

10 КЛАСС
(автор О.Л. Саморукова)

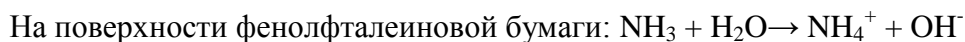
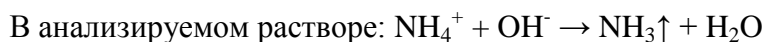
Решение

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^+ .

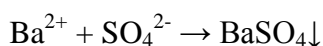


2) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем раствор HCl. Видимых изменений не наблюдается.

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

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

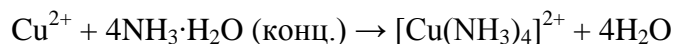
Вывод: поскольку доказали отсутствие ионов Pb^{2+} , а кроме них только барий образует нерастворимый сульфат, то в смеси присутствует ион Ba^{2+} .



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 **Cu²⁺**, кроме того, цвет осадка говорит о том, что также в смеси, вероятно, присутствуют ионы Fe³⁺ или Fe²⁺.

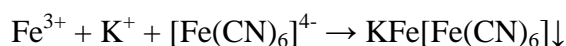


5) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем 2 – 3 капли H₂SO₄ и раствор K₃[Fe(CN)₆]. Наблюдаем зеленовато-бурое окрашивание смеси, темно-синий осадок отсутствует.

Вывод: в смеси отсутствует ион Fe²⁺.

6) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем 2 – 3 капли H₂SO₄ и раствор K₄[Fe(CN)₆]. Выпадает осадок темно-синего цвета.

Вывод: в смеси присутствует ион **Fe³⁺**.



Таким образом, анализируемый раствор содержит следующие ионы: NH₄⁺, Ba²⁺, Cu²⁺, Fe³⁺.

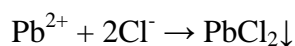
Пример № 2

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 NH₄⁺.

2) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем раствор HCl. Наблюдаем образование белого осадка.

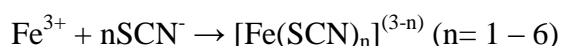
Вывод: в смеси присутствует ион **Pb²⁺**.



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.

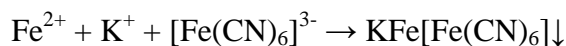
Вывод: в смеси присутствует ион Cu^{2+} .



белый

5) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем 2 – 3 капли H_2SO_4 и раствор $K_3[Fe(CN)_6]$. 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^+	$NaOH, t^\circ$	Окрашивание фенолфталеиновой	-

		бумаги малиновый цвет	в
Ba^{2+}	H_2SO_4	Выпадает белый осадок	Осадок не растворяется в растворах кислот
Pb^{2+}	HCl	Выпадает белый осадок	Осадок растворяется при нагревании
Cu^{2+}	$NH_3 \cdot H_2O$, избыток	Сине-фиолетовое окрашивание раствора	В присутствии ионов, образующих нерастворимые гидроксиды, необходимо отстаивание
	NH_4SCN , t°	Выпадает черный осадок, белеющий при нагревании	-
Fe^{2+}	$K_3[Fe(CN)_6]$, H_2SO_4	Выпадает темно-синий осадок	Осадок не растворяется в сильных кислотах
Fe^{3+}	$K_4[Fe(CN)_6]$, 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

$K_3[Fe(CN)_6]$ – гексацианоферрат (III) калия, красная кровяная соль, гексацианоферрат калия.

$K_4[Fe(CN)_6]$ – гексацианоферрат (II) калия, желтая кровяная соль, гексацианоферрат калия.

NH_4SCN – роданид аммония, тиоцианат аммония, аммоний роданистый

Система оценивания

- | | |
|---|-------------------|
| <i>1) За обнаружение 4 ионов – по 3,5б.</i> | <i>14б.</i> |
| <i>2) За запись уравнений реакций, подтверждающих присутствие катионов, - по 1б.</i> | <i>4б.</i> |
| <i>3) За ответы на теоретические вопросы – по 1б за любые два названия из трех, приведенных в решении, для каждого реагента</i> | <i>всего 6 б.</i> |
| <i>4) За описание хода эксперимента и наблюдаемых явлений</i> | <i>6 б.</i> |
| <i>Итого:</i> | <i>30б.</i> |

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