

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады
школьников по химии в 2023/2024 учебном году**

Экспериментальный тур

9 КЛАСС (решение)

В пять пробирок отливается около 1 мл выданных растворов. Затем в каждую пробирку добавляется раствор серной кислоты. Отмечаются признаки протекания реакций. Аналогичные действия проводятся с соляной кислотой, раствором щелочи, $K_4[Fe(CN)_6]$, $K_3[Fe(CN)_6]$, $KSCN$. Отмечаются признаки протекания реакций.

Наблюдения записываются в форме таблицы, например:

| | Ba^{2+} | NH_4^+ | Pb^{2+} | Cu^{2+} | Fe^{2+} | Fe^{3+} |
|-----------------|-----------|----------|-----------|--------------------|---------------------|--------------------------|
| NaOH | нет | газ | белый↓ | голубой↓ | серо – зеленый ↓ | красно – коричневый ↓ |
| H_2SO_4 | белый↓ | нет | белый↓ | нет | нет | нет |
| HCl | нет | нет | белый↓ | нет | нет | нет |
| $K_4[Fe(CN)_6]$ | нет | - | - | красно- бурый ↓ | - | темно-синий↓ |
| $K_3[Fe(CN)_6]$ | нет | - | - | - | синий ↓ | - |
| KSCN | нет | - | - | - | - | темно - красный ↓ |

Теоретический анализ:

Катион бария вступает в реакцию обмена с серной кислотой, при этом образуется белый осадок сульфата бария, нерастворимый в избытке щелочи или кислоты.

Катион свинца образует белые осадки с серной и соляной кислотами и с раствором щелочи. Осадки растворяются в избытке щелочи.

Катион железа (II) вступает в реакцию со щелочью, гидроксидом аммония, при этом образуются серо – зеленые осадки, и раствором $K_3[Fe(CN)_6]$, с образованием синего осадка. Также раствор, содержащий в своем составе катион Fe^{2+} имеет бледно – зеленый цвет.

Катион железа (III) вступает в реакцию со щелочью, гидроксидом аммония, при этом образуются красно – коричневые

осадки, раствором $K_4[Fe(CN)_6]$, с образованием темно - синего осадка и раствором $KSCN$ с образованием темно – красного осадка. Также раствор, содержащий в своем составе катион Fe^{3+} имеет красно - коричневый цвет.

Катионаммония при реакции с гидроксидом натрия при нагревании разлагается с выделением аммиака. Если пробирку не нагревать, то видимого эффекта не наблюдается.

Катион меди образует осадки с раствором щелочи $K_4[Fe(CN)_6]$, при этом образуются осадки голубого и красно – бурого цветов, соответственно. Также раствор, содержащий в своем составе катион Cu^{2+} имеет голубой цвет.

Ионно - молекулярные и сокращенные ионные уравнения реакций:

- 1) $H_2SO_4 + Ba^{2+} \rightarrow BaSO_4 \downarrow + 2H^+$
 $SO_4^{2-} + Ba^{2+} = BaSO_4$
- 2) $H_2SO_4 + Pb^{2+} \rightarrow PbSO_4 \downarrow + 2H^+$
 $SO_4^{2-} + Pb^{2+} = PbSO_4$
- 3) $PbSO_4 \downarrow + 4NaOH_{изб} \rightarrow Na_2[Pb(OH)_4] + Na_2SO_4$
 $PbSO_4 \downarrow + 4OH^- \rightarrow [Pb(OH)_4]^{2-} + SO_4^{2-}$
- 4) $2NaOH + Pb^{2+} \rightarrow Pb(OH)_2 \downarrow + 2Na^+$
 $2OH^- + Pb^{2+} \rightarrow Pb(OH)_2$
- 5) $2NaOH + Pb(OH)_2 \downarrow \rightarrow Na_2[Pb(OH)_4]$
 $2OH^- + Pb(OH)_2 \downarrow \rightarrow [Pb(OH)_4]^{2-}$
- 6) $2HCl + Pb^{2+} \rightarrow PbCl_2 \downarrow + 2H^+$
 $2Cl^- + Pb^{2+} \rightarrow PbCl_2$
- 7) $2NaOH + Cu^{2+} \rightarrow Pb(OH)_2 \downarrow + 2Na^+$
 $2OH^- + Cu^{2+} \rightarrow Pb(OH)_2$
- 8) $2Cu^{2+} + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Cu_2[Fe(CN)_6] \downarrow + 4K^+$
 $2Cu^{2+} + [Fe(CN)_6]^{4-} \rightarrow Cu_2[Fe(CN)_6]$
- 9) $2NaOH + Fe^{2+} \rightarrow Fe(OH)_2 \downarrow + 2Na^+$
 $2OH^- + Fe^{2+} \rightarrow Fe(OH)_2$
- 10) $K_3[Fe(CN)_6] + 3Fe^{2+} \rightarrow Fe_3[Fe(CN)_6]_2 \downarrow + 3K^+$
 $2[Fe(CN)_6]^{3-} + 3Fe^{2+} \rightarrow Fe_3[Fe(CN)_6]_2$
- 11) $3NaOH + Fe^{3+} \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow + 3Na^+$
 $3OH^- + Fe^{3+} \rightarrow Fe(OH)_3$
- 12) $4Fe^{3+} + 3K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6] \downarrow + 4K^+$
 $4Fe^{3+} + 3[Fe(CN)_6]^{4-} \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]$
- 13) $Fe^{3+} + 3KSCN \rightarrow Fe(SCN)_3 \downarrow + 3K^+$
 $Fe^{3+} + 3SCN^- \rightarrow Fe(SCN)_3$
- 14) $2NaOH + \rightarrow Zn(OH)_2 \downarrow + 2NaCl$
 $2OH^- + Zn^{2+} \rightarrow Zn(OH)_2$
- 15) $NaOH + NH_4^+ \rightarrow NH_4OH + Na^+$
 $OH^- + NH_4^+ \rightarrow NH_4OH$

Система оценивания: Уравнения реакций в молекулярном виде- по 0,5 баллу; в ионном виде по 0,5 балла, всего 15 баллов; Безошибочное определение всех веществ - 15 баллов