

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ. ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ РЕАКЦИЙ НА КАТИОНЫ

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

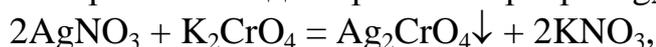
Экспериментальная часть

В настоящей работе необходимо проделать качественные реакции на отдельные катионы. 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.

ВНИМАНИЕ! Для каждого опыта привести молекулярное, полное ионное и сокращенное ионное уравнение, наблюдаемый эффект – те признаки или внешние проявления, характерные для данной реакции

Опыт 1. Качественная реакция на катионы серебра (с хроматом калия).

Для проведения опыта к 3-5 каплям раствора нитрата серебра AgNO_3 добавьте 3-5 капель раствора хромата калия. 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.

Опыт 2. Качественная реакция на катионы серебра (с гидроксидом калия или натрия).

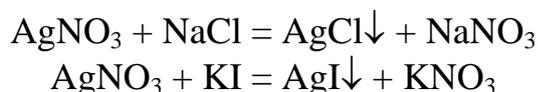
Для проведения опыта к 3-5 каплям раствора нитрата серебра добавьте 3-5 капель раствора хромата калия. Гидроксиды (NaOH или KOH) образуют с ионами Ag^+ осадок AgOH , разлагающийся с образованием оксида серебра(I) бурого цвета:



Опыт 3. Качественная реакция на катионы серебра (с растворами галогенидов).

Для проведения опыта в две пробирки налейте по 3-5 капли раствора нитрата серебра AgNO_3 , добавьте в первую раствор хлорида натрия NaCl , во вторую – раствор иодида калия KI .

Растворы хлоридов и йодидов образуют с ионами Ag^+ белый творожистый осадок AgCl , желтый AgI :



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

Вывод по опытам 1-3 (определение катионов серебра): Для обнаружения катионов Ag^+ используются его реакции с хроматом калия, щелочами и галогенидами щелочных металлов.

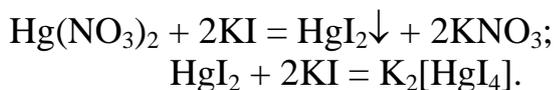
Опыт 4. Качественные реакции на катионы ртути (с щелочами)

Для проведения опыта к 3-5 каплям раствора нитрата ртути $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ добавьте 3-5 капель гидроксида натрия или калия NaOH или KOH . Щелочи образуют с солями ртути (II) желтый осадок HgO , т.к. гидроксид ртути(II) неустойчив:



Опыт 5. Качественные реакции на катионы ртути (с иодидом калия)

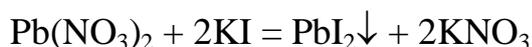
Для проведения опыта к 3-5 каплям раствора нитрата ртути $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ добавьте 3-5 капель иодида калия KI . Иодид калия образует с ионами Hg^{2+} оранжево-красный осадок йодида ртути(II), который в избытке реактива растворяется, образуя в растворе бесцветное устойчивое комплексное соединение тетраiodогидраргерат(II) калия:



Провести реакции, указать признаки обнаружения катионов Hg^{2+} .

Опыт 6. Качественные реакции на катионы свинца (с иодидом калия)

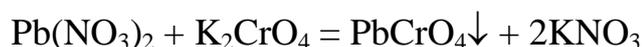
Для проведения опыта к 3-5 каплям раствора нитрата свинца $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ добавьте 3-5 капель иодида калия KI . Иодид калия образует с ионами Pb^{2+} желтый осадок йодида свинца(II):



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. (выполняется по заданию преподавателя)

Опыт 7. Качественные реакции на катионы свинца (с хроматом и дихроматом калия)

Достаточно выполнить одну из приведенных ниже реакций. Хромат и дихромат калия образует с катионами Pb^{2+} один и тот же осадок – хромат свинца(II) желтого цвета:





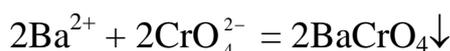
Осадок растворяется в растворах щелочей, в растворе аммиака и в уксусной кислоте, а в разбавленной азотной кислоте растворяется частично. Эта реакция на ионы Pb^{2+} является наиболее чувствительной.

