

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ. ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ РЕАКЦИЙ НА АНИОНЫ

Цель работы: провести качественные реакции на анионы и ознакомиться с их внешними проявлениями; отразить сущность процесса химическими уравнениями; научиться писать полные молекулярные, полные ионные, сокращенные ионные уравнения химических реакций

Теоретическая часть

Одно из важнейших применений химии – анализ веществ. Химический анализ подразделяется на качественный и количественный. Качественным анализом производится идентификация вещества и устанавливают наличие в нём тех или иных примесей. Количественным анализом устанавливается конкретное содержание основного вещества и примесей. Качественный анализ предшествует количественному определению примесей. Качественный анализ отвечает на вопрос «что?» (присутствует в веществе), а количественный – на вопрос «сколько?».

Качественный анализ неорганической веществ основан на обнаружении в растворах этих веществ катионов и анионов с помощью характерных качественных реакций. Не все химические реакции пригодны для качественного анализа. *Характерной называют реакцию, сопровождающуюся изменением окраски, выпадением осадка, растворением осадка или выделением газа.* Характерная качественная реакция является *селективной*, т.е. с ее помощью данный элемент обнаруживается в присутствии большого числа других элементов.

Важной характеристикой качественной реакции является ее *чувствительность*. Чувствительность выражается наименьшей концентрацией раствора, при которой данный элемент еще может быть уверенно обнаружен без предварительной обработки раствора с целью увеличения его концентрации.

В качественном анализе аналитические реакции делят на *групповые* - это реакции, протекающие под действием так называемого группового реактива, и, дающие сходный внешний эффект с несколькими ионами, а также *специфические* - реакции, которые позволяют обнаружить данный ион в присутствии других ионов. С помощью групповых реакций та или иная аналитическая группа катионов (анионов) может быть отделена от раствора осаждением.

В химическом анализе неорганических соединений, как правило, исследуют водные растворы, в которых вещества находятся в диссоциированном состоянии. Поэтому качественный анализ соли заключается в обнаружении или, как говорят, открытии, отдельных катионов и анионов. Для удобства обнаружения ионы делят на аналитические группы.

В кислотно-основном методе различают шесть аналитических групп катионов и три - анионов.

Специфические реакции на отдельные ионы обладают селективностью и высокой чувствительностью. В данной работе изучаются как групповые, так и специфические реакции.

Таблица 1

Классификация анионов по аналитическим группам

Группа	Анионы	Групповой реактив	Образующийся продукт	Внешний эффект
1	SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , SiO_3^{2-} ,	BaCl_2 в нейтральной или в слабощелочной среде	Соли бария	Осадки белого цвета
2	Cl^- , Br^- , I^- , S^{2-}	AgNO_3 в присутствии HNO_3	Соли серебра	AgCl - белый AgBr , AgI - светло-желтые Ag_2S - черный
3	NO_2^- , NO_3^-	дифениламин	Растворимые в воде соли	Синее окрашивание

Таблица 2

Экспериментальная часть

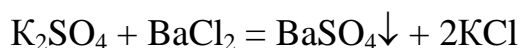
В настоящей работе необходимо проделать качественные реакции на отдельные анионы. Для этого в вашем распоряжении имеется набор необходимых химических реактивов, набор пробирок. Реактивы после проведения опыта необходимо ставить на место. Порядок расположения реактивов в штативе указан в специальной таблице, расположенной рядом со штативом. Все реактивы пронумерованы, чтобы их легче было ставить на место. С порядком расположения реактивов ознакомьтесь вместе с преподавателем. Пробирки после опытов необходимо тщательно вымыть.

Опыты 1-3. Качественные реакции на анионы I группы.

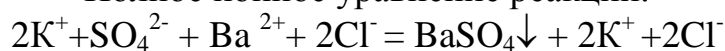
Опыт 1. Качественная реакция на сульфат-анионы

Проведем самую известную качественную реакцию на анионы SO_4^{2-} . Для этого поместите в пробирку 3-5 капель раствора сульфата калия K_2SO_4 и добавьте в эту же пробирку 3-5 капель раствора хлорида бария BaCl_2 . Образуется белый осадок *сульфата бария*. После отстаивания слейте с осадка жидкость и добавьте к осадку 2-3 капли раствора соляной кислоты. Убедитесь в том, что белый осадок BaSO_4 в ней не растворяется. Написать уравнения выполненных реакций в молекулярном и ионном (полное и сокращенное) виде.

