

**МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
2011-2012 УЧЕБНОГО ГОДА**

10 КЛАСС

(автор О.Л. Саморукова)

Решение

Ниже приведены примеры возможных вариантов решения.

Пример № 1.

1) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем раствор NaOH и накрываем её предметным стеклом, к которому приклеена смоченная дистиллированной водой фенолфталеиновая бумага. Пробирку нагреваем на водяной бане. Наблюдаем окрашивание фенолфталеиновой бумаги в малиновый цвет.

Вывод: в смеси присутствует ион NH_4^+ .

В анализируемом растворе: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

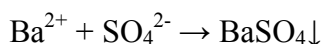
На поверхности фенолфталеиновой бумаги: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

2) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем раствор HCl. Видимых изменений не наблюдается.

Вывод: в смеси отсутствует ион Pb^{2+} .

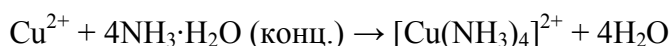
3) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем раствор H_2SO_4 . Выпадает белый осадок.

Вывод: поскольку доказали отсутствие ионов Pb^{2+} , а кроме них только барий образует нерастворимый сульфат, то в смеси присутствует ион Ba^{2+} .



4) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем раствор $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Наблюдаем образование зеленовато-бурого осадка. Раствор оставляем для отстаивания. После отстаивания раствор над осадком имеет сине-фиолетовую окраску.

Вывод: в смеси присутствует ион Cu^{2+} , кроме того, цвет осадка говорит о том, что также в смеси, вероятно, присутствуют ионы Fe^{3+} или Fe^{2+} .

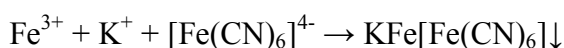


5) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем 2 – 3 капли H_2SO_4 и раствор $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Наблюдаем зеленовато-бурое окрашивание смеси, темно-синий осадок отсутствует.

Вывод: в смеси отсутствует ион Fe^{2+} .

6) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем 2 – 3 капли H_2SO_4 и раствор $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Выпадает осадок темно-синего цвета.

Вывод: в смеси присутствует ион Fe^{3+} .

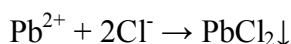


Таким образом, анализируемый раствор содержит следующие ионы: NH_4^+ , Ba^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} .

Пример № 2

1) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем раствор NaOH и накрываем её предметным стеклом, к которому приклеена смоченная дистиллированной водой фенолфталеиновая бумага. Пробирку нагреваем на водяной бане. Видимых изменений цвета индикаторной бумаги не наблюдается.
Вывод: в смеси отсутствует ион NH_4^+ .

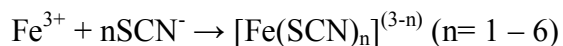
2) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем раствор HCl . Наблюдаем образование белого осадка.
Вывод: в смеси присутствует ион Pb^{2+} .



В присутствии ионов Pb^{2+} обнаружить ионы Ba^{2+} по реакции образования осадка BaSO_4 с серной кислотой невозможно, поскольку PbSO_4 также нерастворим. Поэтому взаимодействие с H_2SO_4 не осуществляем.

3) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем кристаллический NH_4SCN . Смесь перемешиванием до растворения реагента. Наблюдаем кроваво-красное окрашивание раствора.

Вывод: в смеси присутствует ион Fe^{3+} .



4) Пробирку со смесью, полученной в предыдущем эксперименте – при обнаружении ионов Fe^{3+} , нагреваем на водяной бане. Наблюдаем образование на дне пробирки белого осадка.

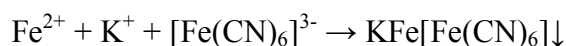
Вывод: в смеси присутствует ион Cu^{2+} .



белый

5) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем 2 – 3 капли H_2SO_4 и раствор $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Наблюдаем выпадение темно-синего осадка.

Вывод: в смеси присутствует ион Fe^{2+} .



Таким образом, анализируемый раствор содержит следующие ионы: Pb^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} . Поскольку обнаружены все 4 катиона, можно заключить (из условия задачи), что ион Ba^{2+} в анализируемом растворе отсутствует.

Для наглядности приводим обобщающую таблицу:

Определяемый катион	Реагент, условия	Результат	Примечание
NH_4^+	NaOH , t°	Окрашивание фенолфталеиновой бумаги в малиновый цвет	-
Ba^{2+}	H_2SO_4	Выпадает белый осадок	Осадок не растворяется в растворах кислот
Pb^{2+}	HCl	Выпадает белый	Осадок растворяется при

		осадок	нагревании
Cu^{2+}	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, избыток	Сине-фиолетовое окрашивание раствора	В присутствии ионов, образующих нерастворимые гидроксиды, необходимо отстаивание
	NH_4SCN , t°	Выпадает черный осадок, белеющий при нагревании	-
Fe^{2+}	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, H_2SO_4	Выпадает темно- синий осадок	Осадок не растворяется в сильных кислотах
Fe^{3+}	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, H_2SO_4	Выпадает темно- синий осадок	Осадок растворяется в сильных кислотах и большом избытке реактива
	NH_4SCN	Кроваво-красное окрашивание раствора	-

Ответы на теоретические вопросы

$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – гексацианоферрат (III) калия, красная кровяная соль, гексацианоферрат калия.

$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – гексацианоферрат (II) калия, желтая кровяная соль, гексацианоферрат калия.

NH_4SCN – роданид аммония, тиоцианат аммония, аммоний роданистый

Система оценивания

1) За обнаружение 4 ионов – по 3,5б.

14б.

- 2) За запись уравнений реакций, подтверждающих присутствие катионов, - по 1б. 4б.
- 3) За ответы на теоретические вопросы – по 1б за любые два названия из трех, приведенных в решении, для каждого реагента всего 6 б.
- 4) За описание хода эксперимента и наблюдаемых явлений 6 б.
- Итого: 30б.

Таблица дана как обучающий компонент. От школьника представление данной таблицы не требуется.