

ЗАНЯТИЕ №4

ТЕМА: СВОЙСТВА БИОГЕННЫХ s, p, d-ЭЛЕМЕНТОВ, ИХ
АНАЛИТИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ.

(Итоговое занятие).

Цель занятия: Контроль, закрепление и систематизация знаний по химии биогенных элементов; их биологической роли в организме, токсическом действии ионов некоторых элементов и экологии в связи с загрязнениями неорганическими веществами; контроль и закрепление практических навыков аналитического определения ионов биогенных элементов в растворе.

Контрольная работа включает:

1. Итоговый письменный контроль по теме.
2. Контрольно-аналитическая задача на смесь катионов S- и d-элементов.

Цель. Определить катионный состав раствора.

Общие рекомендации: Анализ смеси катионов проводят в основном так называемым дробным методом, т.е. катионы открывают в отдельных пробах раствора. До начала открытия отдельных катионов необходимо провести некоторые предварительные наблюдения и испытания.

1. *Отмечают цвет испытуемого раствора.* По окраске раствора делают предварительные заключения о наличии или отсутствии в растворе тех или других катионов (табл. 1.).

Таблица 1.
Окраска некоторых катионов в растворе

Цвет раствора	Катионы
Голубой	Cu^{2+}
Желтый	Fe^{3+}
Фиолетово-зеленый (темный)	Cr^{3+}
Розовый	Co^{2+}
Светло-зеленый	Ni^{2+}
Желто-зеленый	Cu^{2+} и Fe^{3+} одновременно

Если раствор не окрашен, в нем отсутствуют отмеченные в табл. 1 катионы, дающие в воде окрашенные аквакомплексы.

2. *Испытывают анализируемый раствор на окрашивание пламени.* В неокрашенное пламя газовой горелки вносят на железной проволоке 1 каплю анализируемого раствора, записывают результат наблюдения и предварительный вывод о наличии (или отсутствии) в растворе того или иного катиона (табл. 2).

Если пламя остается прозрачным (неокрашенным), то в растворе отсутствуют указанные в табл. 2 (и некоторые другие, дающие окрашенное пламя) катионы.

При положительной реакции на пламя предполагаемый катион затем открывается в растворе проведением соответствующих качественных реакций.

Таблица 2
Окраска пламени некоторыми металлами

Окраска пламени	Катион
Фиолетовая	K^{+}
Желтая	Na^{+}
Кирпично-красная	Ca^{2+}
Желто-зеленая	Ba^{2+}
Зеленая	Cu^{2+}

3. *Определяют реакцию раствора.* Щелочная реакция раствора свидетельствует о присутствии в анализируемом растворе катионов сильных оснований: K^{+} , Na^{+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} . В щелочной среде отсутствуют катионы Mg^{2+} и большинства d-элементов, так как в этих условиях они образуют нерастворимые в воде гидроксиды. При $\text{pH} > 7$ не может существовать и ион аммония.

Кислая реакция указывает на присутствие в растворе свободных кислот (катион H_3O^{+}) или катионов слабых оснований.

4. *Испытывают действие едких щелочей.* Если анализируемый раствор имеет кислую или нейтральную реакцию, отбирают 2-3 капли раствора в пробирку и прибавляют 2-3 капли раствора КОН. Записывают результат наблюдения (цвет выпавшего осадка или его отсутствие) и делают вывод о наличии (отсутствии) в растворе тех или иных катионов:

Цвет выпавшего осадка	белый	белый, быстро буреющий на воздухе	грязно-зеленый	светло-бурый	синий	светло-зеленый	голубой
Катион	Mg^{2+}	Mn^{2+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Co^{2+}	Ni^{2+}	Cu^{2+}

Катионы Hg^{2+} образуют желтый, а катионы ртути (I) и серебра-черный осадок оксидов.

5. Испытывают действие калия гексацианоферрата (II) и (III). Реакцию обычно проводят капельным методом. На фильтровальную бумагу помещают 1 каплю анализируемого раствора и 1 каплю раствора реактива. Обращают внимание на цвет образовавшихся осадков (если осадки образуются), записывают результат наблюдения и делают выводы, руководствуясь табл. 3.