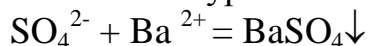
Молекулярное уравнение реакции:



Полное ионное уравнение реакции:



Сокращенное ионное уравнение реакции:

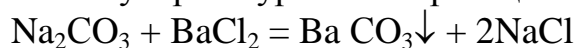


Вывод: обнаружить сульфат-анион можно прибавлением солей бария. Выпадает белый осадок сульфата бария, нерастворимого даже в сильных кислотах

Опыт 2. Качественная реакция на карбонат-анионы

При выполнении реакции к 3-5 каплям раствора карбоната натрия Na_2CO_3 добавьте 3-5 капель раствора BaCl_2 , наблюдая образование осадка BaCO_3 . После отстаивания слить с осадка жидкость и подействовать на осадок соляной (2-3 капли) или азотной кислотой, наблюдая выделение CO_2 . Уравнения реакции привести в молекулярном и ионном (полное и сокращенное) виде.

Молекулярное уравнение реакции:



Полное ионное уравнение реакции:

Сокращенное ионное уравнение реакции:

Растворяем карбонат бария в кислотах:



Полное ионное уравнение реакции:

Сокращенное ионное уравнение реакции:

Вывод: Хлорид бария BaCl_2 осаждает ионы CO_3^{2-} в виде белого осадка BaCO_3 , который растворяется в соляной, азотной и уксусной кислотах с выделением углекислого газа.

Опыт 3. Качественная реакция на фосфат-анионы

Опыт проделывают аналогично двум предыдущим, добавлением 3-5 капель раствора хлорида бария BaCl_2 к 3-5 каплям раствора соли фосфата натрия Na_3PO_4 . Наблюдаемый эффект, уравнения реакций (молекулярное, полное и сокращенное ионное), вывод напишите самостоятельно.

ВЫВОД по опытам 1-3

Хлорид бария является групповым реагентом на анионы первой группы. Об их присутствии можно судить по образованию белого осадка соответствующих солей бария, обладающих различной растворимостью.

Опыты 4-5. Качественные реакции на анионы II аналитической группы.

Опыт 4. Качественные реакции на хлорид-анионы

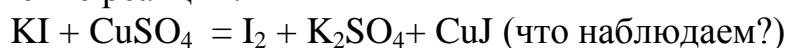
Анионы Cl^- , Br^- и I^- обнаруживаются с помощью нитрата серебра. *Нитрат серебра* AgNO_3 образует с галогенид-анионами белый творожистый осадок AgCl , желтоватый осадок AgBr и желтый осадок AgI .

При выполнении реакции к 3-5 каплям раствора хлорида натрия NaCl добавьте 3-5 капель раствора нитрата серебра AgNO_3 наблюдая образование белого творожистого осадка AgCl . Уравнения реакции привести в молекулярном и ионном (полное и сокращенное) виде.

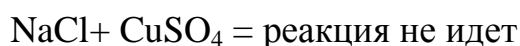


Опыт 5. Действие специфических реагентов на иодид-анион

Ионы меди окисляют иодид-анион до свободного йода, но не окисляют хлорид-анион. Чтобы убедиться в этом, в две пробирки налейте по несколько капель раствора сульфата меди и добавьте в одну пробирку раствор иодида калия, и а в другую – раствор хлорида натрия. Запишите наблюдаемый эффект и уравнение реакции:



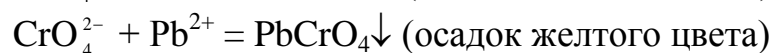
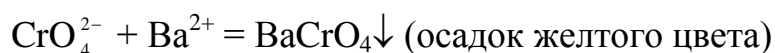
Это окислительно-восстановительная реакция, поэтому ионное уравнение здесь не требуется. Рассмотрите эту реакцию как ОВР, укажите окислитель и восстановитель и баланс степеней окисления



ВЫВОД по опытам 4-5 сделайте самостоятельно

Опыт 6. Обнаружение ионов CrO_4^{2-} и $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

