

Теоретическая часть.

ЭЛЕМЕНТЫ КАЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА.

Химический анализ вещества предполагает определение его качественного и количественного состава. Качественный анализ является первым этапом идентификации вещества, задачей которого является установление его элементного, атомного или ионного состава.

Методы, применяемые в этом виде анализа, могут быть *химическими и физическими*. В данной работе рассматриваются химические методы определения состава анализируемой системы, основанные на проведении качественных реакций, сопровождающихся *аналитическими признаками* (выделением газа, образованием осадка, изменением цвета и т.д.). Такие реакции называются *аналитическими*. Проведение их основано на реакции компонента анализируемого раствора с веществом, дающим аналитический признак и тем самым показывающих присутствие искомого иона. В данном случае добавляемое вещество называют *реагентом*. Аналитические реакции могут быть разных типов: осаждения, нейтрализации, окисления-восстановления, комплексообразования и т.д.

Наименьшее количество вещества, которое может быть определено с наибольшей вероятностью, характеризующейся четким аналитическим признаком или *аналитическим сигналом* называется *пределом обнаружения*. В современном качественном анализе применяют реакции с пределом обнаружения 10^{-7} грамм.

Химические реакции, применяемые в качественном анализе делят на *общие, групповые, селективные и специфические*.

Общие реакции дают одинаковый аналитический признак с большим количеством ионов. При этом применяемый реагент также называется *общим реагентом*.

Групповые реакции- частный случай общих, когда из общего количества обнаруженных ионов можно выделить группу, дающую одинаковый аналитический признак с одним реагентом. В этом случае ионы делят на *аналитические группы*.

Примеры деления катионов на аналитические группы:

СЕРОВОДОРОДНЫЙ МЕТОД

группа	катионы	групповой агент	растворимость
I	K^+ Na^+ NH_4^+ Mg^{2+}	нет	Сульфиды, хлориды, сульфаты, гидроксиды (кроме Mg) растворяются в воде
II	Ba^{2+} Sr^{2+} Ca^{2+}	$(NH_4)_2CO_3$ +аммонийный буфер (NH_4OH+NH_4Cl , pH=9,25)	Сульфиды растворяются в воде. Карбонаты не растворяются в воде
III	Fe^{2+} Fe^{3+} Cr^{3+} Al^{3+} Mn^{2+} Ni^{2+} Zn^{2+} Co^{2+}	$(NH_4)_2S$ + аммонийный буфер (NH_4OH+NH_4Cl , pH=9,25)	Сульфиды не растворяются в воде (сульфиды Cr и Al разлагаются водой), но растворяются в разведенных кислотах
IV	Cu^{2+} Hg^{2+} Bi^{3+} Sn^{2+} $Sn(IV)$ $Sb(III)$ $Sb(V)$ $As(III)$ $As(V)$	H_2S , HCl (pH=0,5)	Сульфиды не растворяются в воде и в разведенных кислотах
V	Ag^+ Pb^{2+} Hg_2^{2+}	HCl	Сульфиды не растворяются в воде. Хлориды не растворяются в воде и в разведенных кислотах

АММИАЧНО-ФОСФАТНЫЙ МЕТОД

группа	катионы	групповой агент	растворимость
I	Ag^+ Pb^{2+} Hg_2^{2+}	HCl	Хлориды не растворяются в воде
II	Sn^{2+} $Sn(IV)$ $Sb(III)$ $Sb(V)$	HNO_3	Метасурьмяная и метаоловянная кислоты не растворяются в воде
III	Ba^{2+} Sr^{2+} Ca^{2+} Mg^{2+} Mn^{2+} Fe^{2+} Fe^{3+} Cr^{3+} Al^{3+}	$(NH_4)_2HPO_4$, конц. NH_4OH	Фосфаты не растворяются в воде и в избытке аммиака
IV	Cu^{2+} Hg^{2+} Cd^{2+} Ni^{2+} Zn^{2+} Co^{2+}	$(NH_4)_2HPO_4$, конц. NH_4OH	Фосфаты не растворяются в воде, но растворяются в

			избытке аммиака
V	$K^+ Na^+ NH_4^+$	нет	Хлориды, сульфаты, гидроксиды растворяются в воде

КИСЛОТНО-ОСНОВНОЙ МЕТОД

группа	катионы	групповой агент	растворимость
I	$K^+ Na^+ NH_4^+$	нет	Хлориды, сульфаты, гидроксиды растворяются в воде
II	$Ag^+ Pb^{2+} Hg_2^{2+}$	HCl	Хлориды не растворяются в воде
III	$Ba^{2+} Sr^{2+} Ca^{2+}$	$H_2SO_4 + C_2H_5OH$	Сульфаты не растворяются в воде
IV	$Cr^{3+} Al^{3+} Zn^{2+} Sn^{2+}$ $Sn(IV) As(III) As(V)$	избыток NaOH + $3\%H_2O_2$	Гидроксиды не растворяются в воде, но растворяются в избытке щелочи
V	$Fe^{2+} Fe^{3+} Mg^{2+} Mn^{2+}$ $Bi^{3+} Sb(III) Sb(V)$	избыток конц NH_4OH	Гидроксиды не растворяются в воде и не растворяются в избытке щелочи и аммиака
VI	$Co^{2+} Cd^{2+} Ni^{2+} Cu^{2+}$ Hg^{2+}	избыток конц NH_4OH	Гидроксиды не растворяются в воде, избытке щелочи, но растворяются в избытке аммиака

Селективные или избирательные реакции, позволяют обнаружить из смеси ионов ограниченное число катионов или анионов.

