**Е. В. Савинкина**

**ХИМИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ**

**Качественный анализ**

*Лабораторный журнал*

**С о д е р ж а н и е**

Предисловие

Правила работы в лаборатории

Лабораторная работа № 1. Приготовление раствора заданного состава

Лабораторная работа № 2. Катионы, осаждаемые соляной кислотой (Ag+, Pb2+)

Лабораторная работа № 3. Катионы, осаждаемые серной кислотой (Сa2+, Sr2+, Ba2+)

Лабораторная работа № 4. Катионы, осаждаемые аммиаком (Al3+, Cr3+, Zn2+)

Лабораторная работа № 5. Катионы, осаждаемые щелочами (Co2+, Ni2+, Cu2+, Cd2+)

Лабораторная работа № 6. Катионы, осаждаемые щелочами и аммиаком (Mn2+, Fe2+, Fe3+, Mg2+)

Лабораторная работа № 7. Катионы, **не** осаждаемые кислотами, щелочами и аммиаком (Na+, K+, NH+4)

Лабораторная работа № 8. Определение катиона

Лабораторная работа № 9. Определение катионов в смеси

Лабораторная работа № 10. Анионы

Лабораторная работа № 11. Определение аниона

Лабораторная работа № 12. Определение анионов в смеси

Лабораторная работа № 13. Определение соли

**Предисловие**

Химия – наука практическая, и лабораторные работы – неотъемлемая составная часть уроков химии. Курс качественного химического анализа открывает дополнительные возможности для обучения этой дисциплине. Данный химический практикум может быть реализован в виде факультатива или элективного курса для 9-х классов, а также для 10–11-х классов химического, биологического и других естественно-научных профилей.

**Цели курса:**

• знакомство с методами аналитической химии;

• овладение навыками практической работы с химическими веществами;

• углубление знаний по курсу неорганической химии;

• рассмотрение некоторых вопросов из теоретических основ химии;

• приобретение новых знаний;

• обучение умению систематизировать и обобщать полученные знания.

Программа практикума рассчитана на 34 ч учебного времени (26 ч + 8 ч резервного времени, сдвоенные уроки один раз в две недели). Классы желательно разделить на две подгруппы, которые поочередно посещают химический практикум.

Курс основан на кислотно-основном методе разделения и определения ионов. Групповыми реагентами в этом случае являются соляная и серная кислоты, растворы гидроксида натрия и аммиака. В основе метода лежит различная растворимость в воде хлоридов, сульфатов и гидроксидов, амфотерные свойства гидроксидов некоторых элементов и способность к образованию растворимых комплексных соединений с аммиаком.

В рамках данного курса наиболее удобной является классификация катионов, соответствующая последовательности их разделения:

I группа: Ag+, Pb2+ – осаждаются соляной кислотой;

II группа: Ca2+, Sr2+, Ba2+ – осаждаются серной кислотой;

III группа: Al3+, Cr3+, Zn2+– образуют малорастворимые гидроксиды, растворяющиеся в избытке щелочи;

IV группа: Co2+, Ni2+, Cu2+, Cd2+ – образуют малорастворимые гидроксиды, растворяющиеся в избытке раствора аммиака;

V группа: Mn2+, Fe2+, Fe3+, Mg2+ – образуют малорастворимые гидроксиды, **не** растворяющиеся под действием щелочи или аммиака;

VI группа: K+, Na+, NH4+ – не осаждаются под действием кислот и щелочей.

Классификация анионов основана на их отношении к солям бария и серебра:

I группа: SO42–, SO32–, S2O32–,   CO32–,  SiO32– – осаждаются хлоридом бария в нейтральном или слабощелочном растворе;

II группа: Cl–, Br–, I–, NCS– – осаждаются нитратом серебра в присутствии 2М азотной кислоты;

III группа: NO3–, NO2–, CH3COO– – **не** осаждаются солями бария и серебра.

Практические занятия начинаются с приготовления растворов, которые в дальнейшем используются для выполнения лабораторных работ. Дальнейшие уроки посвящены изучению свойств катионов и анионов различных групп. Полученные знания, умения и навыки проверяются при анализе контрольных растворов, в которых нужно обнаружить один или несколько ионов.

Проводить опыты лучше с использованием пробирок для полумикроанализа. Если пробирки бо?льшего объема, то необходимо пропорционально увеличить количества реагентов.

Каждая лабораторная работа начинается с формулировки цели и включает перечень реактивов и оборудования, подробное описание хода опытов, форму записи уравнений реакций и наблюдаемых явлений, а также вопросы и задания, которые позволяют обсудить полученные результаты и проверить усвоение материала.

**Правила работы в лаборатории**

Следует:

**1.** До выполнения опыта:

– внимательно прочитать его описание, а также рубрику “Обсуждение результатов”;

– написать уравнения реакций в молекулярном и ионном видах;

– с рабочего места убрать посторонние предметы и в дальнейшем содержать его в чистоте.

**2.** При выполнении опыта:

– бережно относиться к оборудованию лаборатории, реактивам и материалам;

– брать только рекомендованные в описании количества реагентов;

– соблюдать последовательность введения реагентов;

– тщательно перемешивать растворы после добавления очередной порции реагентов.

**3.** По окончании опыта:

– вымыть химическую посуду, убрать рабочее место, выключить воду, электроприборы, газ, погасить спиртовки или сухое горючее;

– тщательно вымыть руки, так как многие вещества, с которыми приходится соприкасаться, вредны для организма человека.

**Запрещается:**

– нарушать комплектность приборов, установок, штативов и ящиков с реактивами;

– проводить самостоятельно любые опыты, не предусмотренные данной лабораторной работой;

– принимать пищу в кабинете химии;

– пить воду из химической посуды;

– возвращать в банки и капельницы с реактивами избыточные количества сухих реагентов и растворов и оставлять сосуды с реактивами открытыми.

В случае плохого самочувствия или получения травмы (порезы, ожоги) немедленно сообщайте об этом учителю или лаборанту.

**Лабораторная работа № 1.**

**Приготовление раствора заданного состава**

**Цель работы.**Научиться готовить растворы заданной концентрации, используя весы и мерную посуду, определять концентрацию приготовленного раствора по его плотности.

**Реактивы.** Соль заданного состава (кристаллогидрат).

**Оборудование.** Весы, стакан, цилиндр, мерная колба, воронка, промывалка, ареометр, справочные данные о плотности и массовой доле растворов (*Лидин Р.А., Андреева Л.Л., Молочко В.А.*Справочник по неорганической химии. М.: Химия, 1987; [www.alhimik.ru](http://www.alhimik.ru/)).

**Описание опыта.**

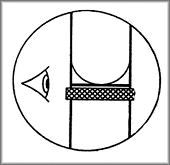
1) Получите у учителя индивидуальное задание на приготовление определенного объема раствора соли заданного состава. Заполните соответствующие графы таблицы.

2) Запишите в соответствующей графе таблицы молярную массу соли (кристаллогидрата).

3) Рассчитайте массу вещества, необходимую для приготовления раствора, и запишите ее в таблицу.

4) Взвесьте вещество в стакане. Высыпьте его через воронку в мерную колбу. Остатки вещества смойте струей воды из промывалки. Налейте в мерную колбу воду примерно на 1/3. Круговыми движениями перемешивайте содержимое колбы до полного растворения вещества.

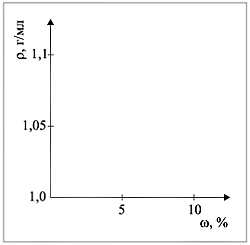
5) Доведите объем раствора до метки. Мениск воды должен быть установлен так, чтобы плоскость верхнего края линии градуировки была горизонтальна и проходила через нижнюю точку мениска; линия взгляда при этом должна находиться в той же плоскости (рис. 1).



***Рис. 1. Положение мениска воды, верхнего края линии градуировки  
и глаз наблюдателя при приготовлении раствора заданного объема***

6) Налейте раствор в цилиндр и измерьте его плотность ареометром, занесите полученное значение в таблицу.

7) По справочным данным о плотности растворов различного состава постройте графическую зависимость плотности раствора вещества от его массовой доли (рис. 2). По экспериментальному значению плотности найдите массовую долю вещества в растворе и рассчитайте фактическую молярную концентрацию, а затем – относительную ошибку. Занесите эти сведения в таблицу.



***Рис. 2. Координатные оси для построения графика зависимости  
плотности раствора от его массовой доли***

*Таблица*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раство- ряемое вещество | Заданная концен- трация *с*0, моль/л | Объем,  мл | Молярная масса, г/моль | Масса, г | Плот- ность, г/л | Массовая доля | Полу- ченная концен- трация *с*э, моль/л | Относи- тельная ошибка  http://him.1september.ru/2010/01/25-2.jpg |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Обсуждение результатов.**

Что могло послужить источником полученной погрешности?

…………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………… .

**Лабораторная работа № 2.**

**Катионы, осаждаемые соляной кислотой (Ag+, Pb2+)**

**Цель работы**. Научиться выделять, распознавать и отделять друг от друга катионы Ag+, Pb2+.

**Общая характеристика катионов**. Образуют малорастворимые хлориды.

**Групповой реагент**: HCl (водный раствор).

**Реактивы**. Растворы (0,1 М): нитрата серебра, нитрата (или ацетата) свинца, йодида калия, хромата натрия, дихромата калия, гидроортофосфата натрия, сульфата натрия; растворы (1 М) аммиака, гидроксида натрия; соляная кислота (1 М).

**Оборудование.** Пробирки, держатель для пробирок, газовая горелка.

***Опыт 1. Взаимодействие с*HCl**

**Описание опыта.**

1) В две пробирки поместите по 2–3 капли растворов солей Ag+, Pb2+. Прилейте по 5 капель соляной кислоты.

2) На осадок хлорида серебра подействуйте раствором аммиака.

3) Полученный раствор комплексной соли серебра разделите на две части, к одной из них добавьте разбавленную азотную кислоту, ко второй – раствор йодида калия.

**Оформление результатов.**Заполните таблицу 1.

*Таблица 1*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| AgNO3 + HCl = Ag+ + Cl– = |  |
| AgCl + NH3•H2O = |  |
| [Ag(NH3)2]Cl + HNO3 = [Ag(NH3)2]+ + H+ + Cl– = |  |
| [Ag(NH3)2]Cl + KI + H2O = [Ag(NH3)2]+ + I– + H2O = |  |
| Pb(NO3)2 + HCl = Pb2+ + Cl– = |  |

**Обсуждение результатов.**

Как называется образовавшееся комплексное соединение серебра [Ag(NH3)2]Cl?