Образование нерастворимых солей. Ионы CrO_4^{2-} образуют с катионами Ba^{2+} , Pb^{2+} и с Ag^+ нерастворимые хроматы:



Выполните любой из этих трех опытов. Растворы солей этих катионов (хлорид бария, нитрат свинца, нитрат серебра - одной на выбор или по заданию преподавателя) вы найдете в штативе с реактивами, и 3-5 капель раствора добавьте к 3 каплям раствора хромата калия K_2CrO_4 . При

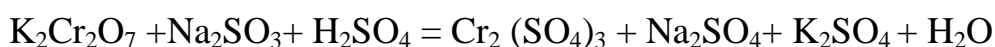
проведении реакций раствор необходимо подкислять уксусной кислотой для более полного протекания реакций.

Уравнения реакции привести в молекулярном и ионном (полное и сокращенное) виде, описать наблюдаемые эффекты.

Вывод:

Опыт 7. Обнаружение ионов $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

Бихромат – анион $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ обнаружим с помощью окислительно-восстановительной реакции. При выполнении реакции в раствор $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (5-6 капель), подкисленный серной кислотой (3-4 капли), внести 1 ложечку кристаллического сульфита натрия Na_2SO_3 (стоит отдельно!). Описать опыт и привести уравнение окислительно-восстановительной реакции. Рассмотреть баланс степеней окисления. Расставить коэффициенты.



Аналитическим признаком реакции является изменение окраски раствора: растворы хроматов имеют желтую окраску, растворы дихроматов – оранжевую, а растворы солей трехвалентного хрома – зеленую или фиолетовую.

В выводе ответьте на вопросы: Что вы наблюдаете в ходе этой реакции? По каким внешним признакам можно судить об образовании сульфата трехвалентного хрома?

Опыт 8. Качественные реакции на нитрит-ионы

Нитриты в кислой среде восстанавливают перманганат калия. О наличии или отсутствии нитритов в растворе можно судить по обесцвечиванию.

Для проведения опыта в пробирку добавить в указанной последовательности растворы перманганата калия, серной кислоты (по 3 капли) и затем только 1 каплю раствора нитрита натрия и слегка взболтать смесь. Что наблюдаем?

Описать опыт и привести уравнение окислительно-восстановительной реакции. Рассмотреть баланс степеней окисления. Расставить коэффициенты

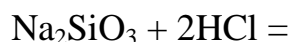


Вывод:

Опыт 9. Обнаружение силикат-анионов:

Силикат-анионы обнаруживают при добавлении к растворам его солей концентрированных кислот: при этом выпадает характерный осадок кремневой кислоты гелеобразного вида. Конц кислоты хранятся отдельно, не в штативе, будьте осторожны при выполнении этого и следующего опыта.

Налейте в пробирку силикатный клей – это раствор силиката натрия Na_2SiO_3 и добавьте несколько капель конц. соляной кислоты HCl до образования геля. Закончите уравнение реакции. Уравнения реакции привести в молекулярном и ионном (полное и сокращенное) виде. Опишите внешний вид и агрегатное состояние геля кремневой кислоты



Опыт 10. Обнаружение ацетат-анионов:

К раствору ацетата натрия добавьте 2-3 капли конц. серной кислоты. По характерному запаху выделяющейся уксусной кислоты можно судить о наличии ацетат-анионов в растворе.



Закончите уравнение реакции. Уравнения реакции привести в молекулярном и ионном (полное и сокращенное) виде. Опишите наблюдаемый эффект.

Сделайте общий **вывод** по работе. Он может быть примерно таким: *мы познакомились с некоторыми общими и характерными качественными реакциями на основные анионы, присутствующие, как правило, в природных водах, наблюдали их внешние проявления и усвоили суть химических процессов, протекающих при выполнении качественных реакций.*

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ. ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ РЕАКЦИЙ НА КАТИОНЫ

Таблица 1

Катионы первой группы

Катион	Характерные реакции	Наблюдения
Ag^+	$2\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{CrO}_4 = \text{Ag}_2\text{CrO}_4\downarrow + 2\text{NaNO}_3$	
Pb^{2+}	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KI} = \text{PbI}_2\downarrow + 2\text{KNO}_3$	
Hg_2^{2+}	$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KCl} = \text{Hg}_2\text{Cl}_2\downarrow + 2\text{KNO}_3$	

