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:

$$2AgNO_3 + K_2CrO_4 = Ag_2CrO_4\downarrow + 2KNO_3,$$

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:

$$2AgNO_3 + 2NaOH = Ag_2O\downarrow + 2NaNO_3 + H_2O$$

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:

$$AgNO_3 + NaCl = AgCl\downarrow + NaNO_3$$
$$AgNO_3 + KI = AgI\downarrow + KNO_3$$

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 (со щелочами)

Для проведения опыта к 3-5 каплям раствора нитрата ртути $Hg(NO_3)_2$ 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:

$Hg(NO_3)_2 + 2NaOH = Hg(OH)_2 + 2NaNO_3$; $Hg(OH)_2 = HgO\downarrow + H_2O$

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

Для проведения опыта к 3-5 каплям раствора нитрата ртути $Hg(NO_3)_2$ 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 тетрайодогидраргерат(II) калия:

$$Hg(NO_3)_2 + 2KI = HgI_2\downarrow + 2KNO_3;$$
$$HgI_2 + 2KI = K_2[HgI_4].$$

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 $Pb(NO_3)_2$ добавьте 3-5 капель иодида калия KI Иодид калия образует с ионами $Pв^{2+}$ желтый осадок йодида свинца(II):

$$Pb(NO_3)_2 + 2KI = PbI_2\downarrow + 2KNO_3$$

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 $Pв^{2+}$ 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 $Pв^{2+}$ один и тот же осадок – хромат свинца(II) желтого цвета:

$$Pb(NO_3)_2 + K_2CrO_4 = PbCrO_4\downarrow + 2KNO_3$$

$$Pb(NO_3)_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2O = PbCrO_4\downarrow + 2HNO_3$$

Осадок растворяется в растворах щелочей, в растворе аммиака и в уксусной кислоте, а в разбавленной азотной кислоте растворяется частично. Эта реакция на ионы $Pв^{2+}$ 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 $K_2Cr_2O_7$ 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 $Cr_2O_7^{2-}$ с водой по обратимой реакции:

$$Cr_2O_7^{2-} + H_2O \rightleftharpoons 2CrO_4^{2-} + 2H^+$$

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:

$$2Ba^{2+} + 2CrO_4^{2-} = 2BaCrO_4\downarrow$$

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

$$2Ba^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + H_2O = 2BaCrO_4\downarrow + 2H^+,$$

по которому можно написать молекулярное:

$$2BaCl_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2O = 2BaCrO_4\downarrow + 2KCl + 2HCl$$

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:

$$CH_3COONa + HCl = CH_3COOH + NaCl,$$

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 NH_4OH образует с ионами Fe^{2+} 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 Fe^{2+} синий осадок комплексного соединения – "турнбулевой сини".

$$FeSO_4 + K_3[Fe(CN)_6] = KFe[Fe(CN)_6]\downarrow + K_2SO_4$$

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 $K_3[Fe(CN)_6]$. 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":

$$FeCl_3 + K_4[Fe(CN)_6] = KFe[Fe(CN)_6]\downarrow + 3KCl$$

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 $K_4[Fe(CN)_6]$.

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

$$Fe^{3+} + 3SCN^- = Fe(SCN)_3$$

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 10. Качественные реакции на катионы висмута

Поместить в пробирку три капли раствора соли висмута азотнокислого – нитрата висмута $Bi(NO_3)_3$. Добавляйте по каплям раствором иодида калия.

. Иодид калия KI взаимодействует с катионами Bi^{3+} с образованием черного осадка BiI_3, который в избытке KI растворяется с образованием комплексных ионов $[BiI_4]^-$ оранжевого цвета:

$$Bi^{3+} + 3I^- = BiI_3\downarrow; \qquad BiI_3 + I^- = [BiI_4]^-$$

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:

$$[BiI_4]^- + H_2O = BiOI\downarrow + 3I^- + 2H^+.$$

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 $Cu(OH)_2$, чернеющий при нагревании вследствие превращения в CuO:

$$Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2\downarrow; \qquad Cu(OH)_2 = CuO + H_2O.$$

2. К раствору соли меди, например, сульфата меди , добавить раствор гексацианоферрата(II) калия $K_4[Fe(CN)_6]$. Гексацианоферрат(II) калия в нейтральной или слабокислой среде образует с ионом Cu^{2+} красно-бурый осадок гексацианоферрата(II) меди(II):

$$2Cu^{2+} + [Fe(CN)_6]^{4-} = Cu_2[Fe(CN)_6]\downarrow$$

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

$$Cu_2[Fe(CN)_6] + 4OH^- = 2Cu(OH)_2\downarrow + [Fe(CN)_6]^{4-}$$

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 $Cr(OH)_3$ серо-фиолетового или серо-зеленого цвета, обладающего амфотерными свойствами.

Опыт 13. Определение катионов кобальта и никеля.

Проведите самостоятельно согласно следующей таблице.

Co^{2+}	$CoCl_2 + NaOH(нед) = Co(OH)Cl + NaCl$ $Co(OH)Cl + NaOH(изб) = CoCl_2\downarrow + NaCl$	
Ni^{2+}	1. $NiSO_4 + 2NaOH = Ni(OH)_2 + Na_2SO_4$ 2.$[Ni(NH_3)_6]SO_4 + 2C_4H_8N_2O_2 + 4H_2 = Ni[C_4H_7N_2O_2]_2\downarrow + NH_4OH$ 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.*