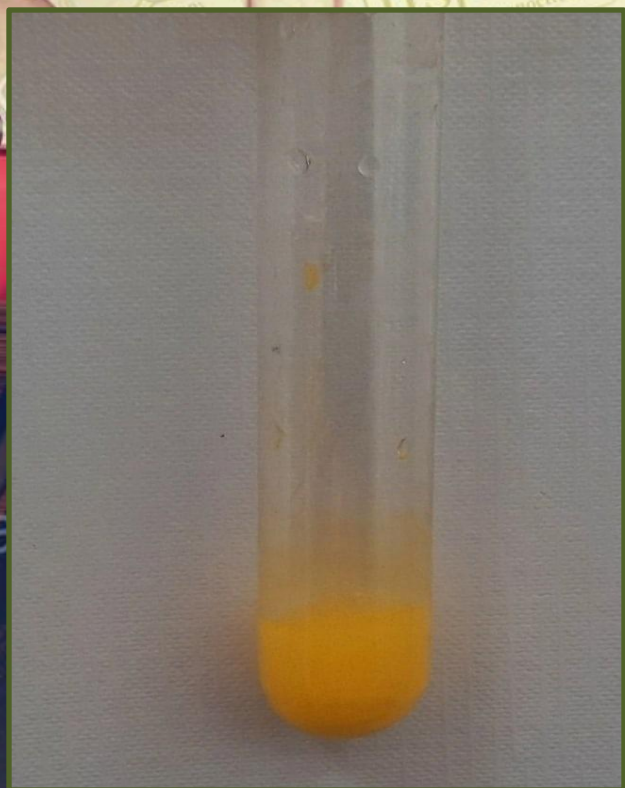
Лабораторная работа №1.

Тема: Идентификация неорганических веществ.



Задание 1: Выполнение характеристических реакций на катионы.

Выполнение реакции: В пробирку помещают 1-2 капли исследуемого раствора, прибавляют 5-6 капель реактива Несслера.



| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|----------|------------------|---|
| NH_4^+ | Реактив Несслера | $NH_4^+ + 2[HgI_4] + 4KOH \rightarrow (OH)_2NH_2 \downarrow + 7I + 3H_2O$ |

| Наблюдаемый эффект | Условия выполнения | Мешающие ионы |
|--------------------|--------------------|---|
| Желто-бурый осадок | Щелочная среда | $Fe(OH)_3, Cr(OH)_3,$ $Cu(OH)_2, Ni(OH)_2$ и т. д. |

Выполнение реакции. В пробирку помещают 3-4 капли исследуемого раствора, прибавляют 4-5 капель оксалата аммония. Если осадок не выпадает, пробирку необходимо слегка подогреть.



| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|-----------|------------------|---|
| Ca^{2+} | $(NH_4)_2C_2O_4$ | $CaCl_2 + (NH_4)_2C_2O_4 \rightarrow CaC_2O_4 \downarrow + 2NH_4Cl$ $Ca + C_4O_4 \rightarrow CaC_2O_4 \downarrow$ |

| Наблюдаемый эффект | Условия выполнения | Мешающие ионы |
|--------------------|--------------------|-----------------|
| Белый осадок | Нейтральная ср. | Ba^+ и Sr^+ |