Таблица 2

Катионы второй группы

Катион	Характерные реакции	Наблюдения
Ba^{2+}	$\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CrO}_4 = \text{BaCrO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$ (реакция в присутствии CH_3COOH)	
Ca^{2+}	$\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \xrightarrow{T} \text{CaC}_2\text{O}_4\downarrow + 2\text{HCl}$	
Sr^{2+}	$\text{SrSO}_4 + \text{CaSO}_4 = \text{SrSO}_4\downarrow + \text{CaSO}_4$ “гипсовая вода”	

При проведении качественных реакций на катионы третьей группы обратить внимание на то, что соответствующие им гидроксиды являются амфолитами, т.е. растворяются и в кислотах, и в щелочах. Поэтому при получении амфолитов, щелочь к раствору соли следует приливать *по каплям*, сначала 1 - 2 капли, затем избыток.

Таблица 3

Катионы третьей группы

Катион	Характерные реакции	Наблюдения
Al^{3+}	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NaOH}(\text{нед}) = 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NaOH}(\text{изб}) = \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6](\text{раствор})$ $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + \text{NH}_4\text{Cl}(\text{нас.р}) \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{NH}_3 + \text{NaCl} + \text{NaOH}$	
Zn^{2+}	$\text{ZnSO}_4 + 2\text{NaOH}(\text{нед}) = \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH}(\text{изб}) = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4](\text{раствор})$ $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + 4\text{NH}_4\text{Cl}(\text{нас.р}) \rightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2 + 2\text{NaCl} + 4\text{H}_2\text{O}$ –этой реакцией катион Zn^{2+} отличается от катиона Al^{3+}	
Cr^{3+}	$\text{CrCl}_3 + 3\text{NaOH}(\text{нед}) = \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NaCl}$ $\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{NaOH}(\text{изб}) = \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6](\text{раствор})$	
Sn^{2+}	$\text{SnCl}_2 + 2\text{NaOH}(\text{нед}) = \text{Sn}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{Sn}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH}(\text{изб}) = \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4](\text{раствор})$	

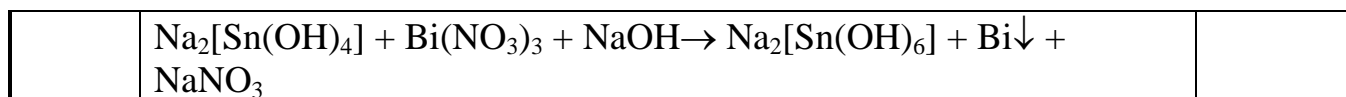


Таблица 4

Катионы четвертой группы

Катион	Характерные реакции	Наблю-дения
Fe^{2+}	1. $\text{FeSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$ 2. $\text{FeSO}_4 + \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] = \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]\downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4$	
Fe^{3+}	1. $\text{FeCl}_3 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] = \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]\downarrow + 3\text{KCl}$ 2. $\text{FeCl}_3 + 3\text{NH}_4\text{CNS} = \text{Fe}(\text{CNS})_3 + 3\text{NH}_4\text{Cl}$	
Mg^{2+}	$\text{MgCl}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{Na}_2\text{HPO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}\downarrow + 2\text{NaCl}$	
Bi^{3+}	$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{NaOH}(\text{изб}) + \text{SnCl}_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6] + \text{Bi}\downarrow + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	
Sb^{3+}	$2\text{SbCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t} \text{Sb}_2\text{S}_3\downarrow + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{NaCl}$	
Mn^{2+}	$\text{MnSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Mn}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_4\downarrow$ $\text{Mn}(\text{OH})_4 \rightarrow \text{MnO}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}$	