..………………………………………………………………………… .

Хлорид серебра растворяется не только в растворе аммиака, но и в растворе карбоната аммония. Почему это происходит?

..………………………………………………………………………… .

***Опыт 2. Взаимодействие с*NaOH**

**Описание опыта.**

1) В две пробирки поместите по 2–3 капли растворов солей Ag+, Pb2+. Прилейте по 1 капле раствора гидроксида натрия.

2) К осадку оксида серебра добавьте раствор аммиака.

3) Осадок гидроксида свинца разделите на две части. К одной части добавляйте по каплям раствор щелочи, к другой – разбавленную азотную кислоту до исчезновения осадков.

**Оформление результатов.**Заполните таблицу 2.

*Таблица 2*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| AgNO3 + NaOH = Ag+ + OH– = |  |
| Ag2O + NH3•H2O = |  |
| Pb(NO3)2 + NaOH = Pb2+ + OH– = |  |
| Pb(OH)2 + HNO3 = Pb(OH)2 + H+ = |  |
| Pb(OH)2 + NaOH = Pb(OH)2 + OH– = |  |

**Обсуждение результатов.**

Почему при взаимодействии катиона серебра с гидроксид-ионом образуется не гидроксид, а оксид серебра?

..………………………………………………………………………… .

К какому классу неорганических веществ относится гидроксид свинца?

..………………………………………………………………………… .

Как называются образовавшиеся комплексные соединения серебра и свинца?

[Ag(NH3)2]OH – …………………………………………………… .

Na2[Pb(OH)4] – …………………………………………………….. .

***Опыт 3. Взаимодействие с*Na2CrO4*и*K2Cr2O7**

**Описание опыта.**

1) В две пробирки поместите по 2–3 капли растворов солей Ag+, Pb2+. Прилейте по 2–3 капли раствора Na2CrO4.

2) В две пробирки поместите по 2–3 капли растворов солей Ag+, Pb2+. Прилейте по 2–3 капли раствора K2Cr2O7.

3) К осадку хромата свинца добавьте раствор щелочи до исчезновения выпавшего осадка.

**Оформление результатов.**Заполните таблицу 3.

*Таблица 3*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| AgNO3 + Na2CrO4 = Ag+ + CrO42- = |  |
| Pb(NO3)2 + Na2CrO4 = Pb2+ + CrO42- = |  |
| AgNO3 + K2Cr2O7 = Ag+ + Cr2O72-= |  |
| Pb(NO3)2 + K2Cr2O7 = Pb2+ + Cr2O72- + H2O = |  |
| PbCrO4 + NaOH = PbCrO4 + OH– = |  |

**Обсуждение результатов.**

В растворе, содержащем дихромат-ион, имеет место равновесие:

Cr2O72- + H2O http://him.1september.ru/2010/02/strlki.gif 2H+ + 2CrO42-.

Почему при взаимодействии хромат- и дихромат-ионов с катионами свинца образуется один и тот же продукт, а с катионами серебра – разные?

..…………………………………………………………………………..

..………………………………………………………………………… .

Почему хромат свинца, в отличие от других малорастворимых хроматов, переходит в раствор под действием щелочи?

..………………………………………………………………………… .

***Опыт 4. Взаимодействие с*Na2HPO4**

**Описание опыта.**

В две пробирки поместите по 2–3 капли растворов солей Ag+, Pb2+. Прилейте по 2–3 капли раствора Na2HPO4.

**Оформление результатов.**Заполните таблицу 4.

*Таблица 4*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| AgNO3 + Na2HPO4 = Ag+ + HPO42- = |  |
| Pb(NO3)2 + Na2HPO4 = Pb2+ + HPO42- = |  |

**Обсуждение результатов**.

Почему для осаждения средних солей – ортофосфатов серебра и свинца – используют кислую соль – гидроортофосфат натрия? Что произойдет при использовании в качестве осадителя ортофосфата натрия?

……………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………... .

Почему катион водорода, отщепляющийся от гидроортофосфат-иона, не остается свободным, а соединяется с другим гидроортофосфат-ионом, образуя дигидроортофосфат-ион?

……………………………………………………………………………

..…………………………………………………………………………. .

***Опыт 5. Взаимодействие c*KI**

**Описание опыта.**

1) В две пробирки поместите по 2–3 капли растворов солей Ag+, Pb2+. Прилейте по 2–3 капли раствора KI.

2) Нагрейте пробирку с осадком йодида свинца до кипения, затем охладите.

**Оформление результатов.**Заполните таблицу 5.

*Таблица 5*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| AgNO3 + KI = Ag+ + I– = |  |
| Pb(NO3)2 + KI = Pb2+ + I– = | До нагревания: После нагревания и охлаждения: |

**Обсуждение результатов.**

Будет ли йодид серебра переходить в раствор под действием раствора аммиака?

……………………………………………………………………………

..………………………………………………………………………… .

Как изменяется растворимость йодида свинца при нагревании?

..………………………………………………………………………… .

***Опыт 6. Взаимодействие c*Na2SO4**

**Описание опыта.**

1) В две пробирки поместите по 2–3 капли растворов солей Ag+, Pb2+. Прилейте по 1 капле раствора сульфата натрия.

2) К осадку сульфата свинца добавляйте по каплям раствор щелочи до исчезновения выпавшего осадка.

**Оформление результатов.**Заполните таблицу 6.

*Таблица 6*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| AgNO3 + Na2SO4 =  Ag+ + SO42- = |  |
| Pb(NO3)2 + Na2SO4 =  Pb2+ + SO42- = |  |
| PbSO4 + NaOH =  PbSO4 + 4OH– = |  |

**Обсуждение результатов.**

Почему сульфат свинца переходит в раствор под действием избытка щелочи?

..………………………………………………………………………… .

Предложите три способа отделения катионов свинца от катионов серебра:

1) ………………………………………………………………………… ;

2) ………………………………………………………………………… ;

3) .………………………………………………………………………. .

**Лабораторная работа № 3.**

**Катионы, осаждаемые серной кислотой (Ca2+, Sr2+, Ba2+)**

**Цель работы**. Научиться выделять, распознавать и отделять друг от друга катионы Ca2+, Sr2+, Ba2+.

**Общая характеристика катионов**. Образуют малорастворимые сульфаты.

**Групповой реагент**: H2SO4 (водный раствор).

**Реактивы**. Растворы (0,1 М): хлоридов кальция, стронция, бария, карбоната аммония, дихромата калия, гидроортофосфата натрия, оксалата аммония; растворы (1 М): хромата натрия, серной, соляной и уксусной кислот.

**Оборудование**. Пробирки, нихромовая проволока, газовая горелка, предметное стекло, микроскоп, справочные данные о растворимости солей кальция, стронция и бария (*Лидин Р.А*. Справочник по общей и неорганической химии. М.: Просвещение, 1997).

***Опыт 1. Взаимодействие с*H2SO4**

**Описание опыта.**

1) В три пробирки поместите по 2–3 капли растворов хлоридов Ca2+, Sr2+, Ba2+. Прилейте по 5 капель разбавленной серной кислоты.

2) На предметное стекло поместите каплю раствора хлорида кальция, рядом поместите каплю серной кислоты. Стеклянной палочкой соедините капли, дайте постоять и рассмотрите под микроскопом кристаллы (главным образом по краям капли).

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 1.

*Таблица 1*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| CaCl2 + H2SO4 + H2O =  Ca2+ + http://him.1september.ru/2010/03/so24.jpg+ H2O = | c |
| SrCl2 + H2SO4 =  Sr2+ + http://him.1september.ru/2010/03/so24.jpg= | c |
| BaCl2 + H2SO4 =  Ba2+ + http://him.1september.ru/2010/03/so24.jpg = | c |

Примечание. Сульфат кальция выпадает в осадок в виде дигидрата.

**Обсуждение результатов.**

Почему сульфаты кальция, стронция и бария переходят в раствор под действием концентрированной серной кислоты? (Напишите уравнения реакций.)

……………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………... .

Сульфаты кальция, стронция и бария переводят в карбонаты, многократно обрабатывая насыщенным раствором карбоната натрия, каждый раз сливая жидкость с осадка. Как полученные карбонаты можно перевести в раствор? (Напишите уравнения реакций.)

……………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………... .

***Опыт 2. Взаимодействие с* (NH4)2CO3**

**Описание опыта.**

1) В три пробирки поместите по 2–3 капли растворов хлоридов Ca2+, Sr2+, Ba2+. Прилейте по 5 капель раствора карбоната аммония.

2) К выпавшим осадкам прилейте по несколько капель уксусной кислоты.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 2.

*Таблица 2*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| CaCl2 + (NH4)2CO3 =  Ca2+ + http://him.1september.ru/2010/03/co23.gif = | c |
| SrCl2 + (NH4)2CO3 =  Sr2+ + http://him.1september.ru/2010/03/co23.gif = | c |
| BaCl2 + (NH4)2CO3 =  Ba2+ + http://him.1september.ru/2010/03/co23.gif = | c |
| CaCO3 + 2CH3COOH = | c |
| SrCO3 + CH3COOH = | c |
| BaCO3 + CH3COOH = | c |

**Обсуждение результатов.**

По справочным данным сравните растворимость сульфатов и карбонатов кальция, стронция, бария. Как она меняется при изменении катиона и аниона?

……………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………

………………………………………………………………………….. .

***Опыт 3. Взаимодействие с*K2Cr2O7**

**Описание опыта.**

1) В три пробирки поместите по 2–3 капли растворов хлоридов Ca2+, Sr2+, Ba2+. Прилейте по 5 капель раствора дихромата калия.

2) К выпавшему осадку прилейте немного соляной кислоты.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 3.

*Таблица 3*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| CaCl2 + K2Cr2O7 = | c |
| SrCl2 + K2Cr2O7 = | c |
| BaCl2 + K2Cr2O7+ H2O =  Ba2+ + Cr2O2-7 + H2O = | c |
| BaCrO4 + HCl =  BaCrO4 + 2H+ = | c |

**Обсуждение результатов.**

Почему в условиях опыта не образуются осадки хроматов кальция и стронция?

………………………………………………………………………….. .

Почему осадок хромата бария растворим в сильных кислотах?

………………………………………………………………………….. .

Можно ли эту реакцию использовать для отделения бария от стронция и кальция?

………………………………………………………………………… .