Если при действии на анализируемый раствор указанных реактивов осадка и бурого окрашивания не образуется, а при взаимодействии с едкими щелочами выпадает белый осадок, то раствор содержит катион магния.

После проведения предварительных испытаний делают вывод о наличии (отсутствии) в растворе тех или других катионов и проводят дополнительные анализы на ещё не открытые катионы.

При проведении анализа в основном используют характерные реакции, изученные в предыдущих работах. Но можно использовать и другие известные реакции. Так, катион Cu^{2+} можно открыть в растворе не только действием избытка водного раствора аммиака (в присутствии Cu^{2+} появляется ярко-синяя окраска), но и реакцией вытеснения меди железом: $Cu^{2+} + Fe^0 \rightarrow Fe^{2+} + Cu^0$. На железной проволоке, опущенной в раствор, появляется красный налет меди.

Таблица 3
Состав и цвет некоторых гексацианоферратов

Катион	$K_4[Fe(CN)_6]$	$K_3[Fe(CN)_6]$
Mn^{2+}	Белый осадок $Mn_2[Fe(CN)_6]$	Бурый осадок $Mn_3[Fe(CN)_6]_2$
Fe^{2+}	Белый осадок $K_2Fe[Fe(CN)_6]$	Синий осадок $KFe[Fe(CN)_6]$

Fe^{3+}	Синий осадок $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	Бурое окрашивание.
Cr^{3+}	Осадка не дает. Соосаждается с другими гексацианоферратми.	-
Co^{2+}	Зеленоватый осадок $\text{Co}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	Буровато-красный осадок $\text{Co}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$
Ni^{2+}	Зеленоватый осадок $\text{Ni}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	Желтовато-бурый осадок $\text{Ni}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$
Cu^{2+}	Темно-красный осадок $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	Красно-бурый осадок $\text{Cu}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$
Zn^{2+}	Белый осадок $\text{K}_2\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$	Коричнево-желтый осадок $\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$

Пример решения и оформления контрольно-аналитической задачи.

Для анализа получен раствор №1.

Предварительные наблюдения, испытания и выводы.

1. Внешний вид и цвет раствора – прозрачная бесцветная жидкость.

Вывод. В анализируемом растворе отсутствуют катионы Cr^{3+} , Fe^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} .

2. Окрашивание пламени. Пламя окрашивается в фиолетовый цвет.

Вывод. В анализируемом растворе, кроме отмеченных выше катионов, отсутствуют катионы Na^+ , Ca^{2+} . Возможно, присутствует катион K^+ .

3. Реакция раствора – кислая.

Вывод. В растворе присутствуют катионы d-элементов, которые, подвергаясь гидролизу, дают кислую реакцию среды.

4. Действие едких щелочей. Выпадает белый осадок, бурящийся на воздухе.

Вывод. Кроме перечисленных выше катионов, в анализируемом растворе отсутствуют Fe^{2+} , Hg^{2+} , Hg_2^{2+} . Возможно, присутствуют Mn^{2+} и Mg^{2+} .

5а. Действие $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Выпадает белый осадок.

Вывод. В анализируемом растворе, возможно, присутствуют катионы Mn^{2+} , Zn^{2+} .

5б. Действие $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Выпадает буро-желтый осадок.

Вывод. В растворе могут присутствовать катионы Mn^{2+} и Zn^{2+} .

Общий вывод на основании предварительных испытаний. В анализируемом растворе, возможно, присутствуют катионы K^+ , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} .

Затем открытие катионов проводят с помощью специфических реакций. (См. занятия NN2, 3)

Для подготовки к контрольной работе необходимо:

1. ПОВТОРИТЬ изученный на занятиях N1-3 программный материал; аналитические реакции s, p, d- элементов (См. практикум, стр.139-168.).

3. ПОДГОТОВИТЬСЯ к выполнению контрольно-аналитического задания "Анализ смеси ионов" (См. практикум, стр.153. работа 6.3; опыты 1,3,4,5.).

Литература: См. занятия N1-3.