Таблица 5

Катионы пятой группы

Катион	Характерные реакции	Наблюдения
Co^{2+}	$\text{CoCl}_2 + \text{NaOH}(\text{нед}) = \text{Co}(\text{OH})\text{Cl} + \text{NaCl}$ $\text{Co}(\text{OH})\text{Cl} + \text{NaOH}(\text{изб}) = \text{CoCl}_2\downarrow + \text{NaCl}$	
Ni^{2+}	1. $\text{NiSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ 2. $\text{NiSO}_4 + 6\text{NH}_4\text{OH}(\text{изб}) = [\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$ $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4 + 2\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2 + 4\text{H}_2 = \text{Ni}[\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_2]_2\downarrow + \text{NH}_4\text{OH}$ диметилглиоксим	
Cu^{2+}	$\text{CuSO}_4 + 4\text{NH}_4\text{OH} = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$	
Cd^{2+}	$\text{CdCl}_2 + \text{Na}_2\text{S} = \text{CdS}\downarrow + 2\text{NaCl}$	
Hg^{2+}	$\text{HgCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{HgO}\downarrow + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NaCl}$	

Таблица 6

Катионы шестой группы

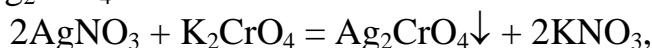
Катион	Характерные реакции	Набл юдени я
Na^+	$\text{NaCl} + \text{KH}_2\text{SbO}_4 = \text{NaH}_2\text{SbO}_4\downarrow + \text{KCl}$ для ускорения реакции потереть палочкой о стенку пробирки	

K^+	$KCl + NaHC_4H_4O_6 = KHC_4H_4O_6\downarrow + NaCl$ для ускорения реакции потереть палочкой о стенку пробирки	
NH_4^+	1. $NH_4Cl + NaOH \xrightarrow{t} NH_3\uparrow + NaCl + H_2O$ 2. $NH_4Cl + 2K_2[HgI_4] + 4KOH = [O(Hg)_2NH_2]\downarrow + 7KI + KCl + 3H_2O$ реактив Несслера	

Опыт 1. Качественные реакции на катионы серебра

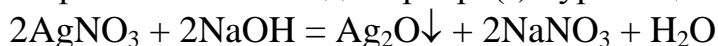
Для обнаружения катионов Ag^+ используются его реакции с хроматом калия, щелочами и галогенидами щелочных металлов.

1. Хромат калия K_2CrO_4 образует с ионами Ag^+ кирпично-красный осадок хромата серебра Ag_2CrO_4 :

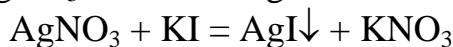
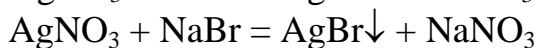
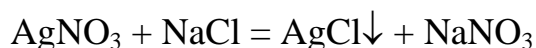


который растворяется в HNO_3 и NH_4OH , но не растворяется в уксусной кислоте.

2. Гидроксиды ($NaOH$ или KOH) образуют с ионами Ag^+ осадок $AgOH$, разлагающийся с образованием оксида серебра(I) бурого цвета:



3. Растворы хлоридов, бромидов и йодидов образуют с ионами Ag^+ белый творожистый осадок $AgCl$, бледно-зеленый $AgBr$ и желтый AgI :



Осадок хлорида серебра хорошо растворяется в NH_4OH с образованием комплексного соединения:



бромид серебра растворяется в NH_4OH частично, а йодид серебра практически нерастворим.

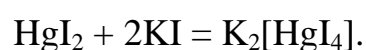
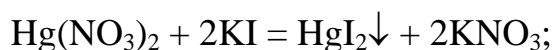
Получив от лаборанта раствор нитрата серебра, провести все указанные реакции, написать их уравнения и указать признаки, по которым обнаруживаются катионы серебра. Сделать вывод о том, какая из реакций является наиболее чувствительной.

Опыт 2. Качественные реакции на катионы ртути

Щелочи образуют с солями ртути (II) желтый осадок HgO , т.к. гидроксид ртути(II) неустойчив:



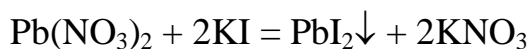
Йодид калия образует с ионами Hg^{2+} оранжево-красный осадок йодида ртути(II), который в избытке реактива растворяется, образуя в растворе бесцветное устойчивое комплексное соединение тетраiodогидратгерат(II) калия:



Провести реакции, указать признаки обнаружения катионов Hg^{2+} и сделать вывод о том, какая из этих реакций является более чувствительной.