***Опыт 4. Взаимодействие с*Na2CrO4**

**Описание опыта.**

1) В три пробирки поместите по 2–3 капли растворов хлоридов Ca2+, Sr2+, Ba2+. Прилейте по 5 капель концентрированного раствора хромата натрия.

2) К выпавшим осадкам прилейте немного уксусной кислоты.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 4.

*Таблица 4*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| CaCl2 + Na2CrO4 = | c |
| SrCl2 + Na2CrO4 =  Sr2+ + http://him.1september.ru/2010/03/cro24.jpg= | c |
| BaCl2 + Na2CrO4 =  Ba2+ + http://him.1september.ru/2010/03/cro24.jpg = | c |
| SrCrO4 + CH3COOH = | c |
| BaCrO4 + CH3COOH = | c |

**Обсуждение результатов.**

Почему в условиях опыта не образуется осадок хромата кальция?

………………………………………………………………………… .

Почему для перевода хромата стронция в дихромат достаточно такой слабой кислоты, как уксусная?

………………………………………………………………………… .

Почему хромат бария не переходит в раствор под действием уксусной кислоты?

………………………………………………………………………… .

Можно ли эту реакцию использовать для разделения бария, стронция и кальция?

………………………………………………………………………… .

***Опыт 5. Взаимодействие с*(NH4)2C2O4**

**Описание опыта.**

1) В три пробирки поместите по 2–3 капли растворов хлоридов Сa2+, Sr2+, Ba2+. Прилейте по 5 капель раствора оксалата аммония.

2) К выпавшим осадкам добавьте соляную кислоту.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 5.

*Таблица 5*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| CaCl2 + (NH4)2C2O4 =  Ca2+ + http://him.1september.ru/2010/03/c2o2.jpg= | c |
| SrCl2 + (NH4)2C2O4 =  Sr2+ + http://him.1september.ru/2010/03/c2o2.jpg = | c |
| BaCl2 + (NH4)2C2O4 =  Ba2+ + http://him.1september.ru/2010/03/c2o2.jpg = | c |
| CaC2O4 + HCl =  CaC2O4 + H+ = | c |
| SrC2O4 + HCl =  SrC2O4 + H+ = | c |
| BaC2O4 + HCl =  BaC2O4 + H+ = | c |

**Обсуждение результатов.**

Кислые оксалаты кальция, стронция и бария растворимы в воде. Почему оксалаты бария и стронция растворимы в слабой уксусной кислоте, а оксалат кальция нет?

………………………………………………………………………… .

***Опыт 6. Взаимодействие с*Na2HPO4**

**Описание опыта.**

В три пробирки поместите по 2–3 капли растворов хлоридов Ca2+, Sr2+, Ba2+. Прилейте по 5 капель раствора гидроортофосфата натрия.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 6.

*Таблица 6*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| Ca2+ + http://him.1september.ru/2010/03/hpo2-4.jpg= | c |
| Sr2+ + http://him.1september.ru/2010/03/hpo2-4.jpg = | c |
| Ba2+ + http://him.1september.ru/2010/03/hpo2-4.jpg= | c |

**Обсуждение результатов.**

В условиях опыта в осадок выпадают гидроортофосфаты кальция, стронция и бария. Чем они отличаются от гидроортофосфатов серебра и свинца?

…………………………………………………………………………... .

Какие соли ортофосфорной кислоты и кальция, стронция, бария растворимы в воде?

…………………………………………………………………………... .

***Опыт 7. Окрашивание пламени***

1) В бесцветное пламя газовой горелки внесите нихромовую проволоку, смоченную в растворе хлорида кальция.

2) Промойте проволоку в соляной кислоте, прокалите ее и проделайте то же самое с хлоридами стронция и бария.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 7.

*Таблица 7*

|  |  |
| --- | --- |
| Вещество | Наблюдения |
| Соль кальция | c |
| Соль стронция | c |
| Соль бария | c |

**Обсуждение результатов**.

Где используется способность солей щелочно-земельных элементов окрашивать пламя?

………………………………………………………………………….. .

Как отделить катионы кальция, стронция и бария от катионов серебра и свинца?

……………………………………………………………………………

………………………………………………………………………….. .

Как разделить катионы кальция, стронция и бария при совместном присутствии?

……………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………

………………………………………………………………………….. .

**Лабораторная работа № 4.**

**Катионы, осаждаемые аммиаком (Al3+, Cr3+, Zn2+)**

**Цель работы**. Научиться выделять, распознавать и отделять друг от друга катионы Al3+, Cr3+, Zn2+.

**Общая характеристика катионов**. Образуют малорастворимые гидроксиды, которые могут быть переведены в раствор действием раствора щелочи.

**Групповые реагенты:** водные растворы NaOH, NH3.

**Реактивы**. Растворы (0,1 М): хлоридов алюминия, хрома, цинка; карбоната натрия, гидроортофосфата натрия, гексацианоферрата(III) калия, гексацианоферрата(II) калия, хлорида бария; растворы (1 М) гидроксида натрия, хлорида аммония, аммиака, пероксида водорода.

**Оборудование.** Пробирки.

***Опыт 1. Взаимодействие с*NaOH**

**Описание опыта.**

1) В три пробирки поместите по 5–6 капель растворов хлоридов Al3+, Cr3+, Zn2+. Прилейте по 1 капле раствора гидроксида натрия.

2) Добавляйте раствор щелочи по каплям до исчезновения выпавшего осадка.

3) К раствору гидроксокомплекса алюминия добавьте концентрированный раствор хлорида аммония.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 1.

*Таблица 1*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| AlCl3 + NaOH =  Al3+ + OH–= |  |
| Al(OH)3 + NaOH =  Al(OH)3 + OH– = |  |
| Na[Al(OH)4] + NH4Cl =  [Al(OH)4]– + NH4+ = |  |
| CrCl3 + NaOH =  Cr3+ + OH– = |  |
| Cr(OH)3 + NaOH =  Cr(OH)3 + OH– = |  |
| ZnCl2 + NaOH =  Zn2+ + OH– = |  |
| Zn(OH)2 + NaOH =  Zn(OH)2 + OH– = |  |

**Обсуждение результатов.**

К какому классу неорганических веществ относятся гидроксиды алюминия, цинка и хрома?

…………………………………………………………………………... .

Как называются образующиеся комплексные соединения:

Na[Al(OH)4] – …………………………………………………...…… ;

Na3[Cr(OH)6] – …………………………………………………...… ;

Na2[Zn(OH)4] – …………………………………………………….… .

Почему при добавлении хлорида аммония к раствору, содержащему гидроксокомплекс алюминия, выпадает осадок гидроксида алюминия?

…………………………………………………………………………... .

***Опыт 2. Взаимодействие с*NH3*в водном растворе***

**Описание опыта.**

В три пробирки поместите по 2–3 капли растворов хлоридов Al3+, Cr3+, Zn2+. Прилейте по 5–6 капель раствора аммиака.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 2.

*Таблица 2*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| AlCl3 + NH3•H2O =  Al3+ + NH3•H2O = |  |
| CrCl3 + NH3•H2O =  Cr3+ + NH3•H2O = |  |
| ZnCl2 + NH3•H2O =  Zn2+ + NH3•H2O = |  |
| Zn(OH)2 + 4NH3•H2O = |  |

**Обсуждение результатов.**

Почему гидроксид цинка, в отличие от гидроксидов алюминия и хрома, переходит в раствор при действии избытка раствора аммиака?

…………………………………………………………………………... .

Назовите образующееся комплексное соединение [Zn(NH3)4](OH)2.

…………………………………………………………………………... .

***Опыт 3. Взаимодействие с*Na2CO3**

**Описание опыта.**

В три пробирки поместите по 2–3 капли растворов хлоридов Al3+, Cr3+, Zn2+. Прилейте по 2–3 капли раствора Na2CO3.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 3.

*Таблица 3*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| AlCl3 + Na2CO3 + H2O =  Al3+ + http://him.1september.ru/2010/04/co23.gif+ H2O = |  |
| CrCl3 + Na2CO3 + H2O =  Cr3+ + http://him.1september.ru/2010/04/co23.gif + H2O = |  |
| ZnCl2 + Na2CO3 + H2O =  Zn2+ + http://him.1september.ru/2010/04/co23.gif + H2O = |  |

**Обсуждение результатов.**

Почему при добавлении карбоната натрия к солям алюминия, хрома и цинка не образуются средние соли?

………………………………………………………………………… .

Как называется процесс, протекающий в условиях опыта?

………………………………………………………………………… .

Какой газ выделяется в реакциях с участием катионов алюминия и хрома? Почему он не образуется в реакции с участием катионов цинка?

………………………………………………………………………… .

Почему в реакциях с участием катионов алюминия и хрома образуются осадки гидроксидов, а в реакции с участием катиона цинка – осадок основной соли?

…………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………… .

***Опыт 4. Взаимодействие с*Na2HPO4**

**Описание опыта.**

В три пробирки поместите по 2–3 капли растворов хлоридов Al3+, Cr3+, Zn2+. Прилейте по 2–3 капли раствора Na2HPO4.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 4.

*Таблица 4*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| AlCl3 + Na2HPO4 =  Al3+ + http://him.1september.ru/2010/04/hpo2-4.jpg= |  |
| CrCl3 + Na2HPO4 =  Cr3+ + http://him.1september.ru/2010/04/hpo2-4.jpg = |  |
| ZnCl2 + Na2HPO4 =  Zn2+ + http://him.1september.ru/2010/04/hpo2-4.jpg = |  |

**Обсуждение результатов.**

Почему при действии на растворы солей алюминия, хрома и цинка раствора кислой соли в осадок выпадает средняя соль?

………………………………………………………………………… .

К какой частице присоединяется катион водорода, отщепившийся от гидроортофосфат-иона при переходе его в ортофосфат-ион?

………………………………………………………………………… .

Почему ортофосфат цинка, в отличие от ортофосфатов алюминия и хрома, растворяется в растворе аммиака?

………………………………………………………………………… .

***Опыт 5. Взаимодействие иона*Zn2+ *с* K3[Fe(CN)6] *и* K4[Fe(CN)6]**

**Описание опыта.**

В две пробирки поместите 2–3 капли раствора хлорида Zn2+. Прилейте по 2–3 капли растворов K3[Fe(CN)6] и K4[Fe(CN)6].

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 5.

*Таблица 5*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| ZnCl2 + K3[Fe(CN)6] =  Zn2+ + [Fe(CN)6]3– = |  |
| ZnCl2 + K4[Fe(CN)6] =  Zn2+ + K+ + [Fe(CN)6]4– = |  |

**Обсуждение результатов.**

Назовите образующиеся комплексные соединения:

Zn3[Fe(CN)6]2 – …………………………………………………….… ;

K2Zn3[Fe(CN)6]2 – ……………………………………………………. .