Опыт 8. Качественные реакции на катионы бария с бихроматом калия

Для проведения опыта к 3-5 каплям раствора хлорида бария добавьте 3-5 капель раствора иодида калия KI . 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:



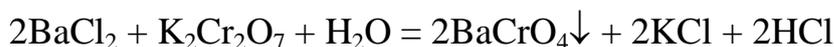
Несмотря на то, что концентрация ионов CrO_4^{2-} невелика, она все же достаточна для того, чтобы образовался осадок BaCrO_4 , произведение растворимости которого намного меньше, чем произведение растворимости дихромата бария:



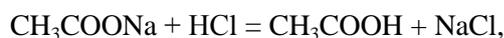
При сложении обоих уравнений получают общее ионное уравнение этой специфической реакции:



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 BaCrO_4 не происходит. Но, если к исходному раствору хлорида бария прибавить избыток ацетата натрия (CH_3COONa), то соляная кислота будет взаимодействовать с ним с образованием слабой уксусной кислоты:



в которой BaCrO_4 нерастворим.

Опыт 9. Качественные реакции на катионы железа

Железо в виде катионов Fe^{2+} и Fe^{3+} постоянно присутствует в грунтовых водах Западной Сибири. Для обнаружения этих катионов используется несколько высокочувствительных реакций.

а) Обнаружение ионов Fe^{2+}

1. В пробирку с раствором соли FeSO_4 добавить 2-3 капли раствора щелочи или аммиака. Образуется нерастворимый гидроксид железа(II) светло-зеленого цвета. Перемешать раствор стеклянной палочкой. Что происходит с осадком?

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.

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

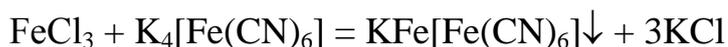
2. Гексацианоферрат(II) калия образует с ионом Fe²⁺ синий осадок комплексного соединения – "турнбулевой сини".



Эта реакция – наиболее чувствительная на ионы железа(II). Она проводится в пробирке с раствором сульфата железа(II) (3-5 капель) добавлением (по каплям) гексацианоферрата(II) калия K₃[Fe(CN)₆]. Осадок обычно образуется уже после добавления первой капли этого реактива.

б) Обнаружение ионов Fe³⁺

1. Гексацианоферрат(IV) калия образует с ионом Fe³⁺ темно-синий осадок "берлинской лазури":



Ход опыта. Поместить в пробирку одну каплю взятого из штатива раствора FeCl₃, разбавить его водой (6-8 капель) и прибавить 1-2 капли раствора K₄[Fe(CN)₆].

2. Роданид аммония NH₄SCN или калия KSCN образует с ионами Fe³⁺ роданид железа Fe(SCN)₃, окрашивающий раствор в кроваво-красный цвет:



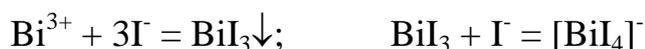
Эта реакция наиболее чувствительная на ионы Fe³⁺, однако, она не всегда надежна, т.к. ряд веществ, образующих комплексы с ионом Fe³⁺, мешают появлению окраски. К таким веществам относятся фториды, фосфорная кислота, соли щавелевой кислоты.

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

Опыт 10. Качественные реакции на катионы висмута

Поместить в пробирку три капли раствора соли висмута азотнокислого – нитрата висмута Bi(NO₃)₃. Добавляйте по каплям раствором иодида калия.

. Иодид калия KI взаимодействует с катионами Bi³⁺ с образованием черного осадка BiI₃, который в избытке KI растворяется с образованием комплексных ионов [BiI₄] 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:



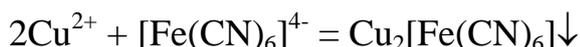
Провести и описать опыт, написать уравнения реакций в молекулярном виде.

Опыт 11. Качественные реакции на катионы меди

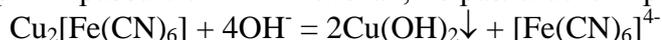
1. К раствору соли меди, например, сульфата меди, добавить раствор щелочи – гидроксида натрия или калия. Щелочи NaOH и KOH образуют с ионами Cu^{2+} голубой осадок $\text{Cu}(\text{OH})_2$, чернеющий при нагревании вследствие превращения в CuO :



2. К раствору соли меди, например, сульфата меди, добавить раствор гексацианоферрата(II) калия $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. 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:



Опыт 12. Качественные реакции на катион Cr^{3+}

К 3-5 каплям раствора хлорида хрома добавить раствор щелочи – KOH или NaOH .

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

Опыт 13. Определение катионов кобальта и никеля.

Проведите самостоятельно согласно следующей таблице.

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. $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4 + 2\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2 + 4\text{H}_2 = \text{Ni}[\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_2]_2\downarrow + \text{NH}_4\text{OH}$ диметилглиоксим	

Привести уравнения реакций и наблюдаемые эффекты. Сделать вывод.

Сделайте общий **вывод** по работе. Он может быть примерно таким: *мы познакомились с некоторыми общими и характерными качественными реакциями на основные катионы, 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+}	$Al_2(SO_4)_3 + 6NaOH(нед) = 2Al(OH)_3\downarrow + 3Na_2SO_4$ $Al(OH)_3 + 3NaOH(изб) = Na_3[Al(OH)_6](раствор)$ $Na_3[Al(OH)_6] + NH_4Cl(нас.р) \rightarrow Al(OH)_3\downarrow + NH_3 + NaCl + NaOH$	
Zn^{2+}	$ZnSO_4 + 2NaOH(нед) = Zn(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$ $Zn(OH)_2 + 2NaOH(изб) = Na_2[Zn(OH)_4](раствор)$ $Na_2[Zn(OH)_4] + 4NH_4Cl(нас.р) \rightarrow [Zn(NH_3)_4]Cl_2 + 2NaCl + 4H_2O$ –этой реакцией катион Zn^{2+} отличается от катиона Al^{3+}	
Cr^{3+}	$CrCl_3 + 3NaOH(нед) = Cr(OH)_3\downarrow + 3NaCl$ $Cr(OH)_3 + 3NaOH(изб) = Na_3[Cr(OH)_6](раствор)$	
Sn^{2+}	$SnCl_2 + 2NaOH(нед) = Sn(OH)_2\downarrow + 2NaCl$ $Sn(OH)_2 + 2NaOH(изб) = Na_2[Sn(OH)_4](раствор)$ $Na_2[Sn(OH)_4] + Bi(NO_3)_3 + NaOH \rightarrow Na_2[Sn(OH)_6] + Bi\downarrow + NaNO_3$	

Таблица 4

Катионы четвертой группы

Катион	Характерные реакции	Наблюдения
Fe^{2+}	1. $FeSO_4 + 2NaOH = Fe(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$ $Fe(OH)_2 + O_2 + H_2O \rightarrow Fe(OH)_3$ 2. $FeSO_4 + K_3[Fe(CN)_6] = KFe[Fe(CN)_6]\downarrow + K_2SO_4$	
Fe^{2+}	1. $FeCl_3 + K_4[Fe(CN)_6] = KFe[Fe(CN)_6]\downarrow + 3KCl$ 2. $FeCl_3 + 3NH_4CNS = Fe(CNS)_3 + 3NH_4Cl$	
Mg^{2+}	$MgCl_2 + NH_4OH + Na_2HPO_4 + 4H_2O = MgNH_4PO_4 \cdot 5H_2O\downarrow + 2NaCl$	
Bi^{3+}	$Bi(NO_3)_3 + NaOH(изб) + SnCl_2 \rightarrow Na_2[Sn(OH)_6] + Bi\downarrow + NaCl + H_2O$	
Sb^{3+}	$2SbCl_3 + 3Na_2S_2O_3 + 3H_2O \xrightarrow{T} Sb_2S_3\downarrow + 3H_2SO_4 + 6NaCl$	
Mn^{2+}	$MnSO_4 + 2NaOH = Mn(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$ $Mn(OH)_2 + O_2 + H_2O \rightarrow Mn(OH)_4\downarrow$ $Mn(OH)_4 \rightarrow MnO(OH)_2 + H_2O$	

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

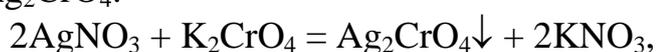
Катионы шестой группы

Катион	Характерные реакции	Наблюдения
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^+	$\text{KCl} + \text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6 = \text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6\downarrow + \text{NaCl}$ для ускорения реакции потереть палочкой о стенку пробирки	
NH_4^+	1. $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \xrightarrow{t} \text{NH}_3\uparrow + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 2. $\text{NH}_4\text{Cl} + 2\text{K}_2[\text{HgI}_4] + 4\text{KOH} = [\text{O}(\text{Hg})_2\text{NH}_2]\downarrow + 7\text{KI} + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ 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 :

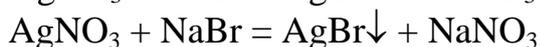
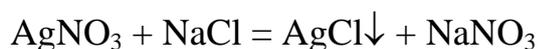


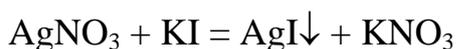
который растворяется в HNO_3 и NH_4OH , но не растворяется в уксусной кислоте.

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:



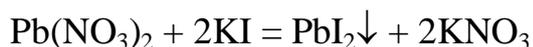
Йодид калия образует с ионами Hg^{2+} оранжево-красный осадок йодида ртути(II), который в избытке реактива растворяется, образуя в растворе бесцветное устойчивое комплексное соединение тетраiodогидраргерат(II) калия:



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

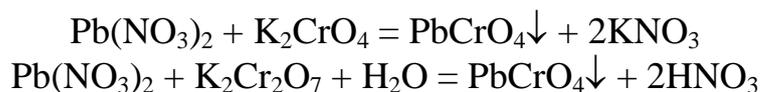
Опыт 3. Качественные реакции на катионы свинца

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



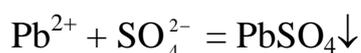
Получив осадок, прибавьте в пробирку несколько капель воды и 2н. раствора уксусной кислоты и нагрейте. При этом осадок растворяется, но при охлаждении (погружении пробирки в холодную воду) PbI_2 снова появляется в виде блестящих золотистых кристаллов. Эта специфическая для Pb^{2+} реакция является одной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



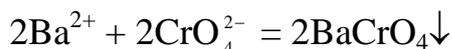
Провести реакции, написать их уравнения и указать признаки обнаружения ионов свинца (II).

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:



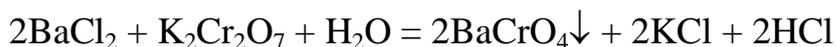
Несмотря на то, что концентрация ионов CrO_4^{2-} невелика, она все же достаточна для того, чтобы образовался осадок BaCrO_4 , произведение растворимости которого намного меньше, чем произведение растворимости дихромата бария:



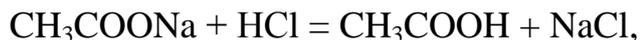
При сложении обоих уравнений получают общее ионное уравнение этой специфической реакции:



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 BaCrO_4 не происходит. Но, если к исходному раствору хлорида бария прибавить избыток ацетата натрия (CH_3COONa), то соляная кислота будет взаимодействовать с ним с образованием слабой уксусной кислоты:



в которой BaCrO_4 нерастворим.

Ионы Ca^{2+} и Sr^{2+} с дихроматом калия осадков не образуют и обнаружению бария не мешают, поэтому рассмотренная реакция применяется не только для открытия ионов Ba^{2+} , но и для отделения их от ионов кальция и стронция.

Осадок BaCrO_4 образуется также при действии на растворы солей бария хроматом калия K_2CrO_4 (проведите реакцию). Однако хромат калия образует

такой же желтый осадок SrCrO_4 с ионами Sr^{2+} , поэтому реакция уже не является специфической.

Для проведения опыта необходимо внести в пробирку 2-3 капли раствора BaCl_2 , 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 Fe^{2+} и Fe^{3+} постоянно присутствует в грунтовых водах Западной Сибири. Для обнаружения этих катионов используется несколько высокочувствительных реакций.

а) Обнаружение ионов Fe^{2+}

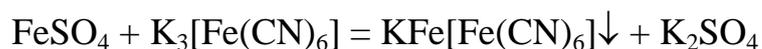
1. Гидроксиды NaOH и KOH , а также гидроксид аммония NH_4OH образует с ионами Fe^{2+} зеленый осадок гидроксида железа(II). Осадок растворим только в кислотах, т.к. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ не обладает амфотерными свойствами. При перемешивании стеклянной палочкой зеленый осадок становится бурым вследствие окисления кислородом воздуха до $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Ход опыта. Несколько микрокристалликов сульфата железа(II) или соли Мора $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 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.

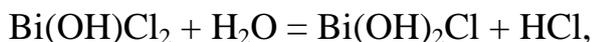
Провести опыт, добавляя в разбавленный раствор хлорида железа(III) роданид аммония; убедиться в появлении кроваво-красной окраски раствора.

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 оксосоль.

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:



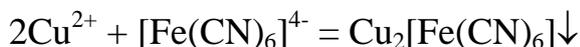
Провести и описать опыт, написать уравнения реакций в молекулярном виде.

Опыт 7. Качественные реакции на катионы меди

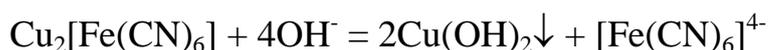
1. Щелочи NaOH и KOH образуют с ионами Cu^{2+} голубой осадок $\text{Cu}(\text{OH})_2$, чернеющий при нагревании вследствие превращения в CuO :



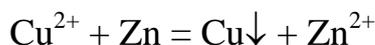
2. Гексацианоферрат(II) калия в нейтральной или слабокислой среде образует с ионом Cu^{2+} красно-бурый осадок гексацианоферрата(II) меди(II):



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.

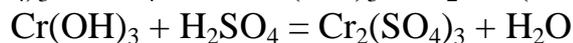
Провести описанные реакции и сравнить их по наглядности и чувствительности.

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 отчете 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.