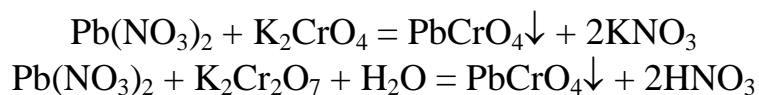
Опыт 3. Качественные реакции на катионы свинца

1. Иодид калия образует с ионами Pb^{2+} желтый осадок йодида свинца(II):



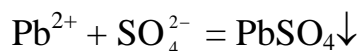
Получив осадок, прибавьте в пробирку несколько капель воды и 2н. раствора уксусной кислоты и нагрейте. При этом осадок растворяется, но при охлаждении (погружении пробирки в холодную воду) PbI_2 снова появляется в виде блестящих золотистых кристаллов. Эта специфическая для Pb^{2+} реакция является одной из наиболее красивых реакций в аналитической химии.

2. Хромат и дихромат калия образует с катионами Pb^{2+} один и тот же осадок – хромат свинца(II) желтого цвета:



Осадок растворяется в растворах щелочей, в растворе аммиака и в уксусной кислоте, а в разбавленной азотной кислоте растворяется частично. Эта реакция на ионы Pb^{2+} является наиболее чувствительной.

3. Серная кислота и растворимые сульфаты осаждают ион Pb^{2+} в виде белого осадка сульфата свинца(II):



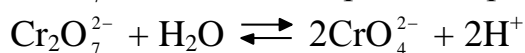
Осадок растворим при нагревании в растворах щелочей, вследствие образования тетрагидроксоплюмбатов(II), например:



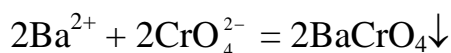
Провести реакции, написать их уравнения и указать признаки обнаружения ионов свинца (II).

Опыт 4. Качественные реакции на катионы бария

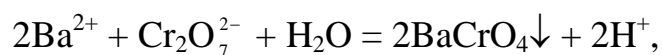
Дихромат калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ образует с ионами Ba^{2+} желтый осадок BaCrO_4 , а не BaCr_2O_7 , как можно было бы ожидать. Объясняется это тем, что в растворе дихромата калия имеются ионы CrO_4^{2-} , которые образуются в результате взаимодействия ионов $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ с водой по обратимой реакции:



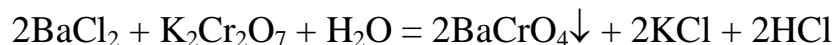
Несмотря на то, что концентрация ионов CrO_4^{2-} невелика, она все же достаточна для того, чтобы образовался осадок BaCrO_4 , произведение растворимости которого намного меньше, чем произведение растворимости дихромата бария:



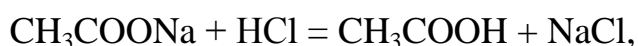
При сложении обоих уравнений получают общее ионное уравнение этой специфической реакции:



по которому можно написать молекулярное:



Осадок хромата бария растворим в сильных кислотах и не растворим в уксусной кислоте. Сильная кислота HCl образуется при самой реакции, поэтому полного осаждения BaCrO₄ не происходит. Но, если к исходному раствору хлорида бария прибавить избыток ацетата натрия (CH₃COONa), то соляная кислота будет взаимодействовать с ним с образованием слабой уксусной кислоты:



в которой BaCrO₄ нерастворим.

Ионы Ca²⁺ и Sr²⁺ с дихроматом калия осадков не образуют и обнаружению бария не мешают, поэтому рассмотренная реакция применяется не только для открытия ионов Ba²⁺, но и для отделения их от ионов кальция и стронция.

Осадок BaCrO₄ образуется также при действии на растворы солей бария хроматом калия K₂CrO₄ (проведите реакцию). Однако хромат калия образует такой же желтый осадок SrCrO₄ с ионами Sr²⁺, поэтому реакция уже не является специфической.

Для проведения опыта необходимо внести в пробирку 2-3 капли раствора BaCl₂, добавить 5-6 капель раствора ацетата натрия и действовать раствором дихромата калия, наблюдая образование желтого осадка хромата бария.

Опыт 5. Качественные реакции на катионы железа

Железо в виде катионов Fe²⁺ и Fe³⁺ постоянно присутствует в грунтовых водах Западной Сибири. Для обнаружения этих катионов используется несколько высокочувствительных реакций.