***Опыт 6. Взаимодействие иона*Cr3+*с*H2O2**

**Описание опыта.**

1) В пробирку поместите 2–3 капли раствора хлорида хрома(III). Добавляйте по каплям раствор гидроксида натрия до полного растворения первоначально выпавшего осадка, затем прилейте несколько капель H2O2.

2) К полученному раствору добавьте 1 каплю раствора BaCl2.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 6.

*Таблица 6*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| CrCl3 + NaOH =  Cr3+ + 3OH– = |  |
| Cr(OH)3 + NaOH =  Cr(OH)3 + OH– = |  |
| Na3[Cr(OH)6] + H2O2 =  [Cr(OH)6]3– + H2O2 = |  |
| Na2CrO4 + BaCl2 =  http://him.1september.ru/2010/04/cro24.jpg+ Ba2+ = |  |

**Обсуждение результатов.**

Почему при окислении гидроксокомплекса хрома образуется хромат-ион, а не дихромат-ион?

…………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………… .

Будут ли вступать в подобные реакции соединения алюминия и цинка? Почему?

………………………………………………………………………… .

Как отделить катионы алюминия, хрома и цинка от катионов серебра, свинца, кальция, стронция и бария?

…………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………… .

Как разделить катионы алюминия, хрома и цинка при совместном присутствии?

…………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………… .

**Лабораторная работа № 5.**

**Катионы, осаждаемые щелочами (Co2+, Ni2+, Cu2+, Cd2+)**

**Цель работы**. Научиться выделять, распознавать и отделять друг от друга катионы Co2+, Ni2+, Cu2+, Cd2+.

**Общая характеристика катионов**. Образуют малорастворимые гидроксиды, которые могут быть переведены в раствор действием раствора аммиака.

**Групповые реагенты**: NH3, NaOH (водные растворы).

**Реактивы**. Нитрит калия (кристаллический); растворы (0,1 М): хлоридов кобальта, никеля, кадмия, сульфата меди, карбоната натрия, гидроортофосфата натрия, йодида калия, гексацианоферрата(II) калия; растворы (1 М): гидроксида натрия, аммиака, уксусной кислоты, тиоцианата калия, тиосульфата натрия; спиртовой раствор диметилглиоксима; изоамиловый спирт; 5 М раствор гидроксида натрия.

**Оборудование**. Пробирки.

***Опыт 1. Взаимодействие с* NaOH**

**Описание опыта**.

1) В четыре пробирки поместите по 2–3 капли растворов солей Co2+, Ni2+, Cu2+, Cd2+. Прилейте по 5 капель 1 М раствора гидроксида натрия. Отметьте цвет осадка.

2) К осадкам соединений кобальта и меди прилейте 5 М раствор гидроксида натрия.

**Оформление результатов.**

Заполните таблицу 1.

*Таблица 1*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| CoCl2 + NaOH =  Co2+ + OH– + Cl– = |  |
| Co(Cl)(OH) + NaOH =  Co(Cl)(OH) + OH– = |  |
| Co(OH)2 + O2 = |  |
| NiCl2 + NaOH =  Ni2+ + OH– = |  |
| CuSO4 + NaOH =  Cu2+ + OH– = |  |
| Cu(OH)2 + NaOH =  Cu(OH)2 + OH– = |  |
| CdCl2 + NaOH =  Cd2+ + 2OH– = |  |

**Обсуждение результатов.**

Почему розовый осадок Co(OH)2 образуется не сразу, а только при использовании избытка концентрированного раствора щелочи?

…………………………………………………………………………... .

Почему с течением времени окраска Co(OH)2 изменяется, а других гидроксидов – нет?

…………………………………………………………………………... .

При использовании избытка концентрированного раствора щелочи возможен переход гидроксида меди в гидроксокомплекс. Назовите образующееся соединение:

Na2[Cu(OH)4] – …………………………………………………………. .

В случае гидроксида кадмия аналогичный переход возможен только при действии насыщенного раствора щелочи при нагревании. Назовите образующееся соединение:

Na4[Cd(OH)6] – ……………………………………………………….. .

***Опыт 2. Взаимодействие с* NH3*в водном растворе***

**Описание опыта.**

1) В четыре пробирки поместите по 2–3 капли растворов солей Co2+, Ni2+, Cu2+, Cd2+. Прилейте по 1 капле раствора аммиака.

2) Добавляйте раствор аммиака по каплям до исчезновения выпавшего осадка.

**Оформление результатов.**

Заполните таблицу 2.

*Таблица 2*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| CoCl2 + NH3•H2O =  Co2+ + NH3•H2O + Cl– = |  |
| Co(Cl)(OH) + NH3•H2O = |  |
| [Co(NH3)6](OH)2 + O2 + 2H2O =  [Co(NH3)6]2+ + O2 + 2H2O = |  |
| NiCl2 + NH3•H2O =  Ni2+ + NH3•H2O = |  |
| Ni(OH)2 + NH3•H2O = |  |
| CuSO4 + NH3•H2O =  2Cu2+ + NH3•H2O + SO42– = |  |
| Cu2(SO4)(OH)2 + NH3•H2O = |  |
| CdCl2 + NH3•H2O =  Cd2+ + NH3•H2O = |  |
| Cd(OH)2 + NH3•H2O = |  |

**Обсуждение результатов.**

Почему при добавлении раствора аммиака к растворам солей кобальта и меди образуются основные соли?

…………………………………………………………………………... .

Почему с течением времени окраска аммиачного комплекса кобальта постепенно изменяется?

…………………………………………………………………………... .

Назовите полученные комплексные соединения:

[Co(NH3)6](OH)2 – ……………………………………………………… ;

[Co(NH3)6](OH)3– .…………………………………………………… ;

[Ni(NH3)6](OH)2 – .…………………………………………………… ;

[Cu(NH3)4](OH)2 – .……………………………………………………... ;

[Cd(NH3)6](OH)2 – .……………………………………………………... .

***Опыт 3. Взаимодействие с*Na2CO3**

**Описание опыта.**

В четыре пробирки поместите по 2–3 капли растворов солей Co2+, Ni2+, Cu2+, Cd2+. Прилейте по 2–3 капли раствора Na2CO3.

**Оформление результатов.**

Заполните таблицу 3.

*Таблица 3*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| CoCl2 + Na2CO3 + H2O =  Co2+ + СO32– + H2O = |  |
| NiCl2 + Na2CO3 + H2O =  Ni2+ + СO32– + H2O = |  |
| CuSO4 + Na2CO3 + H2O =  Cu2+ + СO32– + H2O = |  |
| CdCl2 + Na2CO3 + H2O =  Cd2+ + СO32– + H2O = |  |

**Обсуждение результатов.**

Почему в условиях опыта в осадок выпадают не средние, а основные соли кобальта, никеля, меди и кадмия?

…………………………………………………………………………... .

***Опыт 4. Взаимодействие с*Na2HPO4**

**Описание опыта.**

В четыре пробирки поместите по 2–3 капли растворов солей Co2+, Ni2+, Cu2+, Cd2+. Прилейте по 2–3 капли раствора Na2HPO4.

**Оформление результатов.**

Заполните таблицу 4.

*Таблица 4*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| CoCl2 + Na2HPO4 =  Co2+ + http://him.1september.ru/2010/05/hpo2-4.jpg= |  |
| NiCl2 + Na2HPO4 =  Ni2+ + http://him.1september.ru/2010/05/hpo2-4.jpg= |  |
| CuSO4 + Na2HPO4 =  Cu2+ + http://him.1september.ru/2010/05/hpo2-4.jpg= |  |
| CdCl2 + Na2HPO4 =  Cd2+ + http://him.1september.ru/2010/05/hpo2-4.jpg= |  |

**Обсуждение результатов.**

Почему в осадок выпадают средние соли кобальта, никеля, меди и кадмия?

…………………………………………………………………………... .

***Опыт 5. Взаимодействие с*K4[Fe(CN)6]**

**Описание опыта.**

В четыре пробирки поместите по 2–3 капли растворов солей Co2+, Ni2+, Cu2+, Cd2+. Прилейте по 2–3 капли раствора K4[Fe(CN)6].

**Оформление результатов.**

Заполните таблицу 5.

*Таблица 5*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| CoCl2 + К4[Fe(CN)6] =  Co2+ + [Fe(CN)6]4 -= |  |
| NiCl2 + К4[Fe(CN)6] =  Ni2++ [Fe(CN)6]4 -= |  |
| CuSO4 + К4[Fe(CN)6] =  Cu2++ [Fe(CN)6]4 -= |  |
| CdCl2 + К4[Fe(CN)6] =  Cd2+ + [Fe(CN)6]4 -= |  |

**Обсуждение результатов.**

Назовите образующиеся комплексные соединения:

Co2[Fe(CN)6] – ……………………………………………………….. ;

Ni2[Fe(CN)6] – ………………………………………………………... ;

Cu2[Fe(CN)6] – ……………………………………………………….. ;

Cd2[Fe(CN)6] – ……………………………………………………….. .

***Опыт 6. Взаимодействие солей кобальта(II) и меди(II) с*KSCN**

**Описание опыта.**

1) В пробирку поместите 2–3 капли раствора соли Co2+. Прилейте 2–3 капли раствора KSCN. Добавьте несколько капель изоамилового спирта и встряхните смесь.

2) В пробирку поместите 2–3 капли раствора соли Cu2+. Прилейте 2–3 капли раствора KSCN.

3) В пробирку с соединением меди добавляйте реагент до растворения первоначально выпавшего осадка.

**Оформление результатов.**

Заполните таблицу 6.

*Таблица 6*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| CoCl2 + KSCN =  Co2+ + SCN– = |  |
| CuSO4 + KSCN =  Cu2+ + SCN– = |  |
| Cu(SCN)2 + KSCN =  Cu(SCN)2 + SCN– = |  |

**Обсуждение результатов.**

Как называется процесс перехода комплекса кобальта в органический слой?

…………………………………………………………………………... .

Назовите образующиеся комплексные соединения:

K2[Co(SCN)4] – ……………………………………………………..... ;

K2[Cu(SCN)4] – ……………………………………………………..... .

***Опыт 7. Взаимодействие солей кобальта(II) с* KNO2**

**Описание опыта.**

В пробирку поместите 2–3 капли раствора соли кобальта, прилейте 2–3 капли уксусной кислоты и добавьте несколько кристалликов нитрита калия.

