

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии  
2019-2020 учебный год  
Экспериментальный тур (4 часа)  
11 класс**

**Задание 1.**

Вам выдан раствор, в котором содержится четыре из шести ниже перечисленных катионов:  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ . Используя имеющиеся на столе реактивы и оборудование, определите, какие катионы вам выданы. Проведите реакции, подтверждающие присутствие каждого из выданных вам катионов. Опишите ход эксперимента и наблюдаемые явления. Составьте уравнения протекающих реакций в ионном виде.

**Реактивы:** раствор содержащий катионы, растворы 1М  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 1М  $\text{NaOH}$ , 1М  $\text{HCl}$ , раствор  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_4\text{SCN}$  кристаллический, универсальная индикаторная бумага (можно лакмусовую или фенолфталеиновую бумагу),  $\text{H}_2\text{O}$ (дист.).

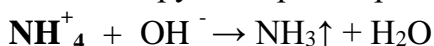
**Оборудование:** штатив с пробирками, склянка с анализируемым раствором, пипетка, стакан с дистиллированной водой, спиртовка или водяная баня (1 шт. на 2–3 чел.), зажим для пробирок, спички, шпатель, предметное стекло (1 шт.).

**Решение:**

1) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем раствор  $\text{NaOH}$  и накрываем её предметным стеклом, к которому приклеена смоченная дистиллированной водой фенолфталеиновая бумага. Пробирку нагреваем на водяной бане (или на спиртовке). Наблюдаем окрашивание фенолфталеиновой бумаги в малиновый цвет, появляется резкий запах.

**Вывод:** в смеси присутствует ион  $\text{NH}_4^+$

В анализируемом растворе:



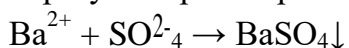
На поверхности фенолфталеиновой бумаги:  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

2) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем раствор  $\text{HCl}$ . Видимых изменений не наблюдается.

**Вывод:** в смеси отсутствует ион  $\text{Pb}^{2+}$ .

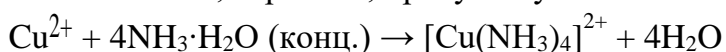
3) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Выпадает белый осадок.

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



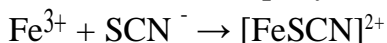
4) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем раствор  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Наблюдаем образование зеленовато-бурого осадка. Раствор оставляем для отстаивания. После отстаивания раствор над осадком имеет сине-фиолетовую окраску.

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



5) В чистую пробирку переносим несколько капель исследуемого раствора, добавляем кристаллический  $\text{NH}_4\text{SCN}$ . Смесь перемешиванием до растворения реагента. Наблюдаем кроваво-красное окрашивание раствора.

*Вывод:* в смеси присутствует ион  $\text{Fe}^{3+}$ , а следовательно ион  $\text{Fe}^{2+}$  отсутствует.



**Система оценивания:**

- 1) За обнаружение 4 ионов с описанием хода эксперимента и наблюдаемых явлений – по 4 балла – 16 баллов.
- 2) За запись уравнений реакций, подтверждающих присутствие катионов - по 1 баллу – 4 балла.

**Итого: 20 баллов**

**Задание 2. Мысленный эксперимент.**

Дихромат аммония прокалили. Образовавшееся твердое вещество сплавляли с гидроксидом калия. Провели взаимодействие полученной соли с хлором и гидроксидом калия, при этом образовалась соль желтого цвета. В реакционную смесь прилили раствор серной кислоты, раствор приобрел оранжевую окраску. Затем в данный раствор прилили избыток раствора гидроксида калия и пропустили сернистый газ. Образовалось аморфное вещество зеленого цвета. Отобрали порцию вещества и прилили к данной порции раствор соляной кислоты. К полученному раствору добавили щелочь, образовался серо-зеленоватый аморфный осадок. Который прокалили. Продукт реакции сплавляли с кальцинированной содой. Образовавшееся твердое вещество растворили в растворе серной кислоты. Напишите уравнения описанных реакций.

**Решение:**

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = \text{N}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$	<b>1</b>
$\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{KOH} = 2\text{KCrO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	<b>1</b>
$2\text{KCrO}_2 + 3\text{Cl}_2 + 8\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 6\text{KCl} + 4\text{H}_2\text{O}$	<b>1</b>
$2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	<b>1</b>
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 10\text{KOH} + 3\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{K}_2\text{SO}_4$	<b>1</b>
$\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 6\text{HCl} = 3\text{KCl} + \text{CrCl}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$	<b>1</b>
$\text{CrCl}_3 + 3\text{KOH} = \text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{KCl}$	<b>1</b>
$2\text{Cr}(\text{OH})_3 = \text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	<b>1</b>
$\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaCrO}_2 + \text{CO}_2$	<b>1</b>
$2\text{NaCrO}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O}$	<b>1</b>
<b>Максимальный балл</b>	<b>10</b>

**Всего за практический тур: 30 баллов.**