Специфическими реакциями являются те, что дают четкий аналитический признак, характерный для одного иона. Таких реакций крайне мало.

Качественный анализ можно выполнить дробно, отбирая исследуемые пробы для каждой аналитической реакции (*дробный анализ*), либо использовать одну отобранную пробу исследуемого объекта, проводя последовательно аналитические определения на обнаружение всех предполагаемых ионов. Этот прием проведения анализа называется *систематическим анализом*.

РЕАКЦИИ КАТИОНОВ.

Лабораторная работа № 1

Порядок работы

I. Катион меди (Cu^{2+})

К раствору сульфата меди прибавить сначала немного раствора аммиака, а затем избыток. В избытке раствора NH_4OH осадок растворяется, при этом образуется темно-синий раствор, содержащий комплексные катионы $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$. Написать уравнение реакции. Эта реакция характерна для иона меди.

II. Катион железа (Fe^{3+})

1. К раствору хлорида железа прибавить раствор аммиака. Выпадает бурый осадок гидроксида железа. Написать уравнение реакции.
2. К раствору хлорида железа прибавить раствор желтой кровяной соли. Выпадает синий осадок берлинской лазури $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$. Написать уравнение реакции. Эта реакция характерна для трехвалентного железа.
3. К раствору хлорида железа прибавить раствор роданида калия или аммония. Появляется характерное кроваво-красное окрашивание вследствие образования роданида железа. Написать уравнение реакции.

III. Катион алюминия (Al^{3+})

1. К раствору $Al_2(SO_4)_3$ прибавить несколько капель раствора щелочи $NaOH$. Выпадает осадок гидроксида алюминия. Прибавить избыток раствора $NaOH$. Осадок растворяется. Написать уравнение реакции. Объяснить, почему происходит растворение.
2. К раствору $Al_2(SO_4)_3$ прибавить избыток раствора NH_4OH . Написать уравнение реакции. Растворяется ли осадок?
3. К раствору соли алюминия прибавить раствор NH_4OH и 1–2 капли раствора ализарина. Появление осадка красного цвета указывает на присутствие катиона Al^{3+} .

IV. Катион хрома (Cr^{3+})

1. К раствору $CrCl_3$ прибавить несколько капель раствора $NaOH$. Серовато-зелёный осадок состоит из гидроксида хрома. Прибавить избыток раствора щелочи. Осадок растворяется вследствие образования хромита натрия $NaCrO_2$. Какое свойство хрома при этом проявляется? Написать уравнение реакции:



2. К раствору хромита натрия от предыдущего опыта прибавить несколько крупинок пероксида натрия . (**ОСТОРОЖНО!**). Пероксид натрия не должен соприкасаться с органическими веществами : бумагой, деревом, материей и т.п.). Раствор нагреть. Пожелтение раствора указывает на окисление иона CrO_2^{1-} до иона CrO_4^{2-} :



3. К раствору K_2CrO_4 прибавить раствор $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Образуется светло-желтый осадок PbCrO_4 . Написать уравнение реакции.

4. На фильтровальную бумагу нанести каплю раствора K_2CrO_4 и каплю раствора бензидина в уксусной кислоте, появляется темно-синее окрашивание. Бензидин, $\text{NH}_2-(\text{C}_6\text{H}_4)_2-\text{NH}_2$, окисляется в бензидиновую синь, строение которой не вполне выяснено.

V. Катион магния (Mg^{2+})

1. В две пробирки налить раствор MgCl_2 и добавить в одну – раствор NH_4OH , а в другую сначала концентрированный раствор NH_4Cl , а затем раствор NH_4OH . В какой пробирке образуется осадок гидроксида магния? Почему NH_4Cl препятствует образованию осадка?

Для ответа на этот вопрос рассмотрите равновесия:



В какую сторону сместится равновесие первой реакции от добавления избытка ионов NH_4^+ ?

В каком направлении пойдёт вторая реакция, если уменьшится концентрация ионов OH^- ?

2. К раствору магниевой соли прибавить растворы NH_4Cl , NH_4OH , а затем Na_2HPO_4 . Медленно образуется осадок MgNH_4PO_4 ,имеющий мелкокристаллическое строение.

VI. Катион кальция (Ca^{2+})

1. К раствору CaCl_2 прибавить раствор соды. Образуется осадок CaCO_3 .

2. К раствору CaCl_2 прибавить раствор оксалата.

Задание №1

Выполните качественный анализ природной воды, отобранной из выбранного Вами источника, на обнаружение в ней следующих катионов:

катионов - Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} .