**Оформление результатов.**

Заполните таблицу 7.

*Таблица 7*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| CoCl2 + KNO2 + CH3COOH =  =  Co2+ + NO2– + CH3COOH + K+ =  = |  |

**Обсуждение результатов.**

Какие функции в данной реакции выполняют нитрит-ионы?

…………………………………………………………………………... .

Назовите образующееся комплексное соединение:

K3[Co(NO2)6] – ……………………………………………………...... .

Можно ли вместо нитрита калия использовать смесь нитрита натрия и хлорида калия?

…………………………………………………………………………... .

***Опыт 8. Взаимодействие солей никеля(II) с диметилглиоксимом*(H2L)**

**Описание опыта.**

В пробирку поместите 2–3 капли раствора соли никеля, приливайте раствор аммиака до растворения первоначально выпавшего осадка и добавьте несколько капель раствора H2L.

**Оформление результатов.**

Заполните таблицу 8.

*Таблица 8*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| NiCl2 + 2NH3•H2O + H2L =  =  Ni2+ + 2NH3•H2O + H2L =  = |  |

**Обсуждение результатов.**

Используя графическую формулу диметилглиоксиматного комплекса никеля Ni(HL)2 (рис. 1), изобразите графическую формулу диметилглиоксима (рис. 2).

|  |  |
| --- | --- |
| http://him.1september.ru/2010/05/35-1.jpg | http://him.1september.ru/2010/05/35-2.jpg |
| ***Рис. 1. Диметилглиоксимат никеля*** | ***Рис. 2. Диметилглиоксим*** |

Напишите химические формулы диметиглиоксима и его комплекса с никелем.

…………………………………………………………………………... .

Почему реакцию соли никеля с диметилглиоксимом проводят в аммиачной среде?

…………………………………………………………………………... .

***Опыт 9. Взаимодействие солей меди(II) с*KI**

**Описание опыта.**

1) В пробирку поместите 2–3 капли раствора соли меди, прилейте 2–3 капли раствора йодида калия.

2) Добавляйте по каплям раствор тиосульфата натрия до изменения окраски осадка.

3) Добавьте избыток тиосульфата натрия до растворения осадка.

**Оформление результатов.**Заполните таблицу 9.

*Таблица 9*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| CuSO4 + KI =  Cu2+ + I– = |  |
| I2 + Na2S2O3 =  I2 + = |  |
| CuI + Na2S2O3 =  CuI + = |  |

**Обсуждение результатов.**

Почему при взаимодействии сульфата меди(II) с йодидом калия происходит изменение степени окисления меди?

…………………………………………………………………………... .

Белую окраску йодида меди(I) можно увидеть, удалив йод с помощью тиосульфата натрия, который окисляется до тетратионата натрия Na2S4O6. Что при этом происходит с йодом?

…………………………………………………………………………... .

При использовании избытка тиосульфата йодид меди(I) переходит в растворимый комплекс Na3[Cu(S2O3)2]. Назовите его:

…………………………………………………………………………... .

Как отделить катионы кобальта, никеля, меди и кадмия от катионов других металлов, образующих малорастворимые гидроксиды?

…………………………………………………………………………... .

Как разделить катионы кобальта, никеля, меди и кадмия при совместном присутствии?

…………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………... .

**Лабораторная работа № 6.**

**Катионы, осаждаемые щелочами и аммиаком (Mn2+, Fe2+, Fe3+, Mg2+)**

**Цель работы.**Научиться выделять, распознавать и отделять друг от друга катионы Mn2+, Fe2+, Fe3+, Mg2+.

**Общая характеристика катионов.**Образуют малорастворимые гидроксиды, которые не могут быть переведены в раствор действием раствора аммиака или избытка щелочи.

**Групповой реагент.** NH3 (водный раствор) или NaOH.

**Реактивы.** Диоксид свинца; растворы (0,1 М): хлоридов железа(III), магния, сульфата железа(II)\*, нитрата марганца(II), карбоната натрия, гидроортофосфата натрия, гексацианоферрата(II) калия, гексацианоферрата(III) калия, ацетата натрия; растворы (1 М): гидроксида натрия, пероксида водорода, аммиака, тиоцианата калия, азотной кислоты.

**Оборудование.** Пробирки, держатель для пробирок, газовая горелка.

***Опыт 1. Взаимодействие с*NaOH**

**Описание опыта.**

В четыре пробирки поместите по 2–3 капли растворов солей Mn2+, Fe2+, Fe3+, Mg2+.

Прилейте по 5 капель раствора гидроксида натрия.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 1.

*Таблица 1*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| Mn(NO3)2 + NaOH =  Mn2+ + OH– = |  |
| Mn(OH)2 + O2 = |  |
| FeSO4 + NaOH =  Fe2+ + OH– = |  |
| Fe(OH)2 + O2 + H2O = |  |
| FeCl3 + NaOH = Fe3+ + OH– = |  |
| MgCl2 + NaOH = Mg2+ + OH– = |  |

**Обсуждение результатов.**

Почему с течением времени происходит изменение окраски первоначально образовавшихся гидроксидов марганца(II) и железа(II)?

………………………………………………………………………… .

Почему в конечных продуктах реакций степень окисления марганца выше, чем степень окисления железа?

………………………………………………………………………… .

***Опыт 2. Взаимодействие солей марганца(II) и железа(II) с*H2O2**

**Описание опыта.**

В две пробирки поместите по 2–3 капли растворов солей Fe2+ и Mn2+. Прилейте несколько капель растворов щелочи и H2O2.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 2.

*Таблица 2*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| Mn(NO3)2 + NaOH + H2O2 =  Mn2+ + OH– + H2O2 = |  |
| FeSO4 + NaOH + H2O2 =  Fe2+ + OH– + H2O2 = |  |

**Обсуждение результатов.**

Почему те же продукты, которые получались в опыте 1 в течение длительного времени, при использовании пероксида водорода образуются сразу?

…………………………………………………………………………… .

***Опыт 3. Взаимодействие с*NH3*в водном растворе***

**Описание опыта.**

В четыре пробирки поместите по 2–3 капли растворов солей Mn2+, Fe2+, Fe3+, Mg2+. Прилейте по 5 капель раствора аммиака.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 3.

*Таблица 3*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| Mn(NO3)2 + NH3•H2O =  Mn2+ + NH3•H2O = |  |
| Mn(OH)2 + O2 = |  |
| FeSO4 + NH3•H2O =  Fe2+ + NH3•H2O = |  |
| Fe(OH)2 + O2 + H2O = |  |
| FeCl3 + NH3•H2O =  Fe3+ + NH3•H2O = |  |
| MgCl2 + NH3•H2O =  Mg2+ + NH3•H2O = |  |

**Обсуждение результатов.**

Почему при действии раствора аммиака на растворы солей катионов данной аналитической группы образуются те же продукты, что и при действии раствора гидроксида натрия?

………………………………………………………………………… .

***Опыт 4. Взаимодействие с* Na2CO3**

**Описание опыта.**

В четыре пробирки поместите по 2–3 капли растворов солей Mn2+, Fe2+, Fe3+, Mg2+. Прилейте по 2–3 капли раствора Na2CO3.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 4.

*Таблица 4*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| Mn(NO3)2 + Na2CO3 = Mn2+ + http://him.1september.ru/2010/06/co23.gif= |  |
| MnCO3 + O2 = |  |
| FeSO4 + Na2CO3 = Fe2+ + http://him.1september.ru/2010/06/co23.gif= |  |
| FeCO3 + O2 + H2O = |  |
| FeCl3 + Na2CO3 + H2O = Fe3+ + http://him.1september.ru/2010/06/co23.gif + H2O = |  |
| MgCl2 + Na2CO3 = Mg2+ + http://him.1september.ru/2010/06/co23.gif = |  |

**Обсуждение результатов.**

Почему, в отличие от остальных катионов данной группы, которые образуют средние соли, в случае железа(III) в осадок выпадает основная соль?

…………………………………………………………………………... .

Почему осадки карбонатов марганца(II) и железа(II) со временем приобретают такую же окраску, как соответствующие гидроксиды в опытах 1–3?

…………………………………………………………………………... .

***Опыт 5. Взаимодействие с*Na2HPO4**

**Описание опыта.**

В четыре пробирки поместите по 2–3 капли растворов солей Mn2+, Fe2+, Fe3+, Mg2+. Прилейте по 2–3 капли раствора Na2HPO4.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 5.

*Таблица 5*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| Mn(NO3)2 + Na2HPO4 =  Mn2+ + http://him.1september.ru/2010/06/hpo2-4.jpg= |  |
| FeSO4 + Na2HPO4 =  Fe2+ + http://him.1september.ru/2010/06/hpo2-4.jpg= |  |
| FeCl3+ Na2HPO4 =  Fe3+ + http://him.1september.ru/2010/06/hpo2-4.jpg= |  |
| MgCl2 + Na2HPO4 =  Mg2+ + http://him.1september.ru/2010/06/hpo2-4.jpg= |  |

**Обсуждение результатов.**

Почему, в отличие от остальных катионов данной группы, которые образуют средние соли, в случае магния в осадок выпадает кислая соль?

………………………………………………………………………….. .

***Опыт 6. Взаимодействие соли железа(III) c*KSCN**

**Описание опыта.**

В пробирку поместите 2–3 капли раствора хлорида Fe3+. Прилейте 2–3 капли раствора KSCN.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 6.

*Таблица 6*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| FeCl3 + KSCN = Fe3+ + SCN– = |  |

**Обсуждение результатов.**

Упрощенно продукт реакции можно записать как Fe(SCN)3.В действительности образуются различные комплексы: от [Fe(H2O)5(SCN)]2+ до [Fe(SCN)6]3–. Напишите их формулы:

…………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………… .

***Опыт 7. Взаимодействие с*K3[Fe(CN)6] *и* K4[Fe(CN)6]**

**Описание опыта.**

1) В три пробирки поместите по 2–3 капли растворов солей Mn2+, Fe2+, Fe3+. Прилейте по 2–3 капли раствора K3[Fe(CN)6].

2) В три пробирки поместите по 2–3 капли растворов солей Mn2+, Fe2+, Fe3+. Прилейте по 2–3 капли раствора K4[Fe(CN)6].

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 7.

