

Итоговое занятие «Биогенные элементы. Физико-химические процессы в полости рта».

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.

- **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.

- **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+}

- **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.

- **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 Hg²⁺ образуют желтый, а катионы ртути (I) и серебра-черный осадок оксидов.

- 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 Cu²⁺ можно открыть в растворе не только действием избытка водного раствора аммиака (в присутствии Cu²⁺ появляется ярко-синяя окраска), но и реакцией вытеснения меди железом: $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe}^0 \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^0$. 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 ₂ Fe[Fe(CN) ₆]	Синий осадок KFe[Fe(CN) ₆]
Fe ³⁺	Синий осадок KFe[Fe(CN) ₆]	Бурое окрашивание.
Cr ³⁺	Осадок не дает. Соосаждается с другими гексацианоферратми.	-
Co ²⁺	Зеленоватый осадок Co ₂ [Fe(CN) ₆]	Буровато-красный осадок Co ₃ [Fe(CN) ₆] ₂
Ni ²⁺	Зеленоватый осадок Ni ₂ [Fe(CN) ₆]	Желтовато-бурый осадок Ni ₃ [Fe(CN) ₆] ₂
Cu ²⁺	Темно-красный осадок Cu ₂ [Fe(CN) ₆]	Красно-бурый осадок Cu ₃ [Fe(CN) ₆] ₂
Zn ²⁺	Белый осадок K ₂ Zn ₃ [Fe(CN) ₆] ₂	Коричневато-желтый осадок Zn ₃ [Fe(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 №№2, 3)