а) Обнаружение ионов Fe²⁺

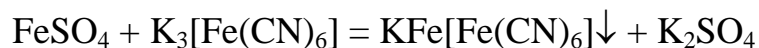
1. Гидроксиды NaOH и KOH, а также гидроксид аммония NH₄OH образует с ионами Fe²⁺ зеленый осадок гидроксида железа(II). Осадок растворим только в кислотах, т.к. Fe(OH)₂ не обладает амфотерными свойствами. При перемешивании стеклянной палочкой зеленый осадок становится бурым вследствие окисления кислородом воздуха до Fe(OH)₃.

Ход опыта. Несколько микрокристалликов сульфата железа(II) или соли Мора (NH₄)₂Fe(SO₄)₂·6H₂O растворить в 20 каплях воды и разделить раствор на две примерно равные части, отлив половину во вторую пробирку для проведения следующего опыта.

В первую пробирку добавить 2-3 капли раствора щелочи или аммиака. Образуется нерастворимый гидроксид железа(II) светло-зеленого цвета. Перемешать раствор стеклянной палочкой. Что происходит с осадком?

В отчете написать уравнения реакций образования гидроксида железа (II) и его окисления кислородом при участии воды.

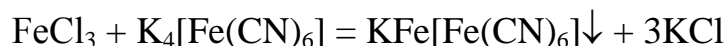
2. Гексацианоферрат(II) калия образует с ионом Fe^{2+} синий осадок комплексного соединения – "турнбулевой сини".



Эта реакция – наиболее чувствительная на ионы железа(II). Она проводится во второй пробирке с раствором сульфата железа(II) или соли Мора добавлением (по каплям) гексацианоферрата(II) калия. Осадок обычно образуется уже после добавления первой капли этого реактива.

б) Обнаружение ионов Fe^{3+}

1. Гексацианоферрат(IV) калия образует с ионом Fe^{3+} темно-синий осадок "берлинской лазури":



Ход опыта. Поместить в пробирку одну каплю взятого из штатива раствора FeCl_3 , разбавить его водой (6-8 капель) и прибавить 1-2 капли раствора $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

В отчете описать опыт и объяснить, чем отличается "берлинская лазурь" от "турнбулевой сини". Для правильного ответа на этот вопрос необходимо определить степени окисления атомов железа в обоих соединениях и ознакомиться с соответствующим материалом в учебных пособиях.

2. Роданид аммония NH_4SCN или калия KSCN образует с ионами Fe^{3+} роданид железа $\text{Fe}(\text{SCN})_3$, окрашивающий раствор в кроваво-красный цвет:



Эта реакция наиболее чувствительная на ионы Fe^{3+} , однако, она не всегда надежна, т.к. ряд веществ, образующих комплексы с ионом Fe^{3+} , мешают появлению окраски. К таким веществам относятся фториды, фосфорная кислота, соли щавелевой кислоты.

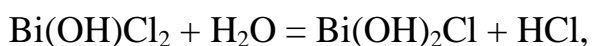
Провести опыт, добавляя в разбавленный раствор хлорида железа(III) роданид аммония; убедиться в появлении кроваво-красной окраски раствора.

Опыт 6. Качественные реакции на катионы висмута

1. При гидролизе солей висмута(III) образуется белый осадок оксосоли. Сначала на первой ступени гидролиза образуется растворимая гидроксо соль:



на второй ступени образуется дигидроксо соль:



которая неустойчива и самопроизвольно разлагается до нерастворимой оксосоли с выделением воды:



При обработке осадка кислотой он растворяется, но при повторном разбавлении водой снова образуется, и выпадает в осадок оксо соль.

Провести и описать опыт. Уравнения реакций гидролиза написать в молекулярном и ионном виде.

2. Иодид калия KI взаимодействует с катионами Bi^{3+} с образованием черного осадка BiI_3 , который в избытке KI растворяется с образованием комплексных ионов $[\text{BiI}_4]^-$ оранжевого цвета:



При умеренном разбавлении водой комплекс разлагается и из раствора снова выпадает черный осадок BiI_3 , а при сильном разбавлении вместо BiI_3 образуется оранжевый осадок основной соли:



Провести и описать опыт, написать уравнения реакций в молекулярном виде.