*Таблица 7*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| Mn(NO3)2 + K3[Fe(CN)6] = Mn2+ + [Fe(CN)6]3– + K+ = |  |
| FeSO4 + K3[Fe(CN)6] = Fe2+ + [Fe(CN)6]3– + K+ = |  |
| FeCl3 + K3[Fe(CN)6] = Fe3+ + [Fe(CN)6]3– = |  |
| Mn(NO3)2 + K4[Fe(CN)6] = Mn2+ + [Fe(CN)6]4– = |  |
| FeSO4 + K4[Fe(CN)6] = Fe2+ + [Fe(CN)6]4– = |  |
| FeCl3 + K4[Fe(CN)6] = Fe3+ + [Fe(CN)6]4– + K+ = |  |

**Обсуждение результатов.**

Осадок, образующийся при взаимодействии ионов Fe3+ и [Fe(CN)6]4–, называют “берлинская лазурь”, а осадок, образующийся при взаимодействии ионов Fe2+ и [Fe(CN)6]3–, – “турнбулева синь”. В 30-е гг. XX в. было доказано, что эти вещества имеют одинаковое строение (рис. 1).

|  |
| --- |
| http://him.1september.ru/2010/06/42-1.jpg |
| *Рис. 1.* *Кристаллическая решетка соединения http://him.1september.ru/2010/06/41-1.jpg. Серыми кружками обозначены ионы*Fe2+*, черными – ионы*Fe3*+, по осям, соединяющим центры кристаллической решетки, расположены ионы*CN–. *(Чтобы не загромождать рисунок, ионы*CN–*указаны не везде)* |

Их состав может быть описан формулой *http://him.1september.ru/2010/06/41-1.jpg* . Где находятся катионы калия в данной структуре?

………………………………………………………………………… .

Объясните, почему соединение *http://him.1september.ru/2010/06/41-1.jpg* правильнее писать именно так, без квадратных скобок?

………………………………………………………………………… .

Почему в некоторых случаях вместо осадков образуются коллоидные растворы?

………………………………………………………………………… .

Почему осадок http://him.1september.ru/2010/06/42-2.jpg, получаемый в отсутствии кислорода, имеет белый цвет, а в реальных условиях обычно окрашен?

………………………………………………………………………… .

***Опыт 8. Взаимодействие солей железа(III) с* Na(CH3COO)**

**Описание опыта.**

В пробирку поместите 2–3 капли раствора соли Fe3+. Прилейте 2–3 капли раствора Na(CH3COO).

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 8.

*Таблица 8*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| FeCl3 + Na(CH3COO) + H2O = Fe3+ + CH3COO– + H2O = |  |

**Обсуждение результатов.**

В результате реакции образуется комплексное соединение [Fe3O(CH3COO)6(H2O)3]Cl, содержащее катион [Fe3O(CH3COO)6(H2O)3]+. Его строение можно описать следующим образом. Вокруг центрального атома кислорода в вершинах правильного треугольника расположены три атома железа. Каждая пара атомов железа связана между собой двумя мостиками из ацетат-ионов (через атомы кислорода). Кроме того, к каждому атому железа присоединена молекула воды. Таким образом, центральный атом кислорода образует три связи с атомами железа, а каждый атом железа – по шесть связей с атомами кислорода (одним центральным, одним из молекулы воды и четырьмя из ацетат-ионов). Изобразите пространственное строение катиона [Fe3O(CH3COO)6(H2O)3]+(рис. 2).

|  |
| --- |
| http://him.1september.ru/2010/06/43-1.jpg |
| *Рис. 2. Пространственное строение катиона*[Fe3O(СН3СОО)6(H2O)3]+ |

***Опыт 9. Взаимодействие солей марганца(II) с*PbO2**

**Описание опыта.**

К 1–2 каплям раствора нитрата Mn2+ прилейте несколько капель азотной кислоты и добавьте немного порошка диоксида свинца. Нагрейте смесь до кипения.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 9.

*Таблица 9*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| Mn(NO3)2 + HNO3 + PbO2 =  Mn2+ + H+ + PbO2 = |  |

**Обсуждение результатов.**

Какие свойства проявляют соединения марганца и свинца в данной реакции?

………………………………………………………………………… .

Если взять большое количество раствора нитрата марганца(II), то возможно наблюдать образование коричневого осадка. В кратком ионном виде эта реакция выглядит так:

Mn2+ + MnO-4+ H2O = MnO2http://him.1september.ru/2010/06/svniz.gif + H+.

расставьте коэффициенты.

Как отделить катионы марганца(II), железа(II), железа(III) и магния от катионов других металлов, образующих малорастворимые гидроксиды?

………………………………………………………………………… .

Как распознать катионы марганца(II), железа(II), железа(III) и магния при их совместном присутствии?

…………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………… .

**Лабораторная работа № 7.**

**Катионы, не осаждаемые кислотами, щелочами и аммиаком (Na+, K+, NH4+ )**

**Цель работы.** Научиться отделять и распознавать катионы Na+, K+, NH4+.

**Общая характеристика катионов.** Не образуют малорастворимых гидроксидов, сульфатов, хлоридов.

**Групповой реагент.** Не имеют.

**Реактивы.** Растворы (0,1 М): хлоридов натрия, калия, аммония, карбоната натрия, гексанитритокобальтата(III) натрия; растворы (1 М) гидроксида натрия, соляной кислоты; концентрированная соляная кислота; индикаторная бумага (красная лакмусовая или фенолфталеиновая).

**Оборудование.** Пробирки, держатель для пробирок, газовая горелка, стеклянные палочки, нихромовая проволока.

***Опыт 1. Взаимодействие с*NaOH**

**Описание опыта.**

1) В пробирку поместите 2–3 капли раствора хлорида аммония. Прилейте 5 капель раствора гидроксида натрия. Нагрейте.

2) Внесите в пары' индикаторную бумагу, смоченную дистиллированной водой (бумагу следует держать над пробиркой, не касаясь стекла во избежание попадания щелочи).

3) Поднесите к отверстию пробирки стеклянную палочку, смоченную концентрированной соляной кислотой.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 1.

*Таблица 1*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| NH4Cl + NaOH =  NH4+ + OH– = |  |
| NH3 + HCl = |  |

**Обсуждение результатов.**

Будут ли вступать в аналогичную реакцию соли натрия и калия?

………………………………………………………………………… .

Можно ли выделяющийся аммиак распознавать по запаху?

………………………………………………………………………… .

Чем обусловлено изменение окраски индикаторной бумаги?

………………………………………………………………………… .

Чем вызвано образование дыма при поднесении к отверстию пробирки палочки, смоченной соляной кислотой?

………………………………………………………………………… .

***Опыт 2. Взаимодействие с*Na2CO3**

**Описание опыта.**

В пробирку поместите 2–3 капли раствора хлорида аммония. Прилейте 2–3 капли раствора Na2CO3. Нагрейте.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 2.

*Таблица 2*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| NH4Cl + Na2CO3 =  NH4+ + http://him.1september.ru/2010/07/co23.gif= |  |

**Обсуждение результатов.**

Почему катионы натрия и калия не реагируют с карбонат-ионами?

………………………………………………………………………… .

Как обнаружить и распознать выделяющиеся газы?

…………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………… .

***Опыт 3. Взаимодействие с* Na3[Co(NO2)6]**

**Описание опыта.**

В пробирку поместите 2–3 капли раствора соли K+. Прилейте раствор гексанитритокобальтата(III) натрия. Потрите стеклянной палочкой о стенки пробирки.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 3.

*Таблица 3*

|  |  |
| --- | --- |
| Уравнения реакций | Наблюдения |
| KCl + Na3[Co(NO2)6] = K+ + Na+ + [Co(NO2)6]3– = |  |

**Обсуждение результатов.**

Назовите образующееся соединение K2Na[Co(NO2)6]:

………………………………………………………………………… .

Зачем рекомендуется потереть стеклянной палочкой о стенки пробирки?

…………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………… .

Можно ли для проведения опыта использовать не предварительно синтезированный Na3[Co(NO2)6], а хлорид кобальта(II), нитрит натрия и уксусную кислоту? Какая реакция протекает при их взаимодействии? Напишите ее уравнение:

…………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………… .

***Опыт 4. Окрашивание пламени***

**Описание опыта.**

1) В бесцветное пламя газовой горелки внесите нихромовую проволоку, смоченную в растворе летучей соли калия (хлорид, нитрат).

2) Промойте проволоку в соляной кислоте, прокалите ее и проделайте то же самое с солью натрия.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 4.

*Таблица 4*

|  |  |
| --- | --- |
| Вещество | Наблюдения |
| Соль натрия |  |
| Соль калия |  |

**Обсуждение результатов.**

Можно ли использовать этот метод для обнаружения катионов калия в присутствии катионов натрия?

………………………………………………………………………… .

Можно ли использовать этот метод для обнаружения катионов натрия в присутствии катионов калия?

………………………………………………………………………… .

Как отделить катионы натрия, калия и аммония от других катионов?

…………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………… .

Как обнаружить катионы натрия, калия и аммония при совместном присутствии?

…………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………… .

**Лабораторная работа № 8.**

**Определение катиона**

**Цель работы.** Применить на практике знания о способах определения катионов.

**Реактивы.** Нитрит калия, диоксид свинца; растворы (0,1 М): карбоната аммония, карбоната натрия, гидроортофосфата натрия, оксалата аммония; йодида калия, дихромата калия, сульфата натрия, гексацианоферрата(III) калия, гексацианоферрата(II) калия, хлорида бария, ацетата натрия, гексанитритокобальтата(III) натрия; растворы (1 М) аммиака, гидроксида натрия, хромата натрия, хлорида аммония, пероксида водорода, тиоцианата калия, тиосульфата натрия, серной, соляной, азотной и уксусной кислот; концентрированная соляная кислота; индикаторная бумага (красная лакмусовая или фенолфталеиновая).

**Контрольный раствор,** содержащий один из катионов: **Ag+, Pb2+, Ca2+, Sr2+, Ba2+, Zn2+, Al3+, Cd2+, Mn2+, Fe2+, K+, Na+, NH4+.**

**Оборудование.** Пробирки, держатель для пробирок, газовая горелка, стеклянные палочки, нихромовая проволока.

***Выполнение работы***

Используя имеющиеся реактивы, определите катион, находящийся в контрольном растворе. Результаты опытов занесите в таблицу.

*Таблица*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Реагент | Наблюдения | Вывод |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Напишите уравнения протекающих реакций.

…………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………..

…………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………… .

**Результат работы.**

………………………………………………………………………… .

