

**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 щелочии  $K_4[Fe(CN)_6]$ , 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