3. Тетрагидроксостаннаты(II) натрия и калия восстанавливают ион Bi^{3+} до металлического висмута, который образуется в виде осадка черного цвета.

Для выполнения реакции к 2 каплям раствора SnCl_2 прибавляют 8-10 капель 2н. раствора NaOH или KOH, чтобы первоначально выпавший осадок $\text{Sn}(\text{OH})_2$ растворился с образованием тетрагидроксостанната:



К полученному раствору, содержащему избыток щелочи, прибавляют каплю раствора соли висмута(III). При этом образуется черный осадок металлического висмута:



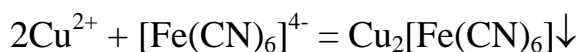
Провести и описать опыт, написать уравнения реакций в молекулярном виде.

Опыт 7. Качественные реакции на катионы меди

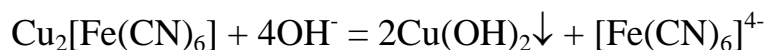
1. Щелочи NaOH и KOH образуют с ионами Cu^{2+} голубой осадок $\text{Cu}(\text{OH})_2$, чернеющий при нагревании вследствие превращения в CuO :



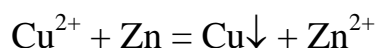
2. Гексацианоферрат(II) калия в нейтральной или слабокислой среде образует с ионом Cu^{2+} красно-бурый осадок гексацианоферрата(II) меди(II):



Осадок нерастворим в разбавленных кислотах, но разлагается при действии щелочей:



3. Металлический алюминий, цинк и железо восстанавливают ионы Cu^{2+} до металла, выпадающего в осадок в виде красной губчатой массы, например:



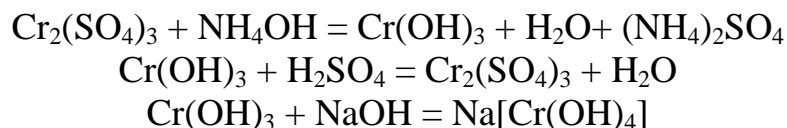
Металл-восстановитель может быть в любом виде, но лучше всего реакция наблюдается при их использовании в порошкообразном виде.

Провести описанные реакции и сравнить их по наглядности и чувствительности.

Опыт 8. Качественные реакции на катион Cr^{3+}

Гидроксид аммония образует с катионами Cr^{3+} осадок $\text{Cr}(\text{OH})_3$ серо-фиолетового или серо-зеленого цвета, обладающего амфотерными свойствами.

Ход опыта. К 5 каплям раствора сульфата хрома(III) прибавить столько же капель раствора NH_4OH . Полученный осадок разделить в две пробирки: В одной растворить осадок добавлением раствора серной кислоты, а в другой – гидроксида натрия. Схемы реакций:



Пробирку с ярко-зеленым раствором тетрагидрохромата(III) натрия нагреть на пламени спиртовки; при этом комплекс разлагается с выпадением в осадок $\text{Cr}(\text{OH})_3$. В отчете описать опыт и написать все уравнения реакций в молекулярном и ионном виде.

Исследование качественного состава соли

Получить у преподавателя соль неизвестного состава и растворить ее в дистиллированной воде. Обратит внимание на цвет раствора, с помощью универсальной индикаторной бумаги измерить рН и определить реакцию среды. Установить принадлежность катиона соли к определенной аналитической группе. Для этого в пять пробирок поместить по 5 капель раствора анализируемой соли и добавить:

в первую - две капли 2н раствора соляной кислоты;

во вторую - две капли 2н раствора серной кислоты;

в третью - одну каплю 2н раствора щелочи, а затем ее избыток;

в четвертую - две капли 2н раствора щелочи, а затем избыток серной кислоты;

в пятую - пять капель 25%-ного раствора аммиака.

В отчёте описать наблюдения. Отсутствие реакций во всех пробирках указывает на принадлежность катиона соли к шестой группе.

С помощью специфических реакций установить наличие конкретного катиона. Аналогичным образом проведя эксперимент, определить анион. Сделать вывод о составе соли.