**Лабораторная работа № 9.**

**Определение катионов в смеси**

**Цель работы.** Применить на практике знания о способах определения катионов в смеси.

**Реактивы.** Растворы (1 М) аммиака, гидроксида натрия, серной и соляной кислот; индикаторная бумага (красная лакмусовая или фенолфталеиновая).

**Контрольный раствор**, содержащий несколько катионов из следующего набора: NH4+, Al3+, Zn2+, Ba2+, Mn2+, Ag+, Pb2+.

**Оборудование.** Пробирки, держатель для пробирок, газовая горелка, стеклянные палочки, нихромовая проволока.

Катионы из предложенного набора можно определить без выделения их из смеси с помощью только четырех реагентов. Предварительно следует заполнить таблицу (табл. 1), в которой необходимо отметить не только возможность выпадения осадка или выделения газа, но также необходимые для этого условия (например, нагревание) и поведение образующихся осадков при действии на них другими из предложенных реагентов или при стоянии на воздухе. В качестве образца приведен внешний вид и поведение осадка хлорида серебра.

Для выполнения данной работы необходимо использовать результаты предыдущих лабораторных работ – все возможные реакции (образование осадка или газа, растворение осадка, изменение состава осадка под действием кислорода воздуха) были выполнены ранее.

*Таблица 1*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Реагент  Катион | HCl | H2SO4 | NaOH | NH3 |
| NH4+ |  |  |  |  |
| Al3+ |  |  |  |  |
| Zn2+ |  |  |  |  |
| Ba2+ |  |  |  |  |
| Mn2+ |  |  |  |  |
| Ag+ | *Выпадает белый творожистый осадок, который растворяется в избытке раствора аммиака, но не растворяется ни в серной кислоте, ни в избытке щелочи* |  |  |  |
| Pb2+ |  |  |  |  |

***Выполнение работы***

Напишите уравнения тех химических реакций, которые вы отметили в табл. 1.

1) ……………………………………………………………………… ,

2) ……………………………………………………………………… ,

3) ……………………………………………………………………… ,

4) ……………………………………………………………………… ,

5) ……………………………………………………………………… ,

6) ……………………………………………………………………… ,

7) ……………………………………………………………………… ,

8) ……………………………………………………………………… ,

9) ……………………………………………………………………… ,

10) …………………………………………………………………….. ,

11) …………………………………………………………………….. ,

12) …………………………………………………………………….. ,

13) …………………………………………………………………….. ,

14) …………………………………………………………………….. ,

15) …………………………………………………………………….. ,

16) …………………………………………………………………….. ,

17) …………………………………………………………………….. ,

18) …………………………………………………………………….. ,

19) …………………………………………………………………….. ,

20) …………………………………………………………………….. ,

21) …………………………………………………………………….. ,

22) …………………………………………………………………….. ,

23) …………………………………………………………………….. ,

24) …………………………………………………………………….. ,

25) …………………………………………………………………….. .

Используя предложенные реактивы (HCl, H2SO4,NaOH, NH3) и составленную таблицу (табл. 1), определите катионы, находящиеся в вашем контрольном растворе. Описания опытов занесите в табл. 2 (в ней приведен образец заполнения).

*Таблица 2*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Исследуемый объект | Реагент | Наблюдения | Предполагаемый состав осадка (газа) | Предполагаемый состав раствора |
| *1* | *Контрольный раствор* | NaOH | *Выпал осадок* | Al3+, Zn2+, Mn2+, Ag+, Pb2+ | NH4+, Ba2+ |
| *2* | *Часть осадка из опыта 1* | NaOH*, изб.* | *Осадок не растворился* | Ag+*или* Mn2+ |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

**Результат работы.**

В контрольном растворе находятся катионы: ………………………….. .

**Лабораторная работа № 10.**

**Анионы**

**Цель работы**. Научиться распознавать анионы.

**Общая характеристика анионов**.

**I группа:** http://him.1september.ru/2010/09/24-2.jpg

**Групповой реагент**: хлорид бария.

**II группа**: Cl–, Br–, I–, SCN–.

**Групповой реагент**: нитрат серебра.

**III группа**: NO3–, NO2–, CH3COO–.

**Групповой реагент:** отсутствует.

**Реактивы**. Цинк металлический; растворы (0,1 М): карбоната, силиката, ортофосфата, сульфата, сульфита, тиосульфата, хлорида, бромида, йодида, тиоцианата, нитрата, нитрита, ацетата натрия, хлорида бария, нитрата серебра, йодида калия, хлорида железа(III); растворы: карбоната аммония (10%-й), гидроксида натрия (30%-й); азотная, серная кислоты (1 М); известковая вода, йодная вода; молибденовая жидкость (раствор (NH4)2MoO4 в азотной кислоте); синяя и красная лакмусовая бумага.

**Оборудование**. Пробирки, держатель для пробирок, газовая горелка, стеклянные палочки.

***Опыт 1. Взаимодействие с*BaCl2**

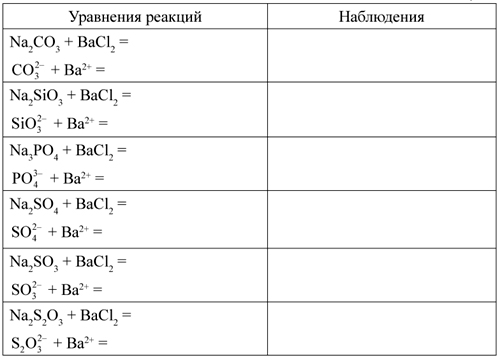
**Описание опыта.**

В пробирки поместите по 2–3 капли растворов карбоната, силиката, ортофосфата, сульфата, сульфита и тиосульфата натрия.

Добавьте по 2–3 капли раствора хлорида бария.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 1.

*Таблица 1*



**Обсуждение результатов.**

Почему некоторые осадки образуются только при использовании достаточно концентрированных растворов реагентов?

...………………………………………………………………………… .

Как определить сульфат-ион в присутствии сульфит-иона?

...………………………………………………………………………… .

Как определить сульфит-ион в присутствии сульфат-иона?

...………………………………………………………………………… .

***Опыт 2. Взаимодействие с* AgNO3**

**Описание опыта.**

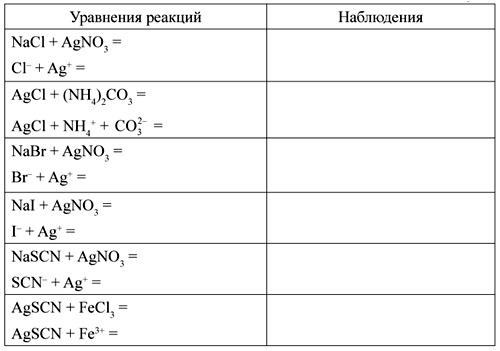
1) В пробирки поместите по 2–3 капли растворов хлорида, бромида, йодида, тиоцианата натрия, добавьте по 2–3 капли раствора нитрата серебра и 2–3 капли азотной кислоты.

2) Каждый осадок разделите на две части. К одной части добавьте по одной капле серной кислоты и хлорида железа(III).

3) К другой части добавьте концентрированный раствор карбоната аммония.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 2.

*Таблица 2*



**Обсуждение результатов.**

Зачем при проведении этого опыта добавляют азотную кислоту?

...………………………………………………………………………… .

Почему только хлорид серебра при взаимодействии с карбонатом аммония переходит в раствор в виде аммиачного комплекса?

...………………………………………………………………………… .

Почему при действии соли железа(III) на тиоцианат серебра над осадком появляется окраска?

...………………………………………………………………………… .

***Опыт 3. Взаимодействие с* H2SO4**

**Описание опыта.**

1) В пробирку поместите 2–3 капли раствора карбоната натрия, добавьте 1–2 капли серной кислоты и нагрейте. К отверстию пробирки поднесите стеклянную палочку с каплей известковой воды.

2) В пробирку поместите 2–3 капли раствора сульфита натрия, добавьте 1–2 капли серной кислоты и нагрейте. К отверстию пробирки поднесите сначала стеклянную палочку с каплей известковой воды, затем – влажную синюю лакмусовую бумажку.

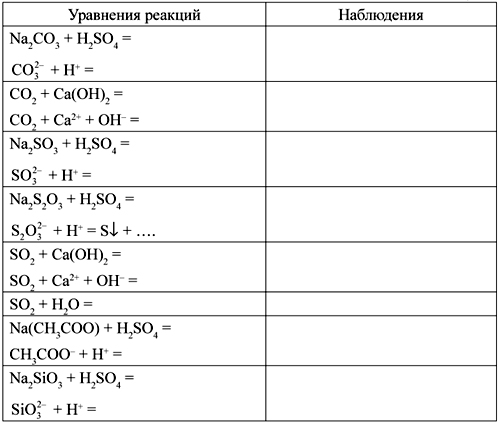
3) То же самое проделайте с раствором тиосульфата натрия.

4) В пробирку поместите 2–3 капли раствора ацетата натрия, добавьте 1–2 капли серной кислоты и нагрейте.

5) В пробирку поместите 2–3 капли раствора силиката натрия, добавляйте по каплям серную кислоту. Нагрейте.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 3.

*Таблица 3*



**Обсуждение результатов.**

Почему выделяющиеся газы вызывают помутнение известковой воды?

...………………………………………………………………………… .

Почему окраска синей лакмусовой бумаги под действием диоксида серы изменяется? Будет ли она изменяться под действием диоксида углерода?

...………………………………………………………………………… .

Можно ли определить сульфит- и тиосульфат-ионы в присутствии карбонат-ионов?

...………………………………………………………………………… .

Чтобы определить карбонат-ионы в присутствии сульфит- и тиосульфат-ионов, к анализируемому раствору предварительно добавляют 2–3 капли разбавленного раствора пероксида водорода. Что при этом происходит?

...………………………………………………………………………… .

Почему при добавлении кислоты к раствору, содержащему ацетат-ион, появляется запах уксусной кислоты?

...………………………………………………………………………… .

Можно ли по реакции с кислотой обнаружить силикат-ион в присутствии других анионов?

...………………………………………………………………………… .

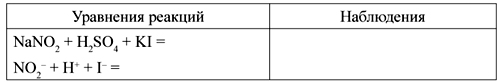
***Опыт 4. Взаимодействие нитрита натрия с* KI**

**Описание опыта.**

В пробирку поместите 2–3 капли раствора нитрита натрия, добавьте 4–5 капель серной кислоты и 1–2 капли раствора йодида калия.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 4.

*Таблица 4*



**Обсуждение результатов.**

Какую функцию в данном опыте выполняют нитрит-ионы?