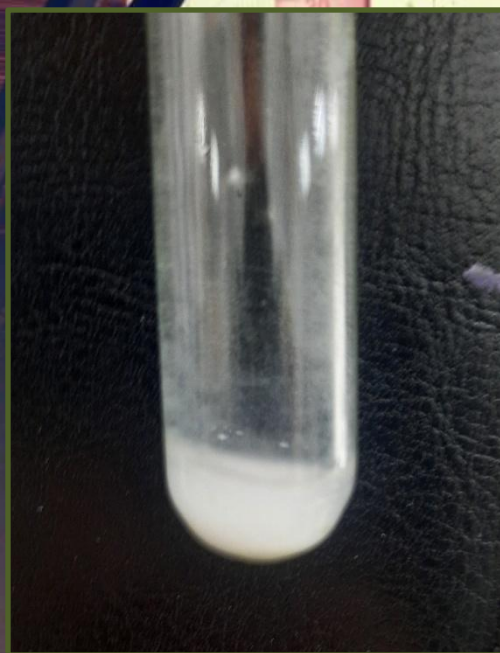




Вып-е реакции. В пробирку помещают 1-2 капли р-ра соли бария, 5 капель раствора, $K_2Cr_2O_7$ 5 капель ацетата натрия и нагревают пробирку на водяной бане.

| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|-----------|------------|--|
| Ba^{2+} | K_2CrO_4 | $BaCl_2 + KCrO_4 \rightarrow 2KCl + BaCrO_4 \downarrow$ $Ba + CrO_4 \rightarrow BaCrO_4 \downarrow$ |

| Наблюдаемый эффект | Условия выполнения | Мешающие ионы |
|--------------------|--------------------|---------------|
| Желтый осадок | Кислая среда | |

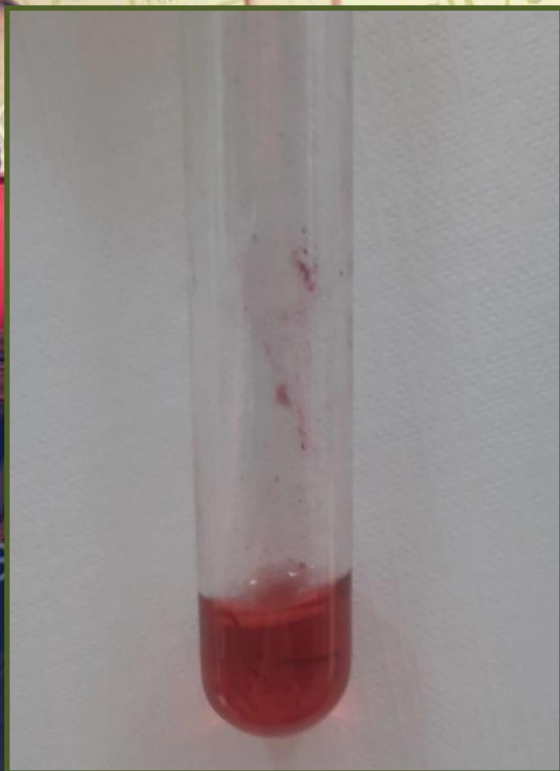


Вып-е реакции. В пробирку помещают 1-2 капли исслед-го раствора, прибавляют 1-2 капли серной кислоты.

| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|-----------|-----------|--|
| Ba^{2+} | H_2SO_4 | $BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + 2HCl$ $Ba + SO_4 \rightarrow BaSO_4 \downarrow$ |

| Наблюдаемый эффект | Условия вып-ия | Меш. ионы |
|--------------------|----------------|-----------|
| Белый осадок | Кислая среда | |

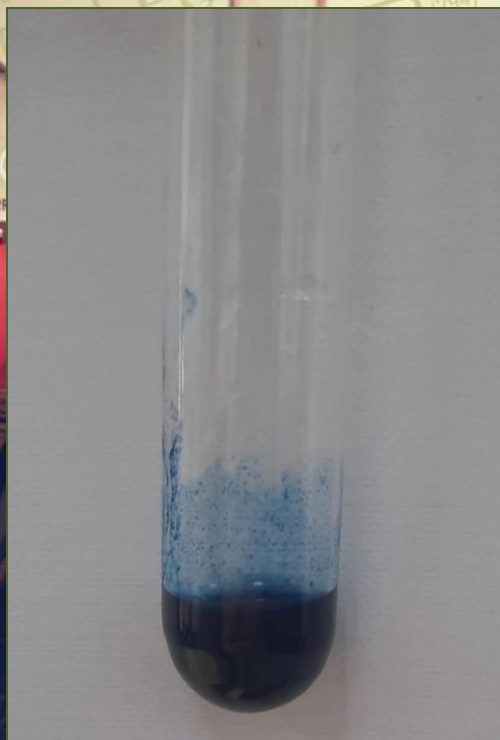
Выполнение реакции. К 2 - 3 каплям соли алюминия в присутствии CH_3COOH добавляют 1 - 2 капли раствора алюминона. В присутствии алюминия появляется розовая окраска, которую сравнивают контрольным опытом. Для выполнения контрольного опыта в пробирку помещают все указанные выше реактивы, кроме соли Al^{3+}



| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|------------------|--|--|
| Al^{3+} | $\text{C}_{22}\text{H}_{23}\text{N}_3\text{O}_9$ | $\text{AlCl}_3 + 3\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_{22}\text{H}_{23}\text{N}_3\text{O}_9 \rightarrow$ $\rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3\text{C}_{22}\text{H}_{23}\text{N}_3\text{O}_9 + 3\text{CH}_3\text{COOCl}$ |

| Наблюдаемый эффект | Условия выполнения | Мешающие ионы |
|-----------------------|--------------------|--|
| Светло красный осадок | Кислая среда | $\text{Ca}^{2+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Fe}^{3+}$ |

Выполнение реакции. К 2-3 каплям раствора соли хрома (Ш) прибавляют 4-5 капель 2М NaOH. В качестве реактива на хромат-ионы можно использовать раствор бензидина. В кислой среде ионы CrO_4^{2-} окисляют бензидин в соединение синего цвета



| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|------------------|----------|-------------------|
| Cr^{3+} | Бензидин | |

| Наблюдаемый эффект | Условия выполнения | Мешающие ионы |
|--------------------|--------------------|---------------|
| Синий осадок | Кислая ср. | |



Выполнение реакции. В пробирку помещают 2-3 капли раствора соли железа (III) и 2-3 капли реактива.

| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|-----------|---------------|--|
| Fe^{3+} | $K_4Fe(CN)_6$ | $4FeCl_2 + 3K_4Fe(CN)_6 \rightarrow$ $\rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 \downarrow + 12KCl$ $4Fe + 3[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 \downarrow$ |

| Набл-й эффект | Условия вып-я | Мешающие ионы |
|--------------------|-----------------|--|
| Темно-синий осадок | Слабокислая ср. | ВОСС — ли, ВОСТ — щие ионы Fe^{3+} до Fe^{2+} |

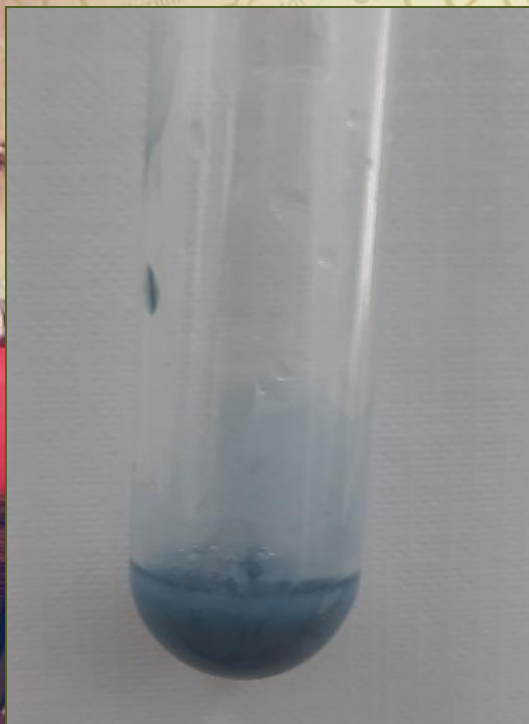
Вып-е реакции. К 1-2 каплям раствора соли железа (III) прибавляют 5-6 капель раствора тиоцианата.

| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|-----------|-----------|---|
| Fe^{3+} | NH_4SCN | $FeCl_3 + 3NH_4SCN \rightarrow 3NH_4Cl + Fe(SCN)_3 \downarrow$ $Fe + 3SCN \rightarrow Fe(SCN)_3 \downarrow$ |

| Набл-й эффект | Условия вып-ия | Меш-е ионы |
|----------------------|-----------------|------------|
| Кроваво-красный цвет | Слабокислая ср. | |



Fe^{2+} **Выполнение реакции.** К 2-3 каплям соли железа (II) прибавить 2-3 капли реагента.



| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|-----------|-----------------|--|
| Fe^{2+} | $K_3[Fe(CN)_6]$ | $3FeSO_4 + 2K_3[Fe(CN)_6] \rightarrow 3K_2SO_4 + Fe_3[Fe(CN)_6]_2$ $3Fe + 2[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe_3[Fe(CN)_6]_2 \downarrow$ |

| | | |
|---------------------------|---------------------------|----------------------|
| Наблюдаемый эффект | Условия выполнения | Мешающие ионы |
| Синий осадок | Слабокислая ср. | |



Выполнение реакции. К 1-2 каплям (не более) соли марганца (II) прибавляют 8-12 капель 6 н HNO_3 после чего в раствор вносят очень небольшое количество порошка NaBiO_3 и встряхивают. В присутствии марганца жидкость над осадком окрашивается в малиновый цвет.



| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|------------------|------------------|--|
| Mn^{2+} | NaBiO_3 | $2\text{MnSO}_4 + 5\text{NaBiO}_3 + 16\text{HNO}_3 \rightarrow$ $2\text{HMnO}_4 + \text{NaNO}_3 + 5\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Mn} + 5\text{NaBiO} + 14\text{H} \rightarrow 2\text{MnO}_4 + 5\text{Bi} + 5\text{Na} + 7\text{H}_2\text{O}$ |

| Наблюдаемый эффект | Условия выполнения | Мешающие ионы |
|--------------------|--------------------|---------------|
| Малиновый осадок | Кислая среда | |



Выполнение реакции. К 1-2 каплям раствора Cu^{2+} прибавляют 6-8 капель раствора NH_4OH

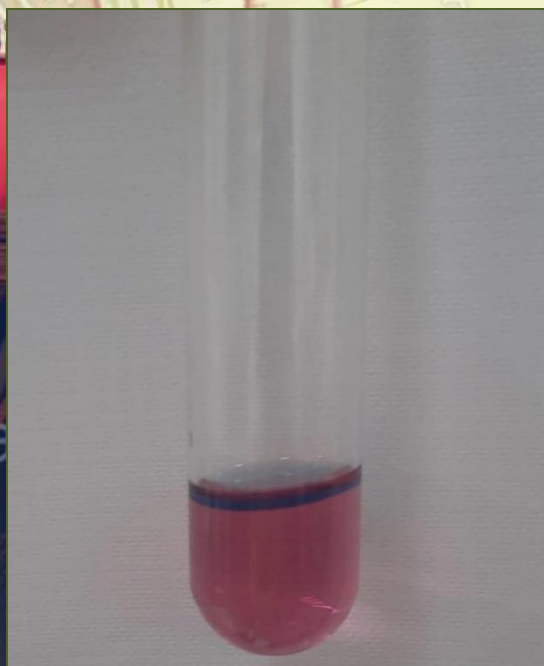
| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|-----------------------|----------|--|
| Cu^{2+} | NH_4OH | $CuSO_4 + 4NH_4OH \rightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4 \downarrow + 4H_2O$ |
| Набл-й эффект | | Усл. вып-я |
| Светло-голубой осадок | | Кислая ср. |
| | | Меш. ионы |



Выполнение реакции. К 1-2 каплям раствора Cu^{2+} прибавляют 4-5 капель реагента.

| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|---------------------|-----------------|---|
| Cu^{2+} | $K_4[Fe(CN)_6]$ | $2CuSO_4 + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Cu_2Fe((CN)_6) \downarrow + 2K_2SO_4$ $2Cu + [Fe(CN)_6] \rightarrow Cu_2[Fe(CN)_6]$ |
| Наб-й эффект | | Условия вып-я |
| Красно-бурый осадок | | Кислая среда |
| | | Меш. ионы |
| | | Fe^{3+} |

Выполнение реакции. К 2 каплям раствора соли кобальта прибавляют 8-10 капель насыщенного раствора роданида аммония, 1-2 кристаллика фторида натрия (если в растворе присутствует Fe 3+), 10 капель изоамилового спирта. Взбалтывают смесь и дают отстояться органическому слою, который в присутствии кобальта окрашивается в синий цвет.



| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|-----------|---------|--|
| Co^{2+} | $KSCN$ | $Co(NO_3)_2 + 2NH_4SCN \rightarrow$ $\rightarrow Co(SCN)_2 + 2NH_4NO_3$ $Co + 2SCN \rightarrow Co(SCN)_2 \downarrow$ |

| Набл. эффект | Усл. вып-я | Меш.ионы |
|--------------------------------------|----------------|----------|
| Розовый р-р и синее кольцо на пов-ти | Орган-ая среда | |

Выполнение реакции. На полоску фильтровальной бумаги наносят каплю раствора соли никеля, потом каплю раствора винной кислоты, а затем каплю раствора диметилглиоксима и каплю NH_4OH Или к 1-2 каплям раствора соли Ni(II) добавляют равный объем раствора диметилглиоксима и 1-2 капли 2 н. раствора NH_3 Выпадает красный осадок.



| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|------------------|--|--|
| Ni^{2+} | $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2$ | $\text{NiSO}_4 + 2\text{NH}_4\text{OH} + 2\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2 \rightarrow$ $\rightarrow \text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2)_2 \downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Ni} + 2\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2 + 2\text{NH}_3 \rightarrow$ $\rightarrow \text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_2)_2 \downarrow + 2\text{NH}_4$ |

| Набл. эффект | Усл. вып-я | Меш. ионы |
|---------------------------|------------|-----------------------------------|
| Розовый оттенок на бумаге | Кислая ср. | Fe^{2+} Cu^{2+} |



Выполнение реакции. К 3-5 каплям исследуемого раствора прибавляют 2-3 капли KI.

| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|-----------|---------|---|
| Pb^{2+} | KI | $Pb(NO_3)_2 + 2KI \rightarrow PbI_2 \downarrow + 2KNO_3$ $Pb + 2I \rightarrow PbI_2 \downarrow$ |

| Набл. эффект | Усл. вып-я | Меш-е ионы |
|---------------|------------|------------|
| Желтый осадок | Кислая ср. | |



Вып-е реакции. К 3-5 каплям исследуемого раствора прибавляют 3-5 капель раствора хромата калия.

| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|-----------|------------|---|
| Pb^{2+} | K_2CrO_4 | $Pb(NO_3)_2 + K_2CrO \rightarrow PbCrO_4 \downarrow + 2KNO_3$ $Pb + CrO_4 \rightarrow PbCrO_4 \downarrow$ |

| Набл. эффект | Усл. вып-я | Меш. ионы |
|---------------|------------|-----------|
| Желтый осадок | Кислая ср. | Ba^{2+} |

Выполнение реакции. В пробирку помещают 2-3 капли растворов соли магния и хлорида аммония, затем прибавляют 2-3 капли раствора Na_2HPO_4 . Перемешивают содержимое пробирки и добавляют NH_4OH до слабого запаха и нагревают на водяной бане. Из разбавленных растворов осадок выпадает не сразу. При отсутствии осадка содержимое пробирки оставляют на некоторое время; только после этого можно сделать вывод об отсутствии Mg



| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|------------------|---------------------------|---|
| Mg^{2+} | Na_2HPO_4 | $\text{MgSO}_4 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow$ $\rightarrow \text{MgNH}_4\text{PO}_4 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Mg} + \text{HPO}_4 + \text{NH}_4 \rightarrow \text{MgNH}_4\text{PO}_4 \downarrow$ |

| Наблюдаемый эффект | Условия выполнения | Мешающие ионы |
|--------------------|--------------------|---------------|
| Белый осадок | Кислая среда | |

Задание 2: Выполните характеристических реакций на анионы.

Выполнение реакции. К 2-3 каплям исследуемого раствора прибавить 2-3 капли HCl и 2-3 капли BaCl₂.



| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|-------------|-------------------|--|
| SO_4^{2-} | BaCl ₂ | $H_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow 2HCl + BaSO_4 \downarrow$ $SO_4 + Ba \rightarrow BaSO_4 \downarrow$ |

| Наблюдаемый эффект | Условия выполнения | Мешающие ионы |
|--------------------|--------------------|---------------|
| Белый осадок | Кислая среда | |

Выполнение реакции. В пробирку помещают 3-4 каплям исследуемого раствора, приливают 3-4 капли HCl.



| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|-------------|---------|--|
| CO_3^{2-} | HCl | $Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + CO_2 \uparrow + H_2O$ $CO_3 + 2H \rightarrow CO_2 \uparrow + H_2O$ |

| Набл.эффект | Усл.вып-я | Мешающие ионы |
|-----------------|--------------|--------------------------|
| Выделение газов | Кислая среда | $SO_3^{2-}, S_2O_3^{2-}$ |



Выполнение реакции. К 2 каплям соли магния прибавляют 4 капли NH_4Cl и 2 капли NH_4OH . Затем прибавляют 3-4 капли Na_2HPO_4 .



| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|--------------------|-----------------|--|
| PO_4^{3-} | MgSO_4 | $\text{MgSO}_4 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{OH} + \text{NaHPO}_4 \rightarrow$ $\rightarrow \text{MgNH}_4\text{PO}_4 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4$ $\text{Mg} + \text{NH}_3 + \text{HPO}_4 \rightarrow \text{MgNH}_4\text{PO}_4$ |

| Наблюдаемый эффект | Условия вып-я | Мешающие ионы |
|--------------------|---------------|---------------------|
| Белый осадок | Кислая ср. | AsO_4^{3-} |



Выполнение реакции. К 2-3 каплям раствора сульфита прибавляют несколько капель 2М HCl и по каплям раствор иода, который в присутствии SO_3^{2-} - обесцвечивается.



| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|--------------------|--------------|--|
| SO_3^{2-} | I_2 | $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$ $\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4 + 2\text{I} + 2\text{H}$ |

| Наблюдаемый эффект | Условия выполнения | Мешающие ионы |
|--------------------|--------------------|---------------|
| Р-р обесцветился | Кислая среда | |



Выполнение реакции. К 2-3 каплям раствора хлорида прибавляют 1-2 капли 1 М AgNO_3 .

| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|---------------|-----------------|--|
| Cl^- | AgNO_3 | $\text{FeCl}_3 + 3\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{AgCl} \downarrow$ $\text{Ag} + \text{Cl} \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$ |

| | | |
|------------------|------------|---------------|
| Набл. эффект | Усл. вып-я | Мешающие ионы |
| Творожный осадок | Кислая ср. | |

Выполнение реакции. К 2-3 каплям раствора хлорида прибавляют 1-2 капли раствора $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|---------------|----------------------------|--|
| Cl^- | $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ | $2\text{FeCl}_3 + 3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{PbCl}_2 \downarrow$ $\text{Ag} + 2\text{Cl} \rightarrow \text{PbCl}_2 \downarrow$ |

| | | |
|------------------|---------------|---------------|
| Набл. эффект | Условия вып-я | Мешающие ионы |
| Творожный осадок | Кислая ср. | |

Выполнение реакции. К 1-2 каплям раствора иодида прибавляют столько же каплей нитрита калия KNO_2 и подкисляют 6М CH_3COOH . Одновременно в пробирку вводят 1-2 капли раствора крахмала.



| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|--------------------|---------|---|
| I^- | KNO_2 | $6KI + 2KNO_2 + 8CH_3COOH \rightarrow$ $\rightarrow 2NO + 3I_2 + 8CH_3COON + 4H_2O$ $2I + 2NO_2 + 4H \rightarrow I_2 + 2NO + 2H_2O$ |
| Набл. эффект | | Усл. вып-я |
| Темно-синий осадок | | Кислая ср. |
| | | Меш. ионы |



Выполнение реакции. К 2-3 каплям раствора иодида прибавляют 5-6 капель раствора $Pb(NO_3)_2$

| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|---------------|--------------|---|
| I^- | $Pb(NO_3)_2$ | $2KI + Pb(NO_3)_2 \rightarrow 2KNO_3 + PbI_2 \downarrow$ $2I + Pb \rightarrow PbI_2 \downarrow$ |
| Набл. эффект | | Усл. вып-я |
| Желтый осадок | | Кислая ср. |
| | | Меш. ионы |

Выполнение реакции. К 1 - 2 каплям испытуемого раствора прибавляют 2 - 3 капли дифениламина. Нитрит – ион NO_2^- , и др. окислители (CrO_4^{2-} , MnO_4^-) дадут ту же реакцию и поэтому мешает обнаружению нитрат – иона.



| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|-----------------|-------------------------------------|---|
| NO_3^- | $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$ | $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + (\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH} \rightarrow \text{PbNH} + 2\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_3$ |

| Наблюдаемый эффект | Условия выполнения | Мешающие ионы |
|--------------------|--------------------|---------------|
| Темно-синий осадок | Кислая среда | |



Выполнение реакции. К 1-2 каплям раствора иодида прибавляют столько же капель нитрита калия KNO_2 и KNO_2 ияют 6М $CH_3COO \cdot CH_3COOH$ Одновременно в пробирку вводят 1-2 капли раствора крахмала.



| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|----------|---------|---|
| NO_2^- | KI | $2KNO_2 + 2KI + 4CH_3COOH \rightarrow$ $\rightarrow I_2 + 2NO + 4CH_3COOK + H_2O$ |

| Наблюдаемый эффект | Усл. вып-я | Меш. ионы |
|--------------------|--------------|-----------|
| Синий осадок | Кислая среда | |





Выполнение реакции. К 1 - 2 каплям испытуемого раствора прибавить 1-2 капли 1М H_2SO_4 ; слегка подогревают на водяной бане.

| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|-------------|-----------|--|
| CH_3COO^- | H_2SO_4 | $3CH_3COONa + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2CH_3COOH$ $CH_3COO + H \rightarrow CH_3COOH$ |

| | | |
|--------------|------------|-----------|
| Набл. эффект | Усл. вып-я | Меш. ионы |
| Запах уксуса | Кислая ср. | |



Выполнение реакции. К 1 - 2 каплям испытуемого раствора прибавить 4-5 капель $FeCl_3$; слегка подогревают на водяной бане.

| Ион | Реагент | Уравнение реакции |
|-------------|----------|---|
| CH_3COO^- | $FeCl_3$ | $3CH_3COONa + FeCl_3 \rightarrow (CH_3COO)_3Fe + 3NaCl$ $3CH_3COONa + Fe \rightarrow (CH_3COO)_3Fe + 3Na$ |

| | | |
|-------------------|------------|-------------------------------------|
| Набл. эффект | Усл. вып-я | Меш. ионы |
| Коричневый осадок | Кислая ср. | SO_3^{2-} PO_4^{3-} CO_3^{2-} |

Спасибо за внимание!