...………………………………………………………………………… .

***Опыт 5. Взаимодействие с* I2**

**Описание опыта.**

В пробирки поместите по 2–3 капли растворов сульфита и тиосульфата натрия, добавьте по 4–5 капель серной кислоты и по 1–2 капли йодной воды.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 5.

*Таблица 5*



**Обсуждение результатов.**

Какую функцию в данном опыте выполняют сульфит- и тиосульфат-ионы?

...………………………………………………………………………… .

В отличие от опыта с участием сульфит-ионов, где продуктом реакции являются сульфат-ионы, в реакции с тиосульфат-ионами образуется другой продукт – тетратионат-ионы S4O62-. Изобразите графические формулы тиосульфат-иона (рис. 1) и тетратионат-иона (рис. 2) с учетом того, что в первом имеется цепочка из двух атомов серы, а во втором – из четырех.

|  |  |
| --- | --- |
| http://him.1september.ru/2010/09/29-2.jpg | http://him.1september.ru/2010/09/29-2.jpg |
| ***Рис. 1.  Графическая формула S2O32-*** | ***Рис. 2.  Графическая формула иона иона S4O62-*** |

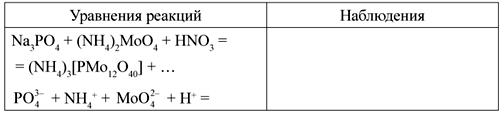
***Опыт 6. Взаимодействие ортофосфата натрия  
с раствором*(NH4)2MoO4 *в* HNO3**

**Описание опыта.**

В пробирку поместите 1–2 капли раствора ортофосфата натрия, добавьте 3–5 капель молибденовой жидкости и слегка нагрейте.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 6.

*Таблица 6*



**Обсуждение результатов.**

Графическая формула образующегося аниона [PMo12O40]3– выглядит следующим образом (рис. 3):

|  |
| --- |
| http://him.1september.ru/2010/09/30-2.jpg |
| ***Рис. 3. Графическая формула иона [PMo12O40]3–*** |

Сколько связей образуют атом фосфора и атом молибдена в этом соединении?

...………………………………………………………………………… .

В присутствии восстановителей в результате реакции образуется так называемая молибденова синь (соединения молибдена низших степеней окисления). Как можно предварительно избавиться от восстановителей, не применяя других реагентов, кроме тех, которые используются в данном опыте?

...………………………………………………………………………… .

***Опыт 7. Взаимодействие нитрата натрия с*Zn**

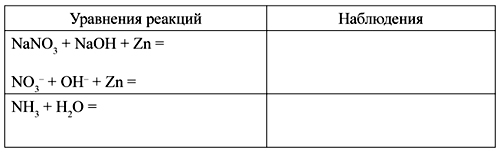
**Описание опыта.**

В пробирку поместите 5–6 капель раствора нитрата натрия, добавьте 5–6 капель концентрированного раствора гидроксида натрия, немного цинка и слегка нагрейте.

Над пробиркой поместите кусочек влажной красной лакмусовой бумаги.

**Оформление результатов.** Заполните таблицу 7.

*Таблица 7*



**Обсуждение результатов.**

Почему изменяется окраска индикаторной бумаги?

...………………………………………………………………………… .

Для удаления нитрит-иона, мешающего определению нитрат-иона, к раствору предварительно добавляют твердый хлорид аммония и нагревают. Что при этом происходит?

...………………………………………………………………………… .

**Лабораторная работа № 11.**

**Определение аниона**

**Цель работы**. Применить на практике знания о способах определения анионов.

**Реактивы**. Цинк; растворы (0,1 М): хлорида бария, нитрата серебра, йодида калия, хлорида железа(III); растворы: карбоната аммония (10 %), гидроксида натрия (30 %); азотная, серная кислоты (1 М); известковая вода, йодная вода; молибденовая жидкость; синяя и красная лакмусовая бумага.

**Контрольный раствор**, содержащий один из следующих анионов: http://him.1september.ru/2010/10/co23.gif, http://him.1september.ru/2010/10/sio2.gif, http://him.1september.ru/2010/10/po43.gif, http://him.1september.ru/2010/10/so24.gif, http://him.1september.ru/2010/10/so23.gif, SO2O2–3, Cl–, Br–, I–, SCN–, http://him.1september.ru/2010/10/no3.gif, http://him.1september.ru/2010/10/no2.gif, CH3COO–.

**Оборудование**. Пробирки, держатель для пробирок, газовая горелка, стеклянные палочки.

***Выполнение работы***

Используя имеющиеся реактивы, определите анион, находящийся в контрольном растворе. Результаты опытов занесите в таблицу.

*Таблица*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Реагент | Наблюдения | Вывод |
| С |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Напишите уравнения протекающих реакций.

………………………………………………………………………...... .

………………………………………………………………………...... .

………………………………………………………………………...... .

………………………………………………………………………...... .

………………………………………………………………………...... .

………………………………………………………………………...... .

**Результат работы.**

………………………………………………………………………...... .

**Лабораторная работа № 12.**

**Определение анионов в смеси**

**Цель работы.** Применить на практике знания о способах определения анионов в смеси.

**Реактивы.** Растворы (0,1 М): хлорида бария, нитрата серебра; растворы: карбоната аммония (10%-й); азотная, серная кислоты (1 М); известковая вода, йодная вода; синяя и красная лакмусовая бумага.

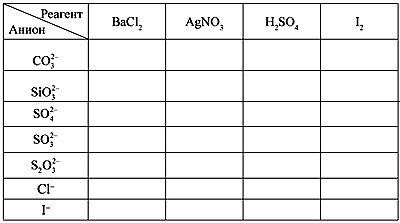
**Контрольный раствор**, содержащий несколько катионов из следующего набора: http://him.1september.ru/2010/10/co23.gif, http://him.1september.ru/2010/10/sio2.gif, http://him.1september.ru/2010/10/po43.gif, http://him.1september.ru/2010/10/so24.gif, http://him.1september.ru/2010/10/so23.gif, SO2O2–3, Cl–, I–.

**Оборудование**. Пробирки, держатель для пробирок, газовая горелка, стеклянные палочки.

***Выполнение работы***

Предварительно заполните табл. 1 (что происходит при действии указанных реагентов на испытуемый раствор).

*Таблица 1*



Напишите уравнения тех химических реакций, которые вы отметили в табл. 1.

1) …………………………………………………………………… .

2) …………………………………………………………………… .

3) …………………………………………………………………… .

4) …………………………………………………………………… .

5) …………………………………………………………………… .

6) …………………………………………………………………… .

7) …………………………………………………………………… .

8) …………………………………………………………………… .

9) …………………………………………………………………… .

10) ………………………………………………………………….. .

11) ………………………………………………………………….. .

12) ………………………………………………………………….. .

13) ………………………………………………………………….. .

14) ………………………………………………………………….. .

15) ………………………………………………………………….. .

16) ………………………………………………………………….. .

17) ………………………………………………………………….. .

18) ………………………………………………………………….. .

19) ………………………………………………………………….. .

20) ………………………………………………………………….. .

21) ………………………………………………………………….. .

22) ………………………………………………………………….. .

23) ………………………………………………………………….. .

24) ………………………………………………………………….. .

25) ………………………………………………………………….. .

Используя имеющиеся реактивы и составленную табл. 1, определите анионы, находящиеся в вашем контрольном растворе. Описания опытов занесите в табл. 2.

*Таблица 2*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Исследуемый объект | Реагент | Наблюдения | Предполагаемый состав осадка (газа) | Предполагаемый состав раствора |
| c | c | c | c | c | c |
| c | c | c | c | c | c |
| c | c | c | c | c | c |
| c | c | c | c | c | c |
| c | c | c | cc | c | c |
| c | c | c | c | c | c |
| c | c | c | c | c | c |

**Результат работы.**c

В контрольном растворе находятся анионы: ……………………… .

**Лабораторная работа № 13.**

**Определение соли**

**Цель работы.** Применить на практике знания о способах определения катионов и анионов.

**Реактивы.** Нитрат калия, диоксид свинца, цинк; растворы (0,1 М): карбоната аммония, карбоната натрия, гидроортофосфата натрия, оксалата аммония, йодида калия, дихромата калия, сульфата натрия, гексацианоферрата(III) калия, гексацианоферрата(II) калия, хлорида бария, ацетата натрия, гексанитритокобальтата(III) натрия, хлорида бария, нитрата серебра, хлорида железа(III); растворы (1 М): аммиака, гидроксида натрия, хромата натрия, хлорида аммония, пероксида водорода, тиоцианата калия, тиосульфата натрия, серной, соляной, азотной и уксусной кислот; растворы: карбоната аммония (10%-й), гидроксида натрия (30%-й); концентрированная соляная кислота; известковая вода, йодная вода; молибденовая жидкость; индикаторная бумага (красная и синяя лакмусовая, фенолфталеиновая).

**Контрольный раствор**, содержащий соль (один из следующих катионов: Ag+, Pb2+, Ca2+, Sr2+, Ba2+, Zn2+, Al3+, Cd2+, Mn2+, Fe2+, K+, Na+ или http://him.1september.ru/2010/10/nh4.gif; один из следующих анионов: http://him.1september.ru/2010/10/co23.gif, http://him.1september.ru/2010/10/sio2.gif, http://him.1september.ru/2010/10/po43.gif, http://him.1september.ru/2010/10/so24.gif, http://him.1september.ru/2010/10/so23.gif, SO2O2–3, Cl–, Br–, I–, SCN–, http://him.1september.ru/2010/10/no3.gif, http://him.1september.ru/2010/10/no2.gif или CH3COO–).

**Оборудование.** Пробирки, держатель для пробирок, газовая горелка, стеклянные палочки, нихромовая проволока.

***Выполнение работы***

Используя имеющиеся реактивы, определите, какая соль находится в вашем контрольном растворе. Результаты опытов занесите в таблицу.

*Таблица*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Реагент | Наблюдения | Вывод |
| c | c | c |
| c | c | c |
| c | c | c |
| cc | c | c |
| c | c | c |
| c | c | c |
| c | c | c |
| c | c | c |
| c | c | c |
| c | c | c |
| c | c | c |
| c | c | c |

Напишите уравнения протекающих реакций.

………………………………………………………………………….. .

………………………………………………………………………….. .

………………………………………………………………………….. .

………………………………………………………………………….. .

………………………………………………………………………….. .

………………………………………………………………………….. .

**Результат работы.**

………………………………………………………………………….. .

Информация с сайта http://him.1september.